

Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Технология машиностроения»

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 1-53 01 01
«Автоматизация технологических процессов
и производств (по направлениям)»
дневной формы обучения**

Гомель 2023

УДК 004.925.8(075.8)
ББК 32.972.131.2я73
Т38

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 20.06.2022 г.)*

Составитель *М. Ю. Целуев*

Рецензент: зав. сектором «Специальные смазочные материалы» ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси»
канд. техн. наук *Д. М. Гуцев*

Технология компьютерного проектирования : практикум по выполнению лаборатор. работ для студентов специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» днев. формы обучения / сост. М. Ю. Целуев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – 94 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Приведены теоретические сведения и практические приемы компьютерного проектирования в САПР КОМПАС-3D трехмерных геометрических моделей деталей и сборочных единиц, создания на их основе ассоциативных чертежей и спецификаций изделий машиностроения. Содержит порядок выполнения и контрольные вопросы для подготовки к защите лабораторных работ по курсу «Технология компьютерного проектирования».

Для студентов специальности 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств (по направлениям)» дневной формы обучения.

УДК 004.925.8(075.8)
ББК 32.972.131.2я73

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2023

Лабораторная работа № 1.

Основы создания и оформления чертежей в САПР КОМПАС-3D

Цель работы: знакомство с чертежно-графическим редактором системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D. Изучение приемов создания и работы с документами, оформления чертежей в системе КОМПАС-3D.

1 Назначение и основные компоненты САПР КОМПАС-3D

Система автоматизированного проектирования (САПР) КОМПАС-3D предназначена для автоматизации проектно-конструкторских работ и оформления их в соответствии с требованиями отечественных стандартов. Система позволяет разрабатывать объёмные модели деталей и сборочных единиц с последующим автоматизированным созданием их чертежей.

Основные компоненты САПР КОМПАС-3D:

- система трехмерного твердотельного моделирования КОМПАС-3D;
- чертежно-графический редактор КОМПАС-График;
- модуль проектирования спецификаций.

Система трехмерного твердотельного моделирования предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа.

Чертежно-графический редактор предназначен для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Он может использоваться для разработки чертежной и текстовой документации.

Совместно с любым компонентом КОМПАС-3D может использоваться модуль проектирования спецификаций, позволяющий выпускать спецификации, ведомости и прочие табличные документы. Документ-спецификация может быть ассоциативно связан со сборочным чертежом и трехмерной моделью сборки.

2 Типы документов в КОМПАС-3D

Тип документа, создаваемого в системе КОМПАС-3D, зависит от рода информации, хранящейся в нем. Каждому типу документа соответствует расширение имени файла.

Система КОМПАС-3D позволяет разрабатывать шесть типов документов:

- Чертеж – электронный лист чертежа, оформленный в соответствии с ГОСТ 2.104–68 (рамки формата и поля чертежа, основная надпись и дополнительные элементы оформления), может содержать один или несколько листов. Файл чертежа имеет расширение *.cdw.
- Фрагмент – это вспомогательный тип графического документа. Отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Используется для изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист, например, эскизов. Файл фрагмента имеет расширение *.frw.
- Текстовый документ – это электронный лист, оформленный в соответствии с ГОСТ 2.104–68 с рамкой и основной надписью для текстовых конструкторских документов и содержащий текстовую информацию. Он может быть многостраничным. Файл текстового документа имеет расширение *.kdw.
- Спецификация – это электронный документ, оформленный в соответствии с ГОСТ 2.108–68 и содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Может быть многостраничной. Файл спецификации имеет расширение *.sprw.
- Деталь – это электронный документ, содержащий модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. Файл детали имеет расширение *.m3d.
- Сборка – это электронный документ, содержащий изображение модели изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением. В состав сборки могут входить другие сборки и стандартные изделия. Файл сборки имеет расширение *.a3d.

3 Основные элементы интерфейса системы КОМПАС-3D

КОМПАС-3D – многооконная и многодокументная система. В ней могут быть одновременно открыты окна всех типов документов. Каждый документ может отображаться в нескольких окнах.

После запуска системы и открытия документа на экране появляются основные элементы интерфейса (рисунок 1).

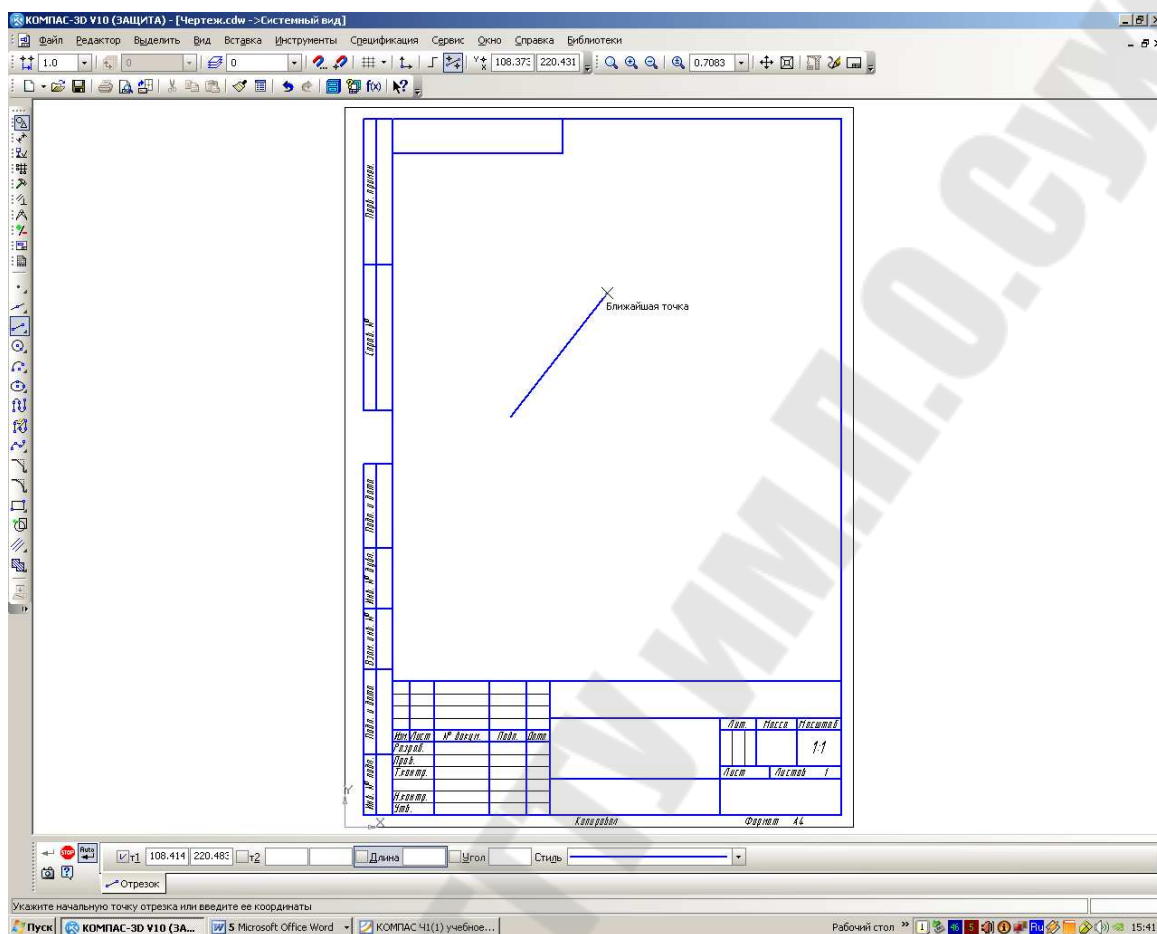


Рисунок 1 – Главное окно системы КОМПАС-3D

Заголовок и Главное меню (выпадающее) системы постоянно присутствуют на экране. Отображением остальных элементов интерфейса можно управлять. Команды включения и отключения элементов экрана расположены в меню Вид > Панели инструментов.

Все команды, используемые при создании документа, можно активизировать через панели инструментов и Главное меню.

Описание элементов интерфейса приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Элементы интерфейса системы КОМПАС-3D

Название элемента	Описание
Строка заголовка	Содержит название, номер версии системы, имя текущего документа
Главное меню	Служит для вызова команд системы. Состав главного меню зависит от типа текущего документа и режима работы с ним
Инструментальные панели	Содержат кнопки вызова команд системы
Компактная панель	Содержит несколько инструментальных панелей и кнопки переключения между ними. Ее состав зависит от типа текущего документа
Панель свойств	Служит для настройки объекта при его создании и редактировании
Строка сообщений	Содержит сообщения системы, относящиеся к текущей команде или элементу рабочего окна, на который указывает курсор.
Дерево документа	Отражает порядок создания модели (чертежа) и связи между ее компонентами. Может располагаться только внутри окна документа

4 Структура чертежа в КОМПАС-3D

Помимо графического изображения, чертеж КОМПАС-3D содержит:

- рамку;
- основную надпись;
- знак неуказанной шероховатости;
- технические требования.

Геометрическая характеристика листа – формат. Она включает в себя собственно формат (A1, A2 и т.д.), кратность и ориентацию.

В состав чертежа системы КОМПАС-3D входят листы и виды (рисунок 2).

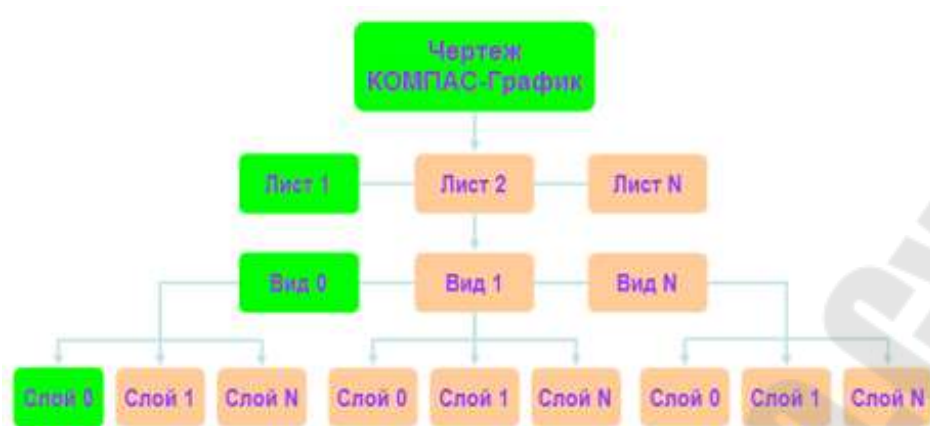


Рисунок 2 – Структура чертежа в КОМПАС-3D

4.1 Листы

Каждый лист отображается в чертеже в виде внешней и внутренней рамок формата с основной надписью. Все листы чертежа показываются на экране одновременно. Они располагаются вплотную друг к другу слева направо в порядке создания. Листы не связаны с изображением, хранящимся в чертеже. Можно считать их лежащими в специальном слое, который расположен поверх всех графических объектов. При удалении листа изображение остается на своем прежнем месте, а рамка вокруг него и основная надпись исчезают.

При создании нового чертежа в нем автоматически создается первый лист. Можно добавлять листы и изменить его параметры в любой момент работы над чертежом. Если чертеж включает несколько листов, то для каждого из них можно задать собственный формат и выбрать нужный тип основной надписи.

4.2 Виды

Вид является составной частью чертежа, служащей “контейнером” для изображения. Внутри вида графические объекты могут располагаться на одном или нескольких слоях. Существование изображения вне слоя и вида невозможно.

При создании нового чертежа в нем автоматически формируется системный вид с номером 0, а в виде – системный слой с номером 0. Если не создавать других видов и слоев, то все объекты в чертеже будут помещаться в системный вид на системный слой.

Внутри фрагмента разбиение на виды невозможно, так как фрагмент сам аналогичен системному виду чертежа.

4.3 Знак неуказанной шероховатости

При работе в КОМПАС-3D возможно автоматическое формирование и размещение знака неуказанной шероховатости. По умолчанию знак размещается в правом верхнем углу первого листа чертежа на расстоянии 7 мм от верхней линии рамки и 8 мм от правой линии.

Для простановки знака неуказанной шероховатости используется команда падающего меню Вставка > Неуказанная шероховатость > Ввод... На экране появится диалоговое окно ввода и редактирования знака (рисунок 3). Текст надписи можно ввести с клавиатуры или выбрать из меню, вызываемого двойным щелчком в заполняемом поле.

Изменить знак можно тремя способами:

- двойным щелчком левой кнопкой мыши по знаку;
- вызовом из его контекстного меню команды Редактировать неуказанную шероховатость;
- вызовом команды меню Вставка > Неуказанная шероховатость > Ввод....

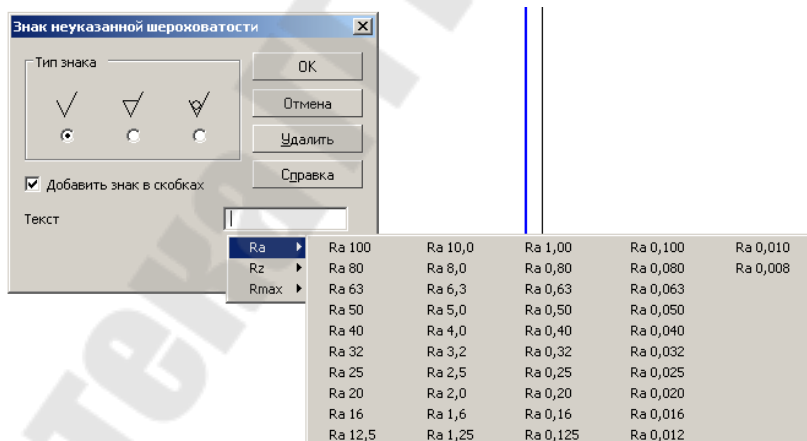


Рисунок 3 – Диалоговое окно ввода и редактирования знака неуказанной шероховатости

4.4 Технические требования

Ввод текста технических требований выполняется командой меню Вставка > Технические требования > Ввод. В режиме ввода доступны все возможности ввода, редактирования и форматирования текста. Ис-

пользование текстовых шаблонов ускоряет создание технических требований. Текст вводится строго в заданных для размещения технических требований границах (по ширине основной надписи).

5 Состав и назначение Менеджера документа

Основной инструмент, используемый для управления листами чертежа – диалоговое окно Менеджер документа (рисунок 4), предназначенное для работы с листами, видами и слоями.

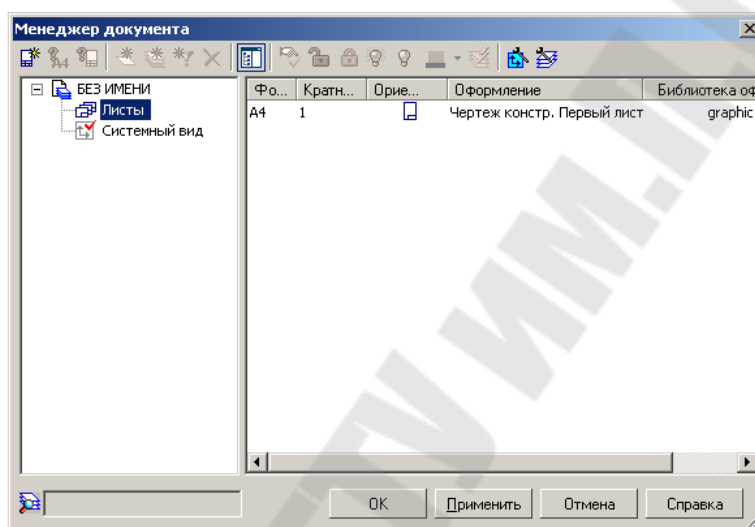


Рисунок 4 – Диалоговое окно Менеджер документа

Основные действия, выполняемые с помощью Менеджера документа:

- изменение свойств листов, видов и слоев;
- создание и удаление листов и слоев;
- выбор текущего вида и слоя;
- группирование слоев;
- копирование слоев между видами.

6 Использование видов в КОМПАС-3D

Вид как часть КОМПАС-чертежа – это “контейнер” для объектов, а также сами объекты, находящиеся в этом “контейнере”.

Основными характеристиками вида являются масштаб и положение. Их изменение приводит к масштабированию и перемещению всех объектов, расположенных в этом виде.

Вид чертежа не обязательно должен содержать какую-либо проекцию детали. Это может быть изолированное изображение. Объекты одного вида КОМПАС-3D могут формировать как одно изображение (вид, разрез, сечение, выносной элемент), так и сразу несколько. Не обязательно и само разбиение чертежа на виды. Чертеж может состоять из одного вида, который будет содержать все необходимые изображения. Но при работе в КОМПАС-3D рекомендуется разбивать всю графическую информацию в чертеже на виды, размещая каждое изображение в отдельном виде.

Такой подход дает следующие преимущества:

- получение изображения в различных масштабах без ручного пересчета размеров – он производится автоматически;
- удобство компоновки изображений на листе чертежа: каждый вид можно масштабировать, перемещать и поворачивать целиком, как один объект;
- возможность формирования ассоциативной связи между обозначениями стрелок взгляда, линий разреза/сечения, выносных элементов и обозначениями соответствующих изображений. Благодаря этой связи такие данные, как буква, номер листа автоматически передаются между обозначениями.

Эти возможности ускоряют создание сборочных чертежей, чертежей крупных объектов. В любой момент работы над чертежом можно разрешить/запретить редактирование видов (делая их активными или фоновыми), а также включить/отключить их отображение (делая их видимыми или погашенными).


6.1 Получение изображений в различных масштабах

При создании нового чертежа в нем автоматически формируется системный вид с масштабом 1 : 1. Параметры системного вида изменить нельзя. Чтобы в чертеже создать изображение в масштабе, отличном от 1, нужно сначала создать новый вид с нужным масштабом.

Для того чтобы в каждом новом чертеже создавался вид с требуемым масштабом, следует вызвать команду падающего меню Сервис > Параметры... > Новые документы > Графический документ > Параметры листа > Вид. В правой части появившегося диалогового окна нужно включить опцию Создавать новый вид и задать масштаб вида. Масштаб, заданный при настройке, автоматически передается в соответствующую графу основной надписи новых чертежей.

Масштабирование изображения производится системой автоматически, если до начала формирования изображения в чертеже создан вид с требуемым масштабом. В данном случае при черчении нужно вводить натуральные геометрические размеры, при простановке размеров их реальные значения будут определяться автоматически. Если впоследствии масштаб необходимо изменить, изображение не нужно вычерчивать заново – требуется лишь изменение масштаба вида, в котором это изображение расположено.

6.2 Создание вида и настройка его параметров

Для создания в чертеже простого (пользовательского) вида используется команда меню Вставка > Вид или кнопка  Создать новый вид компактной панели инструментов Ассоциативные виды.

После вызова этой команды курсор превратится в изображение координатных осей, а на Панели свойств необходимо настроить параметры вида (рисунок 5):

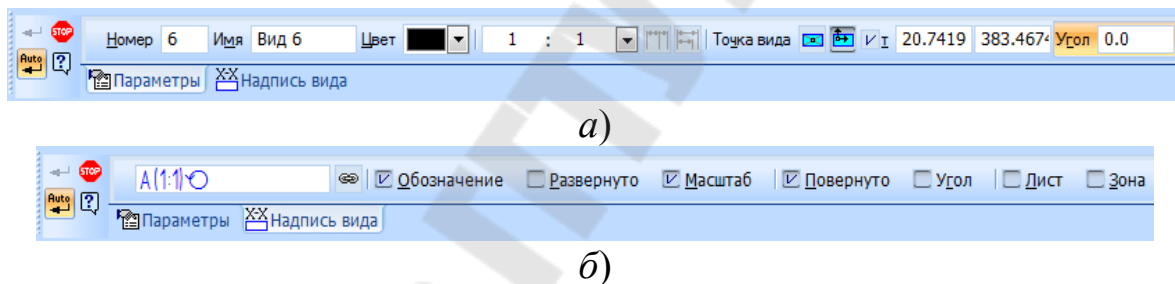


Рисунок 5 – Вкладки Панели свойств команды создания пользовательского вида: а – Вкладка Параметры;
б – Вкладка Надпись вида

На вкладке Параметры необходимо задать:

- Номер – поле, содержащее порядковый номер вида. По умолчанию виду присваивается первый свободный номер.
- Имя – поле, содержащее название вида.
- Цвет – список, позволяющий изменить цвет для объектов вида;
- Масштаб – список, позволяющий выбрать масштаб вида. Можно ввести масштабный коэффициент с клавиатуры.
- Точка вида – группа переключателей, позволяющая выбрать положение базовой точки вида.

- Точка привязки – поля координат точки, с которой должна совпадать базовая точка этого вида, в абсолютной системе координат.

- Угол – поле ввода угла поворота вида вокруг его базовой точки.

На вкладке Обозначение вида необходимо выбрать элементы обозначения – текстового объекта, входящего в состав вида. Обозначение вида используется для автоматического формирования надписи, обозначающей разрез, сечение, выносной элемент.

Каждый элемент обозначения вида ассоциативно связан с объектом оформления – обозначением выносного элемента, линии разреза/сечения или стрелки взгляда, которое является источником элемента “буквенное обозначение” в обозначении вида. Обозначение объекта оформления состоит из элементов: буква, номер листа, номер зоны.

Все элементы обозначений, кроме буквы, в составе обозначения объекта оформления являются ссылками. Для обозначения вида источниками ссылки являются объект оформления, связанный с видом, и параметры самого вида. Для обозначения объекта оформления источником ссылки является вид, с которым связано обозначение. Ссылки формируют ассоциативные связи между обозначением вида и обозначением связанного с ним объекта оформления, благодаря чему обозначения вида и объекта оформления соответствуют друг другу.

Вкладка Обозначение вида Панели свойств содержит:

- Окно просмотра обозначения вида;

- Вставить ссылку – кнопка, позволяющая создать или изменить в обозначении вида ссылку на объект оформления.

- Буквенное обозначение – опция, управляющая связью вида с объектом оформления. Выключение опции разрывает связь и последующее включение опции становится невозможным. Для повторного формирования связи следует нажать кнопку Вставить ссылку;

- “Развернуто” – включает/не включает в обозначение вида значок “развернуто”;

- Масштаб вида – включает/ не включает в обозначение вида его текущий масштаб;

- “Повернуто” – включает/не включает в обозначение вида значок “повернуто”;

- Угол поворота – включает/не включает в обозначение вида значение угла поворота. Опция доступна, если включена опция “Повернуто”;

- Лист – опция, управляющая включением в обозначение вида ссылки на номер листа чертежа, где располагается связанный с видом

объект оформления. Опция доступна, если включена опция Буквенное обозначение.

- Обозначение зоны – опция, управляющая включением в обозначение вида ссылки на обозначение зоны чертежа, где располагается связанный с видом объект оформления.



Любой из этих элементов можно включить в обозначение вида или исключить из него, т. е. включить или отключить любую связь.

7 Техника слоев в КОМПАС-3D

Слои создаются внутри видов чертежа, т.е. каждый вид может содержать некоторое количество собственных слоев. В каждом виде чертежа и во фрагменте возможно создание до 2 147 483 647 слоев.

Разбиение фрагмента или вида чертежа на слои необязательно. При создании нового фрагмента или вида чертежа в нем автоматически создается слой с номером 0, где можно сразу начинать работу.

Создание новых слоев и управление слоями производится в диалоговом окне Менеджер документа.

Создание нового слоя осуществляется командой выпадающего меню Вставка > Слой или кнопкой  Состояние слоев на панели Текущее состояние. На экране появится диалоговое окно Менеджер документа. В Дереве листов, видов и слоев необходимо выделить объект (вид, группу свойств или группу слоев) для добавления нового слоя и нажать кнопку  Создать слой на панели инструментов Менеджера документа.

Переключение между слоями, изменение состояния и параметров слоя, выделение и удаление слоев осуществляется аналогично таким же действиям, выполняемым при работе с видами.

Изменить свойства текущего слоя невозможно.

8 Создание технических требований

При вводе и редактировании текста технических требований (ТТ) меню Файл содержит специальные команды для работы с ТТ:

- Закрывать – Чертеж – позволяет закрыть чертеж, которому принадлежат редактируемые технические требования. Окно технических требований также закрывается.

- **Закреть** – Технические требования – позволяет закрыть окно редактируемых технических требований. Окно чертежа, которому они принадлежат, остается открытым.
- **Сохранить – В чертеж** – позволяет записать ТТ в содержащий их чертеж. Запись чертежа на диск не производится.
- **Сохранить – С чертежом в файл** – позволяет записать ТТ в содержащий их чертеж, а сам чертеж – на диск. После выполнения команды активным остается окно технических требований.
- **Сохранить как – Текстовый документ** – позволяет записать текст технических требований в отдельном файле текстового документа КОМПАС-3D (.kdw).
- **Сохранить как – С чертежом в файл** – позволяет записать чертеж, содержащий редактируемые ТТ, под другим именем или в другой каталог. После выполнения команды активным становится окно технических требований вновь записанного чертежа.

9 Порядок выполнения работы

- 9.1 Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
- 9.2 Создать новый файл с типом документа **Чертеж**.
- 9.3 Сохранить файл на диске.
- 9.4 Освоить элементы интерфейса системы КОМПАС-3D.
- 9.5 Начертить объекты согласно заданию преподавателя, используя различные способы задания параметров объектов.
- 9.6 Создать в чертеже новый лист. Установить для листов альбомную ориентацию и формат А3.
- 9.7 Заполнить основную надпись чертежа, установив автоматическую нумерацию листов и масштаб изображения 1 : 2.
- 9.8 Создать два новых вида, настроить их параметры и обозначения.
- 9.9 Создать на 1-ом листе чертежа технические требования в соответствии с чертежом индивидуального задания, выданного преподавателем.
- 9.10 Оформить отчет по лабораторной работе.

10 Контрольные вопросы

- 10.1 Основные компоненты системы КОМПАС-3D?
- 10.2 Какие типы документов можно создавать в КОМПАС-3D?
- 10.3 Какие основные элементы интерфейса имеет система КОМПАС-3D?
- 10.4 Какие элементы входят в состав чертежа КОМПАС-3D?
- 10.5 Как осуществляется простановка и изменение знака неуказанной шероховатости на чертеже?
- 10.6 Как можно изменить оформление и формат листа?
- 10.7 Каково назначение вида КОМПАС-чертежа и в чем заключается преимущество использования видов?
- 10.8 Как создать новый вид и настроить его параметры?
- 10.9 Как выполняется редактирование вида и компоновка видов на листе?
- 10.10 Как создается новый слой и выполняется управление слоями чертежа?
- 10.11 В чем состоит назначение использования слоев?
- 10.12 Какие команды используются для работы с техническими требованиями?

Лабораторная работа № 2.

Создание геометрических объектов средствами чертежно-графического редактора КОМПАС-График

Цель работы: изучение возможностей графического редактора КОМПАС-График, способов создания и редактирования геометрических объектов на чертежах.

1 Общие сведения о геометрических объектах

К геометрическим объектам в системе КОМПАС-3D относятся: точки, прямые, отрезки, окружности, эллипсы, дуги, многоугольники, ломаные, кривые, штриховки, заливки, эквидистанты, контуры.

Команды создания этих объектов сгруппированы в меню Инструменты > Геометрия и на панели Геометрия (рисунок 1).



Рисунок 1 – Панель инструментов Геометрия

Внешний вид геометрического объекта определяется его стилем. В составе КОМПАС-3D имеются системные стили точек, кривых и штриховок, которые соответствуют стандартным. Возможно создание пользовательских стилей кривых и штриховок.

2 Команды построения геометрических объектов

Система КОМПАС-3D предоставляет различные способы построения каждого из геометрических объектов панели Геометрия. Кнопки панели сгруппированы по типам объектов, ввод которых они вызывают (например, группа кнопок для ввода точек, окружностей и т. д.). Каждая кнопка имеет черный треугольник в правом нижнем углу, что позволяет вызвать расширенную панель команд.

2.1 Построение точек

Расширенная панель команд построения точек представлена на рисунке 2.

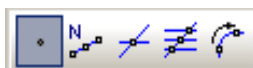


Рисунок 2 – Расширенная панель команд построения точек

На панели расположены кнопки управления следующих команд:

- Точка – построение произвольно расположенной точки.
- Точки по кривой – построение нескольких точек, разбивающих кривую на равные участки.
- Точки пересечений двух кривых – построение точек в местах пересечений кривых.
- Все точки пересечений кривой – построение точек в местах всех пересечений указанной кривой с другими кривыми.
- Точка на заданном расстоянии – построение точки на кривой, находящейся на заданном расстоянии от выбранной точки на этой кривой (базовой точки) и друг от друга.

2.2 Построение вспомогательных прямых

Вспомогательные прямые нужны для предварительных построений или для задания проекционной связи между видами. Прямые имеют стиль Вспомогательная. Они не выводятся на печать.

Расширенная панель команд построения вспомогательных прямых представлена на рисунке 3.

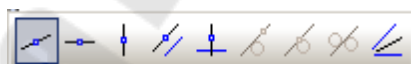


Рисунок 3 – Расширенная панель команд построения вспомогательных прямых

На панели расположены кнопки управления следующих команд:

- Вспомогательная прямая – строит произвольно расположенную прямую.
- Горизонтальная прямая – построение горизонтальной прямой, проходящей через указанную точку.
- Вертикальная прямая – построение вертикальной прямой, проходящей через указанную точку.
- Параллельная прямая – построение прямой, параллельной прямолинейному объекту.

- Перпендикулярная прямая – построение прямой, перпендикулярной прямолинейному объекту. Выполняется аналогично параллельной прямой.
- Касательная прямая через внешнюю точку – построение прямой, касательной к объекту и проходящей через точку, заданную вне этого объекта.
- Касательная прямая через точку кривой – построение прямой, касающейся объекта в точке, заданной на нем.
- Прямая, касательная к двум кривым – построение прямой, касательной к двум объектам.
- Биссектриса – построение биссектрисы угла, образованного двумя указанными прямолинейными объектами.

2.3 Построение отрезков

Расширенная панель команд построения отрезков представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Расширенная панель команд построения отрезков

На панели расположены кнопки вызова следующих команд:

Отрезок – построение произвольного отрезка.

После вызова команды нужно:

- задать начальную точку отрезка;
- задать конечную точку отрезка. Длина и угол наклона отрезка будут определены автоматически.

Если известны длина и угол, следует ввести их значения в поля на Панели свойств. Положение конечной точки отрезка будет определено автоматически.

• **Параллельный отрезок** – построение отрезка, параллельного прямолинейному объекту.

После вызова команды нужно:

- указать объект, параллельно которому пройдет отрезок;
- задать начальную точку отрезка. Расстояние от базового объекта до параллельного определится автоматически.

Это расстояние можно ввести в поле **Расстояние** на **Панели свойств** перед заданием положения начальной точки отрезка.

- задать положение конечной точки отрезка;

○ если известна длина отрезка, следует ввести ее значение в поле **Длина** на **Панели свойств**.

• **Перпендикулярный отрезок** – построение отрезка, перпендикулярного прямолинейному объекту. Выполняется аналогично построению параллельного отрезка.

• **Касательный отрезок из внешней точки** – построение отрезка, касательного к объекту.

После вызова команды нужно:

- указать кривую, касательно к которой пройдет отрезок;
- указать начальную точку отрезка вне кривой.

По умолчанию конечной точкой отрезка является точка касания. Можно изменить длину отрезка, введя ее значение в поле **Длина** на **Панели свойств**. На экране появятся фантомы всех отрезков, касательных к выбранному объекту и проходящих через указанную точку.

- активизировать подходящий фантом и зафиксировать его.

• **Касательный отрезок через точку кривой** – построение отрезка, касательного к объекту и проходящего через указанную точку.

После вызова команды нужно:

- если известна точка на объекте, через которую должен пройти отрезок, нужно указать объект в этой точке;
- если известен угол наклона касательного отрезка, нужно ввести его в поле **Угол** на **Панели свойств**;

○ указать точку, определяющую длину отрезка, или ввести ее значение в поле **Длина** на **Панели свойств**;

- зафиксировать появившийся фантом касательного отрезка.

• **Отрезок, касательный к двум кривым**

По умолчанию система предлагает построение отрезков с концами в точках касания.

После вызова команды нужно указать две кривые, касательно к которым должен пройти отрезок; можно ввести значение длины отрезка в поле **Длина** на **Панели свойств** – на экране будут показаны фантомы всех отрезков, касательных к указанным кривым, затем активизировать подходящий и зафиксировать его.

2.4 Построение окружностей

По умолчанию окружности строятся без осевых линий – в группе оси на **Панели свойств** активен переключатель **Без осей**. Чтобы

окружность имела осевые линии, надо активизировать переключатель **С осями**.

Расширенная панель команд построения окружностей приведена на рисунке 5.



Рисунок 5 – Расширенная панель команд построения окружностей

Рассмотрим команды этой панели (слева направо):

- **Окружность** – построение произвольной окружности.

После вызова команды нужно:

- указать центр окружности;
- указать либо положение точки, через которую проходит окружность, либо значение радиуса или диаметра окружности в поле ввода параметра на **Панели свойств**.

По умолчанию система ожидает ввода диаметра – в группе параметров на **Панели свойств** активен переключатель **Диаметр**. Для ввода радиуса надо активизировать переключатель **Радиус**.

- **Окружность по трем точкам** – построение окружности, проходящей через три заданные точки.

После вызова команды нужно задать три точки, через которые должна пройти окружность. Координаты центра окружности и ее радиус будут определены автоматически.

- **Окружность с центром на объекте** – построение окружности с центром на указанной кривой.

После вызова команды нужно:

- указать объект, где должен лежать центр окружности;
- задать первую точку, через которую пройдет окружность;
- задать положение второй точки, лежащей на окружности, либо значение радиуса или диаметра окружности в поле ввода параметра на **Панели свойств**.

На экране появятся фантомы всех окружностей, удовлетворяющих заданным параметрам.

- активизировать подходящий фантом и зафиксировать его.

- **Окружность, касательная к кривой**

После вызова команды нужно:

- указать объект, которого должна касаться окружность;
- задать положение 1-й и 2-й точек окружности;

Можно ввести радиус или диаметр окружности в поле ввода параметра на **Панели свойств** перед заданием 2-ой точки. Однако построение касательной окружности возможно не при всех комбинациях положения 1-й точки и значения радиуса. О невозможности построения свидетельствует исчезновение фантома окружности после ввода значения радиуса;

- если известна точка центра окружности, нужно задать ее;

На экране появятся фантомы всех окружностей, имеющих заданные параметры и касательных к указанной кривой;

- активизировать подходящий фантом и зафиксировать его.

• **Окружность, касательная к двум кривым**

После вызова команды нужно:

- указать объекты, которых должна касаться окружность;

○ задать точку, принадлежащую создаваемой окружности, или ввести в поле ввода параметра на **Панели свойств** значение радиуса или диаметра окружности;

На экране появятся фантомы всех окружностей, имеющих заданные параметры и касательных к указанным кривым;

- выбрать нужный фантом и зафиксировать его.

• **Окружность, касательная к трем кривым**

После вызова команды нужно

○ указать первый, второй и третий объекты, касательно к которым должна пройти окружность;

Если среди указанных объектов есть эллипс или сплайн, система запросит указания примерного местоположения окружности.

На экране появятся фантомы всех вариантов окружностей, касательных к указанным объектам.

- активизировать подходящий фантом и зафиксировать его.

• **Окружность по двум точкам** – построение окружности, проходящей через две заданные точки.

После вызова команды нужно:

- задать первую точку, через которую пройдет окружность.

○ ввести диаметр или радиус в поле ввода параметра на **Панели свойств**.

- задать вторую точку, через которую пройдет окружность.

Если 1-я и 2-я точки диаметрально противоположны, то радиус или диаметр определяется автоматически.

2.5 Построение эллипсов

При построении эллипсов с помощью всех нижеописанных команд управление отрисовкой осевых линий производится также, как при создании окружностей.

Команды построения эллипсов находятся на инструментальной панели Геометрия:

- **Эллипс** – построение произвольного эллипса.

После вызова команды нужно:

- указать центральную точку эллипса.
- задать величину первой полуоси эллипса, указав конечную точку полуоси или задав длину полуоси в поле **Длина1** на **Панели свойств**. Угол наклона первой полуоси к оси абсцисс текущей СК определяется автоматически.

Перед указанием величины первой полуоси можно задать точное значение угла ее наклона в поле **Угол** на **Панели свойств**.

- задать величину второй полуоси эллипса аналогично.
- **Эллипс по диагонали габаритного прямоугольника.**
- **Эллипс по центру и вершине габаритного прямоугольника.**
- **Эллипс по центру, середине стороны и вершине описанного параллелограмма.**
- **Эллипс по трем вершинам описанного параллелограмма.**
- **Эллипс по центру и трем точкам.**
- **Эллипс, касательный к двум кривым.**

2.6 Построение дуг окружностей

По умолчанию дуга строится против часовой стрелки. При этом в группе **Направление** на **Панели свойств** активен переключатель **Построение против часовой стрелки**. Чтобы изменить направление построения на противоположное, нужно активизировать переключатель **Построение по часовой стрелке**. При построении дуги по трем точкам ее направление определяется порядком указания точек, поэтому на **Панели свойств** нет переключателя направления.

Команды построения дуг окружностей расположены на инструментальной панели Геометрия:

- **Дуга** – построение произвольной дуги.

После вызова команды нужно:

○ задать центральную и начальную точки дуги, указав их мышью или задав значения угла и радиуса (или диаметра) в соответствующие поля **Панели свойств**;

○ задать конечную точку дуги.

• **Дуга по трем точкам** – построение дуги с заданными конечными точками и точкой, лежащей на дуге.

После вызова команды нужно указать начало дуги, точку, через которую должна пройти дуга, и конец дуги. Координаты центра и радиус дуги будут рассчитаны автоматически.

• **Дуга, касательная к кривой**

После вызова команды нужно:

○ указать объект, которого должна касаться дуга;

○ задать точку, через которую должна пройти дуга;

○ задать конечную точку дуги. Координаты центра дуги и ее радиус будут рассчитаны автоматически.

Можно ввести радиус или диаметр дуги в поле **Панели свойств** перед заданием второй точки. Построение касательной дуги возможно не при всех комбинациях положения первой точки на дуге и значения радиуса. О невозможности построения свидетельствует исчезновение фантома дуги после ввода радиуса.

На экране появятся фантомы всех вариантов дуг, удовлетворяющих заданным параметрам.

○ активизировать подходящий фантом и зафиксировать его.

• **Дуга по двум точкам** – построение дуги с заданными конечными точками.

После вызова команды нужно:

○ ввести значение радиуса или диаметра создаваемой дуги в соответствующее поле на **Панели свойств**;

○ задать начальную и конечную точки дуги.

При построении дуги по диаметрально противоположным точкам радиус/диаметр определяется системой после указания точек.

• **Дуга по двум точкам и углу раствора** – построение дуги, начинающейся и заканчивающейся в заданных точках и имеющей определенный угол раствора.

После вызова команды нужно:

○ ввести в поле **Угол на Панели свойств** величину угла раствора дуги (по умолчанию она равна 90°);

○ задать начальную и конечную точки дуги.

Координаты центральной точки дуги и ее радиус рассчитываются автоматически.

2.7 Построение многоугольников

Многоугольники в КОМПАС-3D являются едиными объектами, а не наборами отрезков. Они выделяются и редактируются целиком. При построении прямоугольников и многоугольников с четным количеством углов возможна автоматическая отрисовка осевых линий. Управление отрисовкой осевых линий производится так же, как при создании окружностей.

Рассмотрим команды этой группы:

- **Прямоугольник** – построение прямоугольника.

После вызова команды нужно задать первую, а затем вторую вершины прямоугольника (при этом высота и ширина прямоугольника будут определены автоматически) или ввести значения высоты и ширины в поля **Панели свойств**.

- **Прямоугольник по центру и вершине** – построение прямоугольника с заданным центром.

После вызова команды нужно задать центр прямоугольника, а затем его вершину (при этом высота и ширина прямоугольника будут определены автоматически) или ввести значения высоты и ширины в поля **Панели свойств**.

- **Многоугольник** – построение правильного многоугольника.

По умолчанию многоугольник строится по вписанной окружности. При этом в группе **Тип** активен переключатель **По вписанной окружности**. Для изменения способа построения необходимо сделать активным переключатель **По описанной окружности**.

После вызова команды нужно:

- ввести число вершин многоугольника в поле **Количество вершин** на **Панели свойств**;

- задать точку центра многоугольника;

○ если известно положение одной из вершин (при построении по описанной окружности) или середины одной из сторон (при построении по вписанной окружности) создаваемого многоугольника, следует задать эту точку;

- если известны радиус или диаметр, а также угол наклона многоугольника, ввести их в поля на **Панели свойств**.

2.8 Построение лекальных кривых

По умолчанию строится разомкнутая лекальная кривая. При этом в группе **Режим** на **Панели свойств** активен переключатель **Разомкнутая кривая**. Для создания замкнутой кривой используется переключатель **Замкнутая кривая**.

Рассмотрим команды этой группы:

- **Ломаная** – построение ломаной линии, состоящей из отрезков прямых.

После вызова команды нужно:

- последовательно задать вершины ломаной;
- зафиксировать созданную ломаную, нажав кнопку **Создать объект** на **Панели свойств**.

Построенная ломаная является единым объектом чертежа, она будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком.

Можно изменять положение характерных точек ломаной в процессе ее построения. Для этого следует нажать кнопку **Редактировать точки** на **Панели специального управления**, подвести курсор к любой характерной точке (эти точки отображаются в виде черных квадратиков) – форма курсора изменится: он превратится в четырехстороннюю стрелку, и изменить положение точек любым способом или удалить ненужные точки. Возможно добавление характерных точек. Для этого необходимо щелкнуть мышью на нужном звене – оно будет разбито на две части новой точкой, расположенной в указанном месте. Можно “перетащить” ее в любое место. Выход из режима редактирования: отжать кнопку **Редактировать точки**.

- **NURBS** – построение NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline, нерегулярного рационального B-сплайна).

После вызова команды нужно, последовательно задав опорные точки NURBS, зафиксировать созданную кривую, нажав кнопку **Создать объект**. В полях **Панели свойств** можно задать характеристики кривой – вес каждой точки и порядок кривой.

- **Кривая Безье** – частный случай NURBS.

После вызова команды нужно задать точки, через которые должна пройти кривая, и зафиксировать ее кнопкой **Создать объект**.

2.9 Нанесение штриховок

Штрихование и заливка цветом областей графического документа в системе КОМПАС-3D сходны по способу их построения.

Для создания штриховки и заливки нужно задать ее границы и параметры. Способы задания границ общие для штриховки и заливки.

Для настройки параметров штриховки служат элементы управления, расположенные на вкладке **Штриховка Панели свойств**:

- **Стиль.**
- **Цвет.**
- **Базовая точка** – условная точка, от которой начинается штриховка. При изменении ее координат линии штриховки смещаются по вертикали и/или по горизонтали.
- **Шаг** – шаг линий штриховки.
- **Угол** – угол поворота штриховки вокруг ее базовой точки.
- **Тип заполнения** – заполнение штриховкой всей области внутри границ или построение штриховки полосой вдоль границы.
- **Ширина полосы штрихования**
- **Расположение штриховки относительно контура** – расположение полосы штриховки слева или справа от границы.

2.10 Выполнение фасок и скруглений на объектах

По умолчанию для фаски и скругления используется тот стиль линии, который имеет первый из указанных объектов. Фаска или скругление на углах объекта имеют тот же стиль, что и объект.

Возможно два способа построения фаски/скругления:

- *с усечением объектов* – части первого/второго объектов, оставшиеся после создания фаски/скругления, удаляются;
- *без усечения объектов* – части первого/второго объектов, оставшиеся после создания фаски/скругления, не удаляются.

Можно выбрать способ построения фаски/скругления для обоих ее элементов индивидуально. Для этого в группах **Элемент 1** и **Элемент 2** на **Панели свойств** нужно активизировать переключатель **Усекать элемент** или **Не усекать элемент**.

Создание фасок и скруглений осуществляется с помощью следующих команд:



- **Фаска между пересекающимися объектами** – построение отрезка, соединяющего две пересекающиеся кривые.

После вызова команды нужно:

- с помощью группы переключателей **Тип** на **Панели свойств** указать способ построения фаски: по двум длинам или по длине и углу;
- ввести параметры фаски в поля на **Панели свойств**;
- указать первый и второй объекты, между которыми нужно построить фаску.

• **Фаска на углах объекта** – построение фаски на углах объектов следующих типов: контур, ломаная или многоугольник.

После вызова команды нужно:

- с помощью группы переключателей **Тип**   на **Панели свойств** указать способ построения фаски;
- ввести параметры фаски в поля на **Панели свойств**;
- указать курсором угол объекта, на котором необходимо построить фаску. Первым объектом для построения фаски будет считаться ближайшее к указанной точке звено.

По умолчанию фаска строится только на указанном угле контура (активен переключатель **На указанном угле**). Чтобы фаски с заданными параметрами одновременно создавались на всех углах контура, нужно активизировать переключатель **На всех углах контура** на **Панели свойств**.

• **Скругление** – построение скругления дугой окружности между двумя пересекающимися объектами.

После вызова команды нужно:

- ввести радиус скругления в поле на **Панели свойств**;
- указать два объекта, между которыми нужно построить скругление.

• **Скругление на углах объекта** – построение скругления дугами окружности на углах объектов следующих типов: контур, ломаная или многоугольник.

После вызова команды нужно:

- ввести радиус скругления в поле на **Панели свойств**;
- указать угол контура, многоугольника или ломаной, на котором необходимо построить скругление.

3 Порядок выполнения работы

3.1 Изучить теоретическую часть лабораторной работы.

3.2 Освоить команды создания и редактирования геометрических объектов, описанные в теоретической части лабораторной работы.

3.3 Выполнить чертеж изделия согласно заданию преподавателя. При выполнении чертежа изобразить три вида изделия (главный вид, вид сверху и вид слева), используя приемы работы с элементами оформления, видами и слоями чертежа, изученные в лабораторной работе 1. Заполнить основную надпись и технические требования чертежа.

3.4 Оформить отчет по лабораторной работе.

4 Контрольные вопросы

4.1 Какими способами в КОМПАС-3D можно построить точки?

4.2 Какими способами в КОМПАС-3D выполняется построение вспомогательных кривых?

4.3 Какими способами в КОМПАС-3D можно построить отрезки?

4.4 Какими способами в КОМПАС-3D осуществляется построение окружностей?

4.5 Какими способами в КОМПАС-3D осуществляется построение дуг окружностей?

4.6 Какими способами в КОМПАС-3D осуществляется построение эллипсов?

4.7 Какими способами в КОМПАС-3D можно построить многоугольники?

4.8 Какие лекальные кривые и как можно построить в КОМПАС-3D?

4.9 Как можно построить непрерывную последовательность отрезков, дуг и сплайнов?

4.10 Как осуществляется построение линии?

4.11 Как выполняется построение фаски на объектах?

4.12 Как выполняется построение скруглений на объектах?

Лабораторная работа № 3. Простановка размеров и условных обозначений на чертежах средствами КОМПАС-ГРАФИК

Цель работы: изучение способов простановки размеров и условных обозначений на чертежах в чертежно-графическом редакторе КОМПАС-ГРАФИК.

1 Команды простановки размеров

КОМПАС-3D позволяет создать в графическом документе любой из предусмотренных ЕСКД вариантов размеров.

Элементы управления, находящиеся на вкладке **Размер**, определяют геометрическое положение размера на чертеже и размерный текст. При простановке любого размера в системе КОМПАС-3D необходимо указать: точки привязки размера **t1** и **t2** (точки выхода выносных линий) либо объекты, которые следует образмерить, а затем – точку положения размерной линии **t3**.

Элементы управления, содержащиеся на вкладке **Параметры**, определяют внешний вид проставляемого размера.

1.1 Команда Авторазмер

Команда применяется для быстрой простановки размеров часто применяемых типов (простые линейные, угловые, радиальные и т. д.).

После вызова команды необходимо указать базовые объекты размера: кривые или точки. В зависимости от того, какие объекты указаны, система автоматически определит тип создаваемого размера.

Правила указания базовых объектов при работе с командой:

- если при указании объекта в “ловушку” курсора попала характерная точка объекта, то считается, что указана **точка**, а не объект;
- если при указании объекта в “ловушку” курсора не попала ни одна характерная точка этого объекта, то считается, что указан объект, т. е. **кривая**;
- если в “ловушку” попали несколько объектов, то указанным считается объект (**точка** или **кривая**), ближайший к центру ловушки,
- при использовании привязок *Ближайшая точка*, *Середина* или *Пересечение* указанной считается **точка**, а не кривая, которой она принадлежит.

1.2 Команды простановки линейных размеров

Система позволяет проставлять линейные размеры различными способами. Большинство параметров при разных способах простановки одинаковы. Различие состоит в порядке указания характерных точек и образмериваемых объектов.

Рассмотрим команды простановки линейных размеров:

- **Линейный размер** После вызова команды нужно задать точки привязки размера, а при необходимости отредактировать размерный текст и выбрать параметры отрисовки размера, затем задать точку, определяющую положение размерной линии.

По умолчанию размерная линия параллельна линии, проходящей через точки привязки размера. При этом на вкладке **Размер Панели свойств** в поле **Тип** активен переключатель **Параллельно объекту**. Чтобы построить горизонтальный или вертикальный размер, следует активизировать соответствующий переключатель.

- **Линейный от общей базы.**

Команда применяется для построения группы линейных размеров с общей базой (рисунок 1).

После вызова команды необходимо:

- задать первую точку привязки **т1**. Она будет общей для группы создаваемых размеров;
- задать вторую точку привязки **т2** для первого размера группы;
- при необходимости, отредактировать размерную надпись и выбрать параметры отрисовки размера на вкладке **Параметры Панели свойств**;
- задать точку, определяющую положение размерной линии **т3**;
- задать точки **т2**, **т3** для остальных размеров группы.

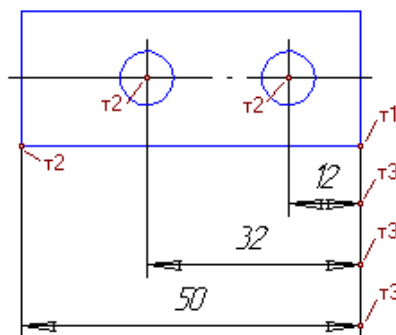


Рисунок 1 – Простановка линейных размеров от общей базы

Группа размеров, построенная с помощью данной команды, не является единым объектом – это несколько простых линейных размеров, первые точки привязки которых совпадают. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры, необходимо после настройки первого размера включить опцию **По умолчанию** на вкладке **Параметры Панели свойств**.

Чтобы перейти к простановке группы размеров от другой базы, нужно расфиксировать первую базовую точку (поле **t1** на вкладке **Размер Панели свойств**) и задать ее новое положение.

- **Линейный цепной**

Команда применяется для построения цепи линейных размеров (рисунок 2). После вызова команды необходимо:

- задать первую точку привязки размера **t1**;
- задать вторую точку привязки размера **t2**;
- В группе переключателей **Тип** на вкладке **Размер Панели свойств** можно установить ориентацию всех размеров цепи (вертикальный или горизонтальный). Выбор ориентации возможен только до фиксации первого размера цепи.
- при необходимости, отредактировать размерную надпись и выбрать параметры отрисовки размера на вкладке **Параметры Панели свойств**;
- задать точку, определяющую положение размерной линии **t3**. Это положение будет одинаковым для всех размеров цепи;
- задать точки **t2** для остальных размеров группы.

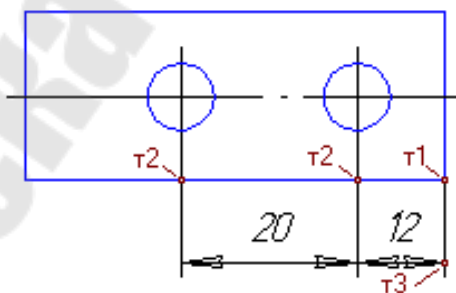


Рисунок 2 – Простановка цепи линейных размеров

Группа размеров, построенная с помощью этой команды, не является единым объектом – это цепь простых линейных размеров, где первая точка привязки каждого последующего размера совпадает со второй точкой привязки предыдущего; размерные линии расположены на одной прямой. Поэтому, если у всех размеров цепи должны

быть одинаковые параметры, следует после настройки первого размера включить опцию **По умолчанию** на вкладке **Параметры**.

- **Линейный с общей размерной линией.**

Команда применяется для построения группы линейных размеров с общей размерной линией (рисунок 3).

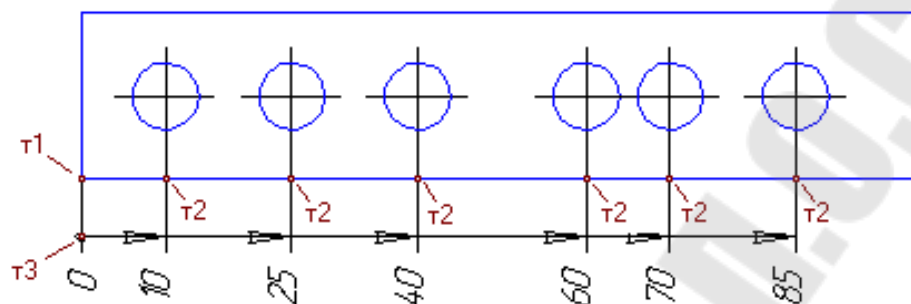


Рисунок 3 –Линейные размеры с общей размерной линией

После вызова команды необходимо:

- задать первую точку привязки **t1** для группового размера;
- затем задать вторую точку привязки **t2**;
- задать точку, определяющую положение размерной линии **t3**.

Это положение будет одинаковым для всех размеров группы;

- затем задать точки **t2** для остальных размеров группы.

Группа линейных размеров с общей размерной линией не является единым объектом – это цепь линейных размеров с совпадающими первыми точками привязки и специальным образом расположенными размерными надписями. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры, следует после настройки первого размера включить опцию **По умолчанию** на вкладке **Параметры**.

- **Линейный с обрывом.**

После вызова команды необходимо указать отрезок, от которого требуется проставить размер с обрывом, ввести размерный текст и задать точку, определяющую положение размерной линии и ее длину.

Построение размера с обрывом имеет следующие особенности:

- текст размерной надписи вводится только вручную;
- если размерная надпись расположена на полке, то ее линия-выноска начинается от середины размерной линии.

- **Линейный от отрезка до точки.**

Команда применяется при построении линейного размера между двумя геометрическими элементами – отрезком и произвольной точкой, в том числе характерной точкой другого объекта (рисунок 4).

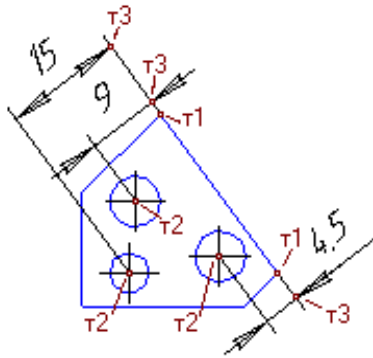


Рисунок 4 – Пример простановки размера между отрезком и точкой

После вызова команды необходимо:

- указать отрезок, от которого проставляется размер. Выносные линии размера будут параллельны этому отрезку, а один из его концов будет первой точкой привязки размера;
- задать точку, до которой проставляется размер, – вторую точку привязки размера **t2**;
- при необходимости, отредактировать размерную надпись и выбрать параметры отрисовки размера на вкладке **Параметры Панели свойств**;
- задать точку **t3** положения размерной линии и текста. Тот конец отрезка, ближе к которому окажется размерная линия, будет принят за первую точку привязки размера **t1**.

1.3 Команда ДиаметральнЫй размер

Команда применяется для построения диаметрального размера.

После вызова команды необходимо указать окружность, которую требуется образмерить.

Размерная линия может быть полная или с обрывом. Для выбора нужного варианта предназначена группа переключателей **Тип** на вкладке **Размер Панели свойств**. Размерная линия с обрывом выходит за центр окружности на расстояние, равное $1/5$ ее радиуса, но не менее чем на расстояние, установленное в документе для выхода размерной линии за текст в разделе **Размеры>Параметры** окна настройки параметров текущего документа.

При необходимости можно отредактировать размерную надпись и выбрать параметры отрисовки размера на вкладке **Параметры Панели свойств**.

1.4 Команды простановки радиальных размеров

Рассмотрим команды простановки радиальных размеров:

- **Радиальный размер** – применяется для построения простого радиального размера.

После вызова команды необходимо указать окружность или дугу окружности, которую требуется образмерить.

Радиальный размер может быть проставлен *от центра* или *не от центра окружности (дуги)*. В обоих случаях размерная линия принадлежит прямой, проходящей через центр образмериваемой окружности. Отличие состоит в том, что при простановке от центра длина его размерной линии не может быть меньше радиуса. Если размер проставлен не от центра, то длина размерной линии может быть любой. Для выбора нужного варианта предназначена группа переключателей **Тип вкладки Размер Панели свойств**.

- **Радиальный с изломом** – применяется, когда требуется образмерить дугу очень малой кривизны.

В этом случае размерная линия представляет собой ломаную, причем то ее звено, которое оканчивается размерной стрелкой, совпадает с истинным радиусом, проведенным в выбранную точку дуги.

После вызова команды необходимо указать окружность или дугу окружности, которую требуется образмерить, задать положение фиктивного центра окружности (расположен ближе к дуге, чем фактический центр). При необходимости можно отредактировать размерный текст и изменить его положение.

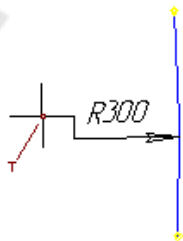


Рисунок 5 – Радиальный размер с изломом

1.5 Команды простановки угловых размеров

Система КОМПАС-3D предоставляет широкие возможности простановки угловых размеров.

Для простановки угловых размеров всех типов требуется указывать базовые прямолинейные объекты, которые являются сторонами

угла. В качестве базового прямолинейного объекта можно использовать отрезок, звено ломаной или сторону многоугольника.

Рассмотрим команды этой группы:

- **Угловой размер** – применяется для простановки простого углового размера. После вызова команды необходимо:

- указать первый базовый объект. Одна из его конечных точек будет принята за первую точку привязки размера **т1**;

- затем указать второй базовый объект. Одна из его конечных точек будет второй точкой привязки размера **т2**;

- при необходимости можно отредактировать размерную надпись и выбрать параметры отрисовки размера на вкладке **Параметры Панели свойств**;

- задать точку **т3** положения размерной линии и надписи. Те концы базовых отрезков, ближе к которым окажется размерная линия, будут приняты за точки привязки размера.

Ориентация углового размера определяется системой автоматически. Если угол острый, то в группе **Тип** на вкладке **Размеры Панели свойств** становится активным переключатель **На острый угол**, если тупой – переключатель **На тупой угол**. С помощью указанных переключателей можно изменить предложенный системой способ простановки, в том числе включить простановку **На угол больше 180°**. Выбор нужного варианта осуществляется указанием точки **т3**, как показано на рисунке 6.

Изменение ориентации для угловых размеров всех остальных типов производится аналогично.

Изменение ориентации угловых размеров с общей размерной линией возможно только при отключенном автосоздании.

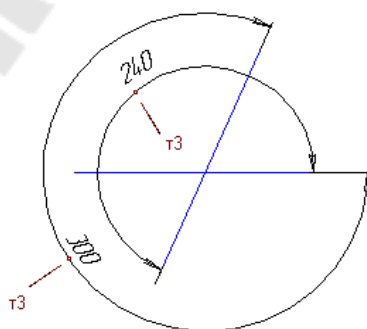


Рисунок 6 – Простановка размера На угол больше 180°

• **Угловой от общей базы** – применяется для построения группы угловых размеров с общей базой.

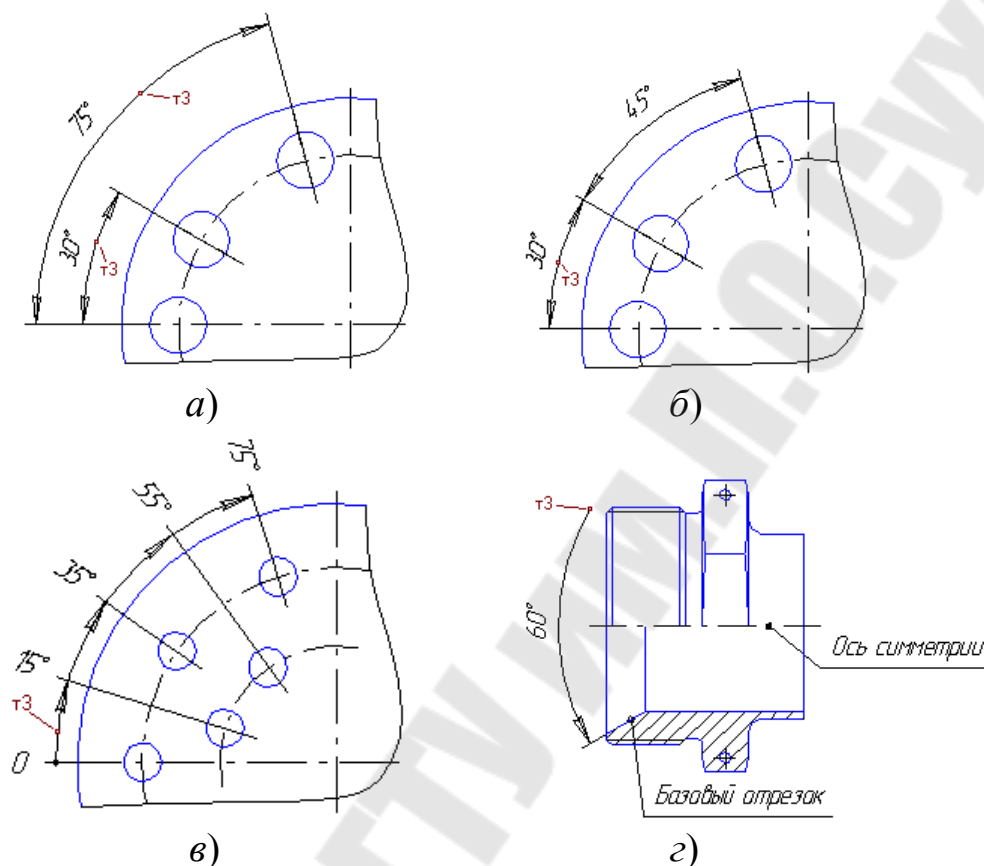


Рисунок 7 – Примеры простановки угловых размеров:
а – угловой от общей базы; б – угловой цепной;
в – угловой с общей размерной линией; г – угловой с обрывом

После вызова команды необходимо:

- указать первый базовый отрезок, общий для группы создаваемых размеров;
- указать второй базовый отрезок для первого размера группы;
- задать точку положения размерной линии **T3**;
- последовательно указать вторые базовые отрезки, точку **T3** для остальных размеров группы.

Группа размеров, построенная с помощью данной команды, не является единым объектом – это несколько простых угловых размеров, первые базовые отрезки которых совпадают.

Для перехода к простановке группы размеров от другой базы следует нажать кнопку **Указать заново** на **Панели специального управления** и указать новый базовый отрезок.

• **Угловой цепной** – применяется для построения цепи угловых размеров.

После вызова команды необходимо:

- указать первый и второй базовые отрезки;
- задать точку положения размерной линии **т3**. Это положение будет одинаковым для всех размеров цепи;
- последовательно указать второй базовый отрезок для остальных размеров цепи.

Все базовые отрезки, указываемые для построения цепного углового размера, должны проходить через одну точку – центр окружности, содержащей размерные линии.

Группа размеров, построенная с помощью данной команды, не является единым объектом – это цепь простых угловых размеров, где первый базовый отрезок каждого последующего размера совпадает со вторым базовым отрезком предыдущего; размерные линии расположены на одной окружности.

Для перехода к простановке следующего цепного размера следует нажать кнопку **Указать заново** на **Панели специального управления** и указать новый базовый отрезок.

• **Угловой с общей размерной линией** – применяется для построения группы угловых размеров с общей размерной линией.

После вызова команды необходимо:

- указать первый и второй базовые отрезки;
- задать точку **т3** положения размерной линии. Это положение будет одинаковым для всех размеров группы;
- затем указать вторые базовые отрезки для остальных размеров группы.

Все базовые отрезки, указываемые для построения углового размера с общей размерной линией, должны проходить через одну точку – центр окружности, содержащей размерные линии.

Группа размеров, построенная с помощью данной команды, не является единым объектом – это цепь угловых размеров с совпадающими первыми базовыми отрезками и специальным образом расположенными размерными надписями.

Чтобы перейти к созданию другой группы размеров с общей размерной линией, следует нажать кнопку **Указать заново** на **Панели специального управления** и указать новый базовый отрезок.

• **Угловой с обрывом** – применяется для простановки углового размера с обрывом.

После вызова команды необходимо:

- указать отрезок, от которого требуется проставить размер;
- указать ось симметрии размера – любой отрезок, звено ломаной, сторону многоугольника или вспомогательную прямую;
- задать точку **тЗ**, определяющую положение размерной линии и ее длину.

1.6 Управление размерной надписью

Ввод или редактирование текста размерной надписи для любого из рассмотренных размеров производится в диалоговом окне, которое вызывается щелчком мыши в поле **Текст** на вкладке **Размер Панели свойств**.

Окно содержит следующие *элементы управления*:

- **Текст до** – поле для ввода текста, предшествующего значению размера.

- **Символ** – группа переключателей, позволяющая задать простановку перед размерным числом символа из указанного списка.

- **Значение** – в этом поле отображается автоматически вычисленное или введенное с клавиатуры значение размера. При простановке всех размеров, кроме угловых, можно выбрать значение из пользовательского меню, появляющегося при нажатии на кнопку **Значение**. По умолчанию оно содержит нормальные линейные размеры по ГОСТ 6636–69.

- **Квалитет** – в этом поле отображается квалитет проставляемого размера. Квалитет назначается или подбирается по предельным отклонениям из диалогового окна, появляющегося после нажатия кнопки **Квалитет**. При простановке угловых размеров поле и кнопка **Квалитет** отсутствуют.

- **Пределы, отклонения** – опции, которые нужно включать, если требуется внести в размерную надпись предельные отклонения размера или предельные значения размера.

При простановке линейных, радиальных, диаметального размера и размера высоты предельные отклонения вычисляются автоматически, если был корректно назначен квалитет.

Можно ввести значения отклонений вручную. В этом случае поле **Квалитет** очищается. При вводе отклонений доступна кнопка \pm , которая позволяет быстро сделать отклонения равными.

При простановке угловых размеров ввод отклонений возможен только вручную, а отключение их отрисовки невозможно.

- **Единицы измерения** – поле для ввода обозначения единиц измерения проставляемого размера. Заданный текст будет отрисован в размерной надписи сразу после предельных отклонений. При простановке угловых размеров это поле отсутствует.

- **Текст после** – поле для ввода текста, следующего сразу за значением размера.

- **Использовать по умолчанию** – если эта опция включена, то все текущие настройки будут использоваться при создании следующих размеров данного типа до конца сеанса работы. Если опция выключена, то настройка распространяется только на текущий создаваемый размер.

- **Далее** – кнопка, позволяющая ввести текст под размерной надписью и настроить параметры размещения пределов/отклонений. После нажатия кнопки в диалоговом окне появляется дополнительная область с элементами управления.

При заполнении полей **Текст до**, **Единицы измерения**, **Текст после**, **Текст под размерной надписью** текст можно выбирать из пользовательских меню, вызов которых осуществляется двойным щелчком в заполняемом поле.

В процессе формирования размерной надписи ее внешний вид отображается в поле **Текст** на вкладке **Размер Панели свойств**. Здесь можно вводить рассмотренные выше компоненты размерной надписи по отдельности. Для этого нужно вызвать контекстное меню в поле **Текст** и выбрать из него соответствующую команду.

2 Обозначения ЕСКД

Команды простановки обозначений для документов, оформляемых в соответствии с ЕСКД, сгруппированы в меню **Инструменты > Обозначения**, а кнопки для вызова команд – на панели **Обозначения**.

Настройка параметров обозначений ЕСКД в текущем и новых документах выполняется аналогично настройке параметров размеров. На рисунке 1 фиолетовой рамкой выделены те параметры обозначений, значения которых можно настроить при работе в системе.

Рассмотрим команды этой группы:

- **Текст** – применяется для создания на чертежах текстовых надписей. При работе команды на **Панели свойств** доступны различ-

ные способы форматирования и оформления текстовых надписей, а также вставки в строки текста символов, спецзнаков, дробей, индексов и т.д.

- **Таблица** – применяется для создания таблиц на свободном поле чертежа. При работе команды на **Панели свойств** доступны различные способы форматирования и оформления таблиц, а также вставки в ячейки таблицы символов, спецзнаков, дробей, индексов и т. д.

- **Шероховатость** – применяется для создания обозначения шероховатости поверхности.

После вызова команды необходимо:

- указать базовый объект для нанесения обозначения шероховатости (контур детали, выносную линию размера и т. п.).

По умолчанию формируется обозначение шероховатости поверхности, способ обработки которой не устанавливается. При этом в группе **Тип** на вкладке **Знак Панели свойств** активен переключатель **Без указания вида обработки**. Для создания обозначения шероховатости поверхности, образованной с удалением или без удаления слоя материала, следует активизировать соответствующий переключатель в группе **Тип**;

- ввести текст обозначения и настроить его отрисовку;
- задать точку, определяющую положение знака.

Структура обозначения шероховатости определяется ГОСТ 2.309. Выбор структуры, используемой в текущем документе, производится в разделе **Шероховатость** окна настройки текущего документа (рисунок 1). По умолчанию в документах создаются обозначения шероховатости в соответствии с изменением в ГОСТ 2.309-73.

Не выходя из команды, можно создать несколько обозначений шероховатости. При этом выбранный тип знака и сформированная надпись сохраняются.

Выбор высотного параметра шероховатости (R_a , R_z или R_{max}) возможен из контекстного меню в поле **Текст** на вкладке **Знак Панели свойств**.

Если в обозначении шероховатости, кроме высотного параметра, должны содержаться дополнительные сведения, то их необходимо задать в окне ввода надписи специального знака (рисунок 19), которое вызывается одним щелчком левой кнопки мыши в поле **Текст**. В окне показано обозначение шероховатости и структура надписи. Для уско-

рения ввода различных частей надписи можно применять пользовательские меню.

В первом поле пользовательское меню содержит параметры шероховатости R_a , R_z , R_{max} , S_m , S и их значения, параметр относительной опорной длины t_r и уровни сечения профиля, а также значения базовых длин. Во втором поле – названия способов обработки поверхности. В третьем – наименования направлений неровностей. При выборе любого из наименований в обозначении шероховатости размещается соответствующее условное обозначение.

Настройка отрисовки знака шероховатости выполняется на вкладке **Параметры Панели свойств**.

- **База** – применяется для создания обозначения базовой поверхности. После вызова команды необходимо:

- указать объект, изображающий базовый элемент (контур детали, осевую линию и т.п.);

- задать точку основания треугольника, обозначающего базу.

Если указанная точка не принадлежит выбранному объекту, то положение знака определяется проекцией точки на объект или его продолжение. По умолчанию формируется обозначение базы, перпендикулярное указанному базовому объекту. При этом в группе **Тип** на **Панели свойств** активен переключатель **Перпендикулярно опорному элементу**. Для создания наклонного обозначения предназначен переключатель **Произвольное расположение**.

В поле **Текст** отображается предлагаемая системой буква для обозначения базы. Можно изменить начертание символа, а при отключенной опции **Автосортировка** – и сам символ. Но в результате выключения этой опции автоматическая сортировка перестает действовать для всех обозначений базы в текущем документе. Активизация опции **Автосортировка** снова включает данный режим, но заменяет пользовательское обозначение автоматически созданным. Букву для обозначения можно также выбирать из контекстного меню поля **Текст**. Двойной щелчок мышью в поле ввода текста вызывает меню выбора символа;

- указать точку, определяющую положение рамки с надписью;

- завершить ввод и форматирование текста и нажать **ОК**.

- **Линия-выноска** – применяется для создания произвольной линии-выноски. После вызова команды необходимо:

- задать начальную точку первого ответвления линии-выноски;

- задать точку начала полки;

- затем задать начальные точки остальных ответвлений;
- ввести надпись на линии-выноске и настроить ее отрисовку.

После этого на экране отображается фантом создаваемой линии-выноски. Можно отредактировать или удалить любое из ответвлений создаваемой линии-выноски, не выходя из команды.

По умолчанию при создании линии-выноски включен режим добавления ответвлений, о чем свидетельствует нажатая кнопка **Добавить ответвления** на **Панели специального управления**. В этом режиме каждая вновь указанная точка воспринимается системой как начальная точка очередного ответвления.

В режиме **Редактирования характерных точек объекта** можно внести изменения в конфигурацию линии-выноски. Добавление ответвлений в этом режиме невозможно.

Если надпись, расположенная на полке линии-выноски, состоит только из прописной буквы русского алфавита, то из контекстного меню в поле **Текст** на вкладке **Знак Панели свойств** можно выбрать нужный символ. Если требуется ввести более сложную надпись, то щелчком левой кнопки мыши в поле **Текст** нужно вызвать окно ввода текста и ввести текст в соответствующие поля.

Двойной щелчок мышью в первом поле ввода текста окна вызывает пользовательское меню с прописными буквами русского алфавита. Двойной щелчок в остальных полях позволяет перейти к вставке текстового шаблона.

• **Команда Знак клеймения** – позволяет создать линию-выноску для обозначения клеймения. После вызова команды необходимо:

- задать начальную точку первого ответвления (точку нанесения первого клейма);
- задать точку, определяющую положение знака клеймения;
- затем задать начальные точки остальных ответвлений;
- настроить отрисовку обозначения клеймения па вкладке **Параметры Панели свойств**.

В поле **Текст** на вкладке **Знак Панели свойств** отображается предлагаемый системой текст обозначения клеймения. Его можно изменить: ввод надписи производится в специальном окне (рисунок 8), которое активизируется нажатием левой кнопки мыши в поле **Текст**. Двойной щелчок мышью во втором и третьем полях окна вызывает специальный диалог, в котором можно выбрать содержание клейма и

способ его нанесения (в соответствии с рекомендуемым приложением к ГОСТ 2.314).

• **Знак маркировки** – позволяет создать линию-выноску для обозначения маркировки. После вызова команды необходимо:

○ задать начальную точку первого ответвления (первую точку нанесения маркировки);

○ задать точку, определяющую положение знака маркировки;

○ затем задать начальные точки остальных ответвлений.

Ввод текстовой надписи и настройка параметров обозначения маркировки аналогичны команде **Знак клеймения**.

• **Обозначение позиций** – позволяет создать линию-выноску для простановки обозначения позиции. После вызова команды необходимо:

○ задать начальную точку первого ответвления (первую точку, на которую указывает позиционная линия-выноска);

○ задать точку начала полки. Если создается обозначение позиции без полки (на вкладке **Параметры Панели свойств** отключена опция **Полка**), то данная точка определяет положение конечной точки ответвлений;

○ затем задать начальные точки остальных ответвлений.

В поле **Текст** на вкладке **Знак Панели свойств** отображается предлагаемый системой номер позиции. Для изменения номера следует вызвать окно ввода текста, щелкнув левой кнопкой мыши в поле **Текст**. В окне показана структура надписи обозначения позиции. Кнопки со стрелками справа от поля ввода текста позволяют “листать” список номеров позиций в любом направлении. Дополнительные полки на линии-выноске строятся автоматически при вводе каждой новой строки текста, создаваемой по нажатию клавиш *Enter*.

Настройка отрисовки позиционной линии-выноска выполняется средствами вкладки **Параметры Панели свойств**.

• **Допуск формы** – позволяет создать обозначение допуска формы и расположения поверхности. После вызова команды необходимо:

○ Задать точку вставки рамки допуска.

○ По умолчанию в выбранную точку помещается левый нижний угол рамки. Для изменения положение рамки относительно точки вставки следует развернуть список **Базовая точка** на **Панели свойств** и выбрать нужную строку.

○ Сформировать таблицу допуска, активизировав переключатель **Таблица** на **Панели свойств**.

На экране появится окно ввода надписи и выбора параметров обозначения допуска. Из раскрывающегося списка **Знак** выбирается тип обозначения допуска. Для ускорения ввода числового значения допуска, обозначения баз можно применять пользовательские меню, активизируемые двойным щелчком мыши в любом поле ввода текста в окне.

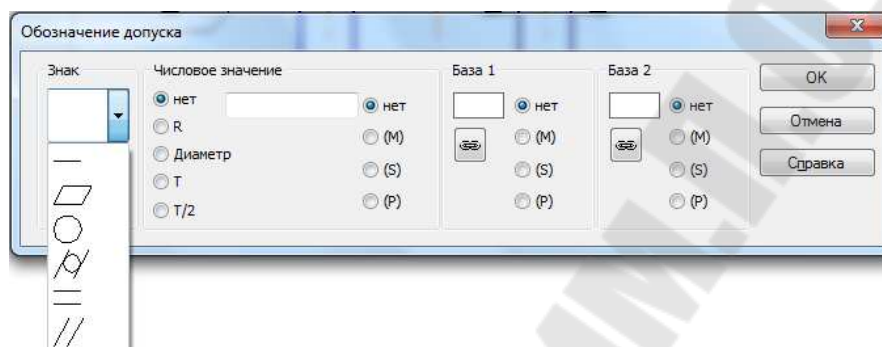


Рисунок 8 – Окно ввода надписи и выбора параметров обозначения допуска

Кнопка **Ссылка** позволяет вставить ссылку на существующее в документе обозначение базы. После нажатия кнопки на экране появляется окно, в котором следует настроить параметры ссылки.

• **Линия разреза** – позволяет создать линию разреза или сечения.

После вызова команды необходимо указать первую и вторую точки линии разреза. Указанные точки считаются начальными – расположенными ближе к контуру детали – точками штрихов, обозначающих линию разреза или сечения.

На экране появится фантом обозначения линии разреза/сечения.

Если требуется построить линию ступенчатого или ломаного разреза, необходимо нажать кнопку **Сложный разрез** на **Панели специального управления** и указать точки излома линии разреза.

В поле **Текст** на **Панели свойств** отображается автоматически сформированный текст обозначения линии разреза. Можно изменить как содержание, так и начертание надписи. Опция **Автосортировка** показывает, включена или выключена в текущем документе автоматическая сортировка обозначений объектов. Если опция активна, то произвольное изменение буквы, обозначающей разрез, невозможно.

При неактивной автосортировке букву для обозначения удобно выбирать из контекстного меню поля **Текст**.

Если в обозначение объекта необходимо включить номер листа или обозначение зоны, где будет располагаться вид с соответствующим изображением, следует включить опцию **Лист** или **Зона** на **Панели свойств**. Во фрагментах создание листов и видов невозможно, поэтому опции **Лист** и **Зона** недоступны.

Обозначение линии разреза можно сформировать также в окне ввода надписи специального знака. Для его вызова нужно щелкнуть левой кнопкой мыши в поле **Текст**. Первое поле ввода окна предназначено для буквенного обозначения. Во втором поле можно ввести дополнительные сведения, например, обозначение зоны.

Переключатель в группе **Размещение Панели свойств** позволяет указать, рядом с какой из стрелок – первой или последней – должен располагаться дополнительный текст.

Можно изменить конфигурацию линии разреза/сечения, не выходя из команды. Для этого предназначена кнопка **Редактировать точки** на **Панели специального управления**.

Чтобы выбрать, с какой стороны от линии разреза/сечения должны располагаться стрелки, нужно перемещать курсор. Когда он пересечет прямую, содержащую линию разреза/сечения, фантом перестроится: стрелки расположатся по другую сторону от линии. теперь следует щелкнуть левой кнопкой мыши с той стороны от линии, где должны располагаться стрелки.

Линия разреза/сечения будет зафиксирована в документе.

Сразу после создания линии разреза/сечения автоматически запускается команда создания нового вида. После выполнения этой команды в чертеже появится вид, обозначение которого будет ассоциативно связано с созданной линией разреза/сечения.

Можно отказаться от создания нового вида, прервав работу команды. Однако размещение разреза/сечения в отдельном виде позволяет быстро изменять масштаб изображения и делает более удобной компоновку чертежа.

- **Стрелка взгляда** – позволяет построить стрелку, указывающую направление взгляда. После вызова команды необходимо:

- задать начальную точку стрелки;

В поле **Текст** на **Панели свойств** отображается автоматически сформированный текст обозначения стрелки взгляда, который содержит букву для обозначения стрелки. Можно изменить как содержа-

ние, так и начертание надписи. Это делается так же, как при создании линии разреза;

- задать точку, определяющую направление стрелки. Стрелка взгляда будет зафиксирована в документе.

Сразу после создания стрелки взгляда автоматически запускается команда создания нового вида. После выполнения этой команды в чертеже появится вид, обозначение которого будет ассоциативно связано с созданной стрелкой. Ассоциативная связь между обозначением вида и обозначением объекта оформления обеспечивается их ссылкой друг на друга.

При создании ассоциативного вида в нем содержится автоматически сформированное изображение модели, которое соответствует обозначению, т.е. вид по стрелке, разрез/сечение или выносной элемент. Обычный вид создается пустым. Сразу после создания он является текущим, и можно вычерчивать изображения в нем.

Можно отказаться от создания нового вида, прервав выполнение команды. Однако размещение вида по стрелке в отдельном виде позволяет быстро изменять масштаб изображения и делает более удобной компоновку чертежа.

- **Выносной элемент** – позволяет создать обозначение выносного элемента.

После вызова команды необходимо:

- задать точку центра контура, ограничивающего выносной элемент;

- задать размеры контура: для окружности – диаметр/радиус, для прямоугольников – ширину, высоту и радиус скругления;

- настроить отрисовку обозначения выносного элемента, воспользовавшись элементами вкладки **Параметры Панели свойств**.

В поле **Текст** на **Панели свойств** отображается автоматически сформированный текст обозначения выносного элемента.

- задать точку начала полки.

Сразу после создания выносного элемента автоматически запускается команда создания нового вида. После выполнения этой команды в чертеже появится вид, обозначение которого будет ассоциативно связано с созданной линией разреза/сечения.

- **Осевая линия по двум точкам** – позволяет построить осевую линию по указанным двум ее точкам.

После указания двух точек осевой линии в документе будет создана осевая линия, выступающая за указанные точки. В результате

выполнения данной команды получается системный объект *Осевая линия*, а не отрезок со стилем *Осевая*. Работа с объектами этого типа не отличается от работы с другими объектами.

- **Автоосевая** – позволяет построить осевую линию, положение и длина которой могут либо автоматически определяться системой в зависимости от указанных объектов, либо задаваться пользователем.

После вызова команды необходимо указать объекты: отрезки, точки, осесимметричные объекты.

- **Обозначение центра** – позволяет создать обозначение центра.

По умолчанию обозначение центра формируется в виде двух пересекающихся осей. При этом в группе **Тип** на вкладке **Обозначение центра** **Панели свойств** активен переключатель **Две оси**. Для создания условного обозначения центра или одной оси нужно активизировать соответствующий переключатель.

Если требуется сформировать обозначение центра осесимметричного объекта (окружности, дуги окружности, эллипса, дуги эллипса, прямоугольника, правильного многоугольника), следует указать этот объект.

Если требуется построить осевые линии, не принадлежащие ни одному осесимметричному объекту, следует активизировать поле **Центр** или **Угол** на **Панели свойств**, затем задать положение центральной точки обозначения и угол его наклона.

В результате выполнения команды создается специальный системный макроэлемент – обозначение центра. Оси обозначения центра пересекаются в центре базовой кривой всегда штрихами.

По умолчанию обозначение центра никак не связано с объектом, указанным при его построении, и может редактироваться отдельно.

Настройка отрисовки обозначения центра выполняется на вкладке **Параметры Панели свойств**, которая аналогична вкладке **Параметры** команды **Осевая линия по двум точкам**.

3 Порядок выполнения работы

3.1 Изучить теоретическую часть лабораторной работы.

3.2 Освоить команды простановки размеров и обозначений на чертежах в КОМПАС-3D, описанные в теоретической части лабораторной работы.

3.3 Выполнить чертеж изделия согласно заданию преподавателя. При создании чертежа выполнить необходимые виды, сечения и

выносные элементы, проставить размеры с указанием предельных отклонений, создать условные обозначения, заполнить основную надпись и технические требования.

3.4 Оформить отчет по лабораторной работе.

4 Контрольные вопросы

4.1 Какими способами в КОМПАС-3D можно проставить линейные размеры?

4.2 Как выполняется простановка линейного размера от общей базы?

4.3 Как выполняется простановка цепного линейного размера?

4.4 Как выполняется простановка линейного размера с общей размерной линией?

4.5 Как выполняется простановка линейных размеров с обрывом и от отрезка до точки?

4.6 Как выполняется простановка диаметрального размера?

4.7 Как выполняется простановка радиальных размеров?

4.8 Как выполняется простановка углового размера от общей базы?

4.9 Как выполняется простановка углового цепного размера?

4.10 Как выполняется простановка углового размера с общей размерной линией?

4.11 Как выполняется простановка углового размера с общей размерной линией?

4.12 Как выполняется ввод и редактирование текста размерной надписи для любого размера?

4.13 Как создать на чертеже произвольную текстовую надпись?

4.14 Как проставить на чертеже обозначение шероховатости поверхности и настроить отрисовку знака?

4.15 Как создать в чертеже обозначение базовой поверхности?

4.16 Как создать произвольную линию-выноску и настроить ее отрисовку?

4.17 Как создать линии-выноски для обозначения клеймения, маркировки и изменения и настроить их отрисовку?

4.18 Как выполняется обозначение позиций на чертеже и настройка отрисовки позиционной линии-выноски?

4.19 Как создать обозначение допуска формы и расположения поверхности?

4.20 Как создать на чертеже линию разреза или сечения?

4.21 Как построить стрелку, указывающую направление взгляда?

Лабораторная работа № 4. Способы создания геометрических моделей деталей средствами КОМПАС-3D

Цель работы: изучение возможностей и получение практических навыков создания твердотельных геометрических моделей деталей средствами системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D.

1 Основные понятия трехмерного моделирования в КОМПАС-3D

В КОМПАС-3D возможно создание двух типов моделей:

- **Деталь** – тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых без применения сборочных операций. Создается и хранится в документе “деталь”, расширение файла – *.m3d.

Деталь в КОМПАС-3D – это трехмерная модель, включающая одно или несколько тел. Под *твердым телом* в данном случае понимается конечная замкнутая область, обладающая такими свойствами, как масса, объем, материал. Граница тела является его поверхностью.

- **Сборка** – тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых с применением сборочных операций. Создается и хранится в документе “сборка”, расширение файла – *.a3d.

Трехмерная модель в КОМПАС-3D состоит из **объектов**:

- **Геометрических** – тела, поверхности, кривые, точки, эскизы, объекты вспомогательной геометрии.

- **Объектов оформления** – размеры, условное обозначение резьбы, линии-выноски, обозначения шероховатости, базы, позиции, допуска формы и расположения.

- **Объектов “измерение”**.

- **Компонентов** – объектов модели, в свою очередь являющихся моделями: деталями или сборками. Модели компонентов могут храниться в файлах на диске или в библиотеках. Компоненты в сборке могут быть связаны сопряжениями (параметрическими связями) друг с другом или с другими геометрическими объектами.

В состав модели “деталь” могут входить любые из вышеперечисленных объектов, за исключением компонентов.

В состав модели “сборка” могут входить любые объекты, в том числе компоненты.

Объекты модели создаются и редактируются путем выполнения **операций**.

При создании и редактировании объекта возможно формирование **ассоциативной связи** его с другим объектом – однонаправленной зависимости расположения или геометрии одного объекта от расположения или геометрии другого объекта.

Модели в целом, а также отдельным ее частям можно назначить параметры для расчета МЦХ – материал и плотность материала, а также задать свойства – обозначение, наименование и т. п.

2 Основные элементы интерфейса модуля трехмерного моделирования системы КОМПАС-3D

Модуль трехмерного моделирования системы КОМПАС-3D позволяет создавать трехмерные модели деталей и сборки.

Основные элементы интерфейса модуля трехмерного моделирования приведены на рисунке 1.

Интерфейс КОМПАС-3D при работе с трехмерными моделями и сборками существенно не отличается от интерфейса при работе с графическими документами. Главными отличиями являются:

- **Расширенный состав элементов панели инструментов Вид** и выпадающего меню **Вид** (рисунок 2):

- поле **Текущая ориентация**, которое позволяет изменить ориентацию модели;

- команды управления отображением модели;

- команды поворота и перестроения модели.

- **Дерево модели** (рисунок 1) – графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект **Дерева** – сама модель (деталь или сборка). Пиктограммы объектов модели автоматически возникают в **Дереве модели** сразу после фиксации этих объектов в модели.

Дерево модели отражает последовательность создания объектов модели или сборки, если на его панели инструментов включен **Режим отображения структуры модели**, в противном случае объекты модели группируются по типам, образуя разделы **Дерева**.

Дерево модели служит также и для облегчения выделения и указания объектов при выполнении команд. Контекстные меню объектов и разделов **Дерева модели** содержат часто используемые ко-

манды: управления отображением объектов, включения/исключения объектов из расчетов, редактирования, удаления и др.

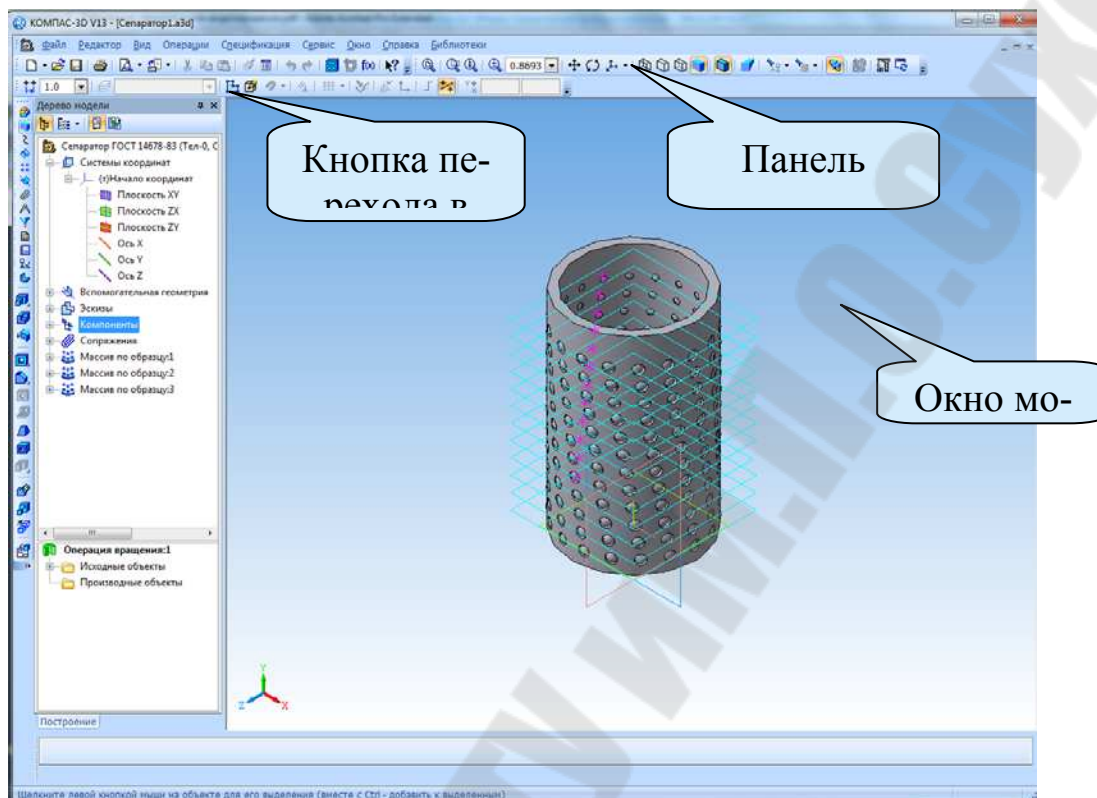


Рисунок 1 – Элементы интерфейса модуля 3D-моделирования КОМПАС-3D

• **Режим эскиза** – специальный режим работы с трехмерной моделью КОМПАС-3D. Переход в этот режим выполняется при создании нового или редактировании существующего эскиза с помощью кнопки панели инструментов **Текущее состояние**.

Эскиз – плоская фигура, на основе которой образуется тело.

Эскиз может располагаться:

- в одной из ортогональных плоскостей координат;
- на плоской грани существующего тела;
- во вспомогательной плоскости.

Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертежно-графического редактора КОМПАС-3D и может состоять из одного или нескольких контуров. Один и тот же эскиз может использоваться в нескольких различных операциях.

Работа в режиме эскиза практически аналогична работе в КОМПАС-фрагменте. По умолчанию в новом эскизе включен параметри-

ческий режим. Команды трехмерного моделирования в режиме эскиза недоступны.

Объекты модели можно использовать в эскизе для проецирования и привязки двумя способами:

- при создании геометрических объектов в эскизе можно использовать глобальную и локальную привязки к геометрическим объектам эскиза и к объектам модели;

- в эскизе можно создать проекцию какого-либо объекта существующей модели командой **Операции > Спроецировать объект** либо соответствующей кнопкой панели **Геометрия**.

После вызова команды следует указать объект, проекцию которого требуется получить – вершину, грань, ребро, пространственную кривую, ось, точку и т.п. В эскизе создается проекция указанного объекта и совпадающий с ней геометрический объект.

Для создания объемного элемента подходит не любое изображение в эскизе. Оно должно подчиняться некоторым правилам в зависимости от типа создаваемого элемента:

- контуры в эскизе не должны пересекаться и иметь общих точек;

- контуры в эскизе должны изображаться стилем линии **Основная**.

После завершения работы с эскизом выход из **Режима эскиза** осуществляется отжатием кнопки **Режима эскиза**, после чего можно продолжить построение модели.

3 Общие принципы 3D-моделирования в КОМПАС-3D

Общепринятым порядком моделирования твердого тела является последовательное выполнение булевых операций (объединения, вычитания и пересечения) над объемными элементами (сферами, призмами, цилиндрами и т.д.). Многократно выполняя эти простые операции над различными объемными элементами, можно построить любую сложную модель.

Для задания формы объемных элементов выполняется такое перемещение плоской фигуры (эскиза) в пространстве, след от которого определяет форму элемента.

3.1 Формообразующие операции

Формообразующее перемещение эскиза называется **операцией**.

Базовыми операциями являются:

- **Выдавливание** эскиза, содержащего сечение элемента, в направлении, перпендикулярном его плоскости (рисунок 2, *а*).
- **Вращение** эскиза, содержащего сечение элемента, вокруг оси, лежащей в его плоскости (рисунок 2, *б*).
- **Кинематическая операция** – перемещение эскиза вдоль указанной направляющей (траектории перемещения) (рисунок 2, *в*).
- Построение тела **по сечениям-эскизам** (рисунок 2, *г*).

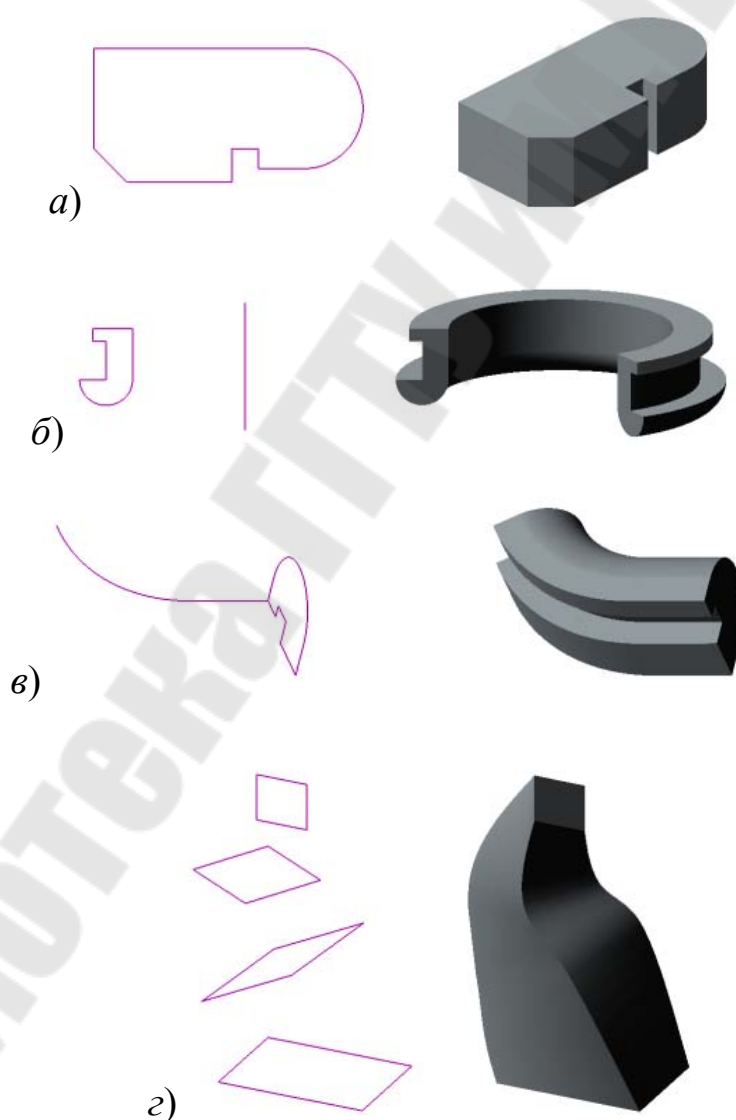


Рисунок 2 – Эскизы и элементы, образованные операциями:
а – выдавливание; *б* – вращение; *в* – кинематическая; *г* – по сечениям

3.2 Последовательность создания трехмерной модели детали

Построение трехмерной модели детали заключается в построении ее тела, формирование которого начинается с создания основания – его первого формообразующего элемента. В качестве основания можно использовать любой формообразующий элемент.

Построение основания начинается с создания эскиза.

Последовательность создания основания:

- выделить в дереве модели нужную координатную плоскость;
- перейти в **Режим эскиза**, любым известным способом вызвав команду **Эскиз**, и создать плоский контур, необходимый для выполнения формообразующей операции (можно добавить эскиз из файла чертежа или из библиотеки эскизов);
- вернуться в режим трехмерных построений, отжав кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**;
- выбрать формообразующую операцию, настроить ее параметры и создать формообразующий элемент.

После создания основания тела можно приклеивать к нему или вычитать из него различные формообразующие элементы. Эскиз добавляемого к детали или вычитаемого из нее формообразующего элемента может быть расположен как в базовой или вспомогательной плоскости, так и на плоской грани самой детали.

3.3 Требования к эскизам формообразующих операций

3.3.1 Требования к эскизу основания (элемента выдавливания)

- в эскизе может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть как замкнутым, так и разомкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнутыми, причем один из них должен быть внешним – он образует форму элемента выдавливания, а внутренние контура образуют отверстия.

3.3.2 Требования к эскизу элемента вращения

- ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии **Осевая**;
- ось вращения должна быть одна;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения;

- если контур один, он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты.

3.3.3 Требования к эскизам для формирования кинематического элемента

При формировании кинематического элемента используются два эскиза: эскиз сечения и траектории. Сечение всегда лежит в одном эскизе, а траектория может лежать в одном или нескольких эскизах либо состоять из эскизов, ребер и других пространственных кривых.

В эскизе-сечении может быть один разомкнутый или замкнутый контур.

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

- в эскизе-траектории может быть только один разомкнутый или замкнутый контур;
- если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения;
- если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения;
- эскиз-траектория должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза-сечения и не совпадающей с ней.

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

- в каждом эскизе-траектории может быть только один разомкнутый контур;
- 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.
- контур, образующий начало траектории, не должен лежать в плоскости, параллельной плоскости сечения или совпадающей с ней.

3.3.4 Требования к эскизам для формирования элемента по сечениям

При формировании элемента по сечениям используются сечения и иногда осевая линия. Сечения всегда расположены в нескольких эскизах.

В качестве направляющей может использоваться любая пространственная или плоская кривая, например, криволинейное ребро, спираль, сплайн, контур в эскизе.

Требования к эскизам сечений:

- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- в каждом эскизе может быть только один контур;
- в крайних (первом и последнем) эскизах может быть по одной точке (вместо контура);
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

Требования к эскизу осевой линии:

- осевая линия может быть разомкнутой или замкнутой;
- если осевая линия разомкнута, ее конечные точки должны лежать в плоскостях первого и последнего эскизов сечений;
- если контуры сечений замкнуты, то осевая линия должна пересекать плоскости эскизов сечений внутри контуров сечений или в точках, принадлежащих этим контурам;
- если контуры сечений разомкнуты, то осевая линия должна пересекать контуры эскизов сечений;
- если осевая линия – плоская кривая, то ее плоскость должна быть не параллельна плоскостям эскизов сечений.

3.4 Команды выполнения формообразующих операций

3.4.1 Операция выдавливания

При выполнении операции выдавливания после вызова соответствующей команды и указания эскиза необходимо на вкладке **Параметры** Панели свойств задать следующие параметры элемента:

- выбрать направление выдавливания;
- выбрать глубину выдавливания;
- в поле **Расстояние выдавливания** ввести высоту элемента;
- выбрать направление уклона: наружу или внутрь;

- в поле **Угол** ввести значение угла.

3.4.2 Операция вращения

При выполнении операции вращения после вызова соответствующей команды и указания эскиза необходимо на вкладке **Параметры** Панели свойств задать следующие параметры элемента:

- выбрать способ формирования элемента: *сфероид* (позволяет получить сплошной элемент) или *тороид* (позволяет получить тонкостенную оболочку);
- выбрать направление вращения;
- в поле **Угол** задать величину угла поворота контура эскиза относительно оси вращения.

3.4.3 Кинематическая операция

При выполнении кинематической операции после вызова соответствующей команды необходимо на вкладке **Параметры** Панели свойств задать следующие параметры элемента:

- в **Дереве** или в окне модели указать эскиз, содержащий сечение кинематического элемента;
- указать эскиз, определяющий траекторию движения сечения. Если траектория состоит из нескольких последовательно соединенных контуров в разных эскизах, их нужно указывать в порядке соединения.
- в группе **Движение сечения** выбрать тип движения: *сохранять угол наклона, параллельно самому себе или ортогонально траектории*.

3.4.4 Операция по сечениям

При выполнении операции по сечениям после вызова соответствующей команды необходимо на вкладке **Параметры** Панели свойств задать следующие параметры элемента:

- активизировав переключатель **Сечения**, указать эскизы, в которых изображены сечения элемента;
- активизировав переключатель **Осевая линия**, указать эскиз, задающий осевую линию элемента;
- переключателями в группе **Траектория** выбрать способ построения тела у начального и конечного сечения: *по умолчанию, по нормали, по объекту*;

- выбрать вариант генерации траектории в группе **Траектория**: *автоматическая генерация траектории, генерация траектории по указанным точкам.*

3.4.5 Операции приклеивания формообразующих элементов

Такие операции выполняются рассмотренными выше командами создания формообразующих элементов. Отличием является то, что эскиз приклеиваемого элемента может располагаться как в базовой и вспомогательной плоскости, так и на плоской грани самой детали.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Изучить теоретическую часть лабораторной работы.

4.2 Изучить основные элементы интерфейса модуля трехмерного моделирования системы КОМПАС-3D.

4.3 Освоить принципы и приемы моделирования деталей и построения вспомогательных объектов в системе КОМПАС-3D.

4.4 Получить практические навыки выполнения основных формообразующих операций.

4.5 Согласно заданию преподавателя, создать трехмерные твердотельные модели деталей.

4.6 Оформить отчет по лабораторной работе.

5 Контрольные вопросы

5.1 Что является деталью в системе КОМПАС-3D?

5.2 Из каких объектов может состоять трехмерная модель в системе КОМПАС-3D?

5.3 Что называется эскизом и какова его роль при моделировании деталей в КОМПАС-3D?

5.4 Какие базовые формообразующие операции применяются в КОМПАС-3D?

5.5 В какой последовательности создаются детали в КОМПАС-3D?

5.6 Каким требованиям должны удовлетворять эскизы формообразующих операций?

5.7 Какова последовательность выполнения операции выдавливания?

5.8 Какова последовательность выполнения операции враще-

ния?

5.9 Какова последовательность выполнения кинематической операции?

5.10 Какова последовательность выполнения операции по сечениям?

Лабораторная работа № 5. Создание ассоциативных чертежей деталей по трехмерным геометрическим моделям

Цель работы: изучение теоретических принципов и получение практических навыков создания ассоциативных видов в чертежах деталей, освоение способов передачи элементов оформления и условных обозначений из трехмерных моделей в чертеж.

1 Создание и использование ассоциативных видов в КОМПАС-3D

Ассоциативный вид – это вид, неразрывно связанный с трехмерной моделью, по образу которой формируется чертеж.

Любое изменение формы и размеров модели ведет к соответствующим изменениям в ассоциативных видах чертежа. Поэтому главным преимуществом ассоциативных видов является автоматическое обновление изображений в них в соответствии с изменениями трехмерной модели.

При открытии чертежа, содержащего ассоциативные виды модели, система проверяет соответствие формы и размеров модели изображению, имеющемуся в видах. Если это соответствие нарушено, то виды, требующие перестроения, будут отображаться в чертеже перечеркнутыми, а на экране появится окно с запросом: "Изменена модель, отображаемая в чертеже. Перестроить чертеж?". Перестроить чертеж также можно и в любой момент работы с ним, нажав кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.

Ассоциативные виды формируются в чертеже КОМПАС-3D.

Чертеж, содержащий ассоциативные виды, называется **ассоциативным чертежом**.

В ассоциативном чертеже создаются различные ассоциативные виды, разрезы и сечения трехмерной модели. Стандартные и проекционные виды автоматически располагаются в проекционной связи. При необходимости связь можно отключить – это дает возможность произвольного размещения видов в чертеже.

Один чертеж может содержать несколько ассоциативных видов, в том числе видов, изображающих разные модели. Для любого вида можно указать, какие объекты модели не требуется отображать в нем.

Это могут быть тела, поверхности, кривые, точки, а также созданные в модели элементы оформления.

Для разреза/сечения имеется возможность назначить “неразрезаемые” компоненты изделия.

Имеется возможность синхронизировать данные в основной надписи чертежа (обозначение, наименование, массу) с данными из файла модели.

Понятие “Вид” в КОМПАС-3D и машиностроительном черчении различно. В черчении видом называется изображение видимой части изделия, обращенной к наблюдателю, и между отдельными видами должна быть установлена проекционная связь. **А в КОМПАС-3D под видом** понимается любое логически завершенное изображение, и отдельные виды могут быть не связаны между собой. Вид при формировании чертежа на компьютере – это средство, управляющее структурой изображения.

Любой вид обладает следующими параметрами: номер, масштаб, угол поворота, имя, точка привязки.

В системе КОМПАС-3D команды создания ассоциативных видов сгруппированы в меню **Вставка**, а кнопки для вызова команд – на панели **Виды** в составе компактной панели.

Команды создания вида по стрелке, разреза/сечения и выносного элемента также запускаются автоматически после создания в чертеже соответствующих объектов оформления: стрелки взгляда, линии разреза/сечения, выносного элемента.

1.1 Дерево построения чертежа

Для удобства управления видами используется **Дерево построения** чертежа, где представлен перечень и последовательность создания видов чертежа (рисунок 1). **Дерево построения** отображается на экране через выпадающее меню **Вид > Дерево построения** и располагается в отдельном окне справа от компактной панели. Виды отображаются в **Дереве построения** в порядке создания.

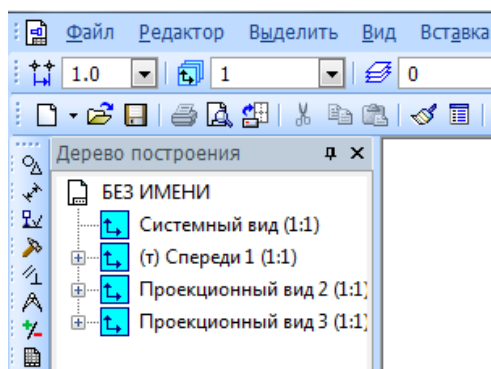


Рисунок 1 – Дерево построения чертежа

Слева от названия вида в **Дереве построения** может отображаться пиктограмма со значком “+”. Это означает, что вид является ассоциативным и находится в текущем (активном) состоянии. Щелчок мышью на этом значке позволяет просмотреть подчиненные виду объекты (модель, изображение которой содержится в ассоциативном виде и местные разрезы).

Каждый вид автоматически возникает в **Дереве построения** сразу после его создания в чертеже. Название присваивается видам автоматически. Оно содержит имя вида и его масштаб:

“Системный вид (1:1)”, “Проекционный вид 4 (2:1)”, “Разрез Б-Б (1:1)” и т. д.

Состояние вида (текущий, фоновый, погашенный) показывается в **Дереве построения** справа от пиктограммы вида: “(т)”, “(ф)”, “(п)”.

Активным (текущим), т. е. доступным для редактирования может быть только один из видов чертежа. Чтобы сделать какой-либо вид активным, необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по габаритной рамке вида или выбрать его из списка видов на панели **Текущее состояние**. Графические элементы активного вида изображаются синим цветом, остальных видов – черным.

Элементы контекстного меню **Дерева построения** (рисунок 2) позволяют управлять состоянием и параметрами видов, удалять их, просматривать отношения видов, назначать “неразрезаемые” компоненты, выключать отображение компонентов и переходить к редактированию моделей, изображенных на ассоциативных видах.

1.2 Команды создания ассоциативных видов

Команда **Стандартные виды** – позволяет построить стандартные виды модели.

После вызова команды на экране появляется диалоговое окно, в котором необходимо выбрать файл-источник модели, после чего в окне чертежа возникнет фантом габаритных прямоугольников видов.

По умолчанию система предлагает создание трех видов: главного, вида спереди и вида слева. Изменить набор стандартных видов выбранной модели можно, активизировав переключатель **Схема видов** на вкладке **Параметры** Панели свойств. После чего на экране появится окно выбора схемы видов (рисунок 2).

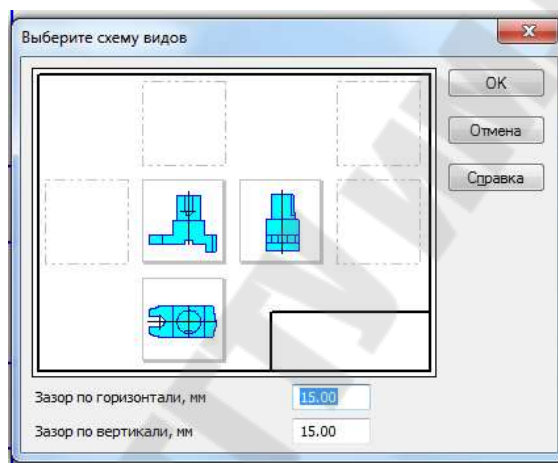


Рисунок 2 – Окно выбора схемы видов

Схема видов – схема стандартного расположения видов.

Включение или отключение построения вида выполняется щелчком по нему мышью. Отключение главного вида невозможно.

После выбора схемы видов необходимо настроить параметры и отрисовку видов и зафиксировать фантом, задав точку привязки главного вида. В чертеж будут вставлены выбранные виды модели, а в основную надпись передадутся сведения из модели: обозначение, масса и материал.

Чертеж, полученный с помощью команды **Стандартные виды**, требует доработки: добавления осевых линий, некоторых обозначений, технических требований и т. д.

Команда **Произвольный вид** – позволяет построить произвольный вид с модели.

После вызова команды на экране появляется диалоговое окно, в котором необходимо выбрать файл-источник модели, после чего в окне чертежа возникнет фантом габаритного прямоугольника вида.

Далее необходимо настроить параметры вида, его отрисовку и набор передаваемых объектов, а также надпись вида, после чего зафиксировать фантом, задав точку привязки вида.

Команда **Проекционный вид** – позволяет построить вид модели, указав одно из ортогональных направлений относительно имеющегося вида.

После вызова команды необходимо указать опорный вид для создания проекционного вида. Затем нужно переместить курсор в направлении, соответствующем виду, который требуется создать. На экране будет отображаться фантом габаритного прямоугольника вида.

Далее следует настроить параметры вида, отрисовку вида и набор передаваемых объектов, а также надпись вида, после чего зафиксировать фантом, задав точку привязки вида.

Команда **Вид по стрелке** – позволяет построить вид на модель в соответствии с направлением, указанным стрелкой взгляда.

Для построения вида по стрелке требуется наличие в его опорном виде стрелки взгляда, созданной командой **Стрелка взгляда** панели инструментов **Обозначения**, которую следует указать после вызова команды. Команда **Вид по стрелке** также запускается автоматически после простановки в ассоциативном виде стрелки взгляда.

На экране появится фантом габаритного прямоугольника вида по стрелке. Вид по стрелке располагается в проекционной связи со своим опорным видом.

Далее следует настроить параметры вида, отрисовку вида и набор передаваемых объектов, а также надпись вида, после чего зафиксировать фантом, задав точку привязки вида.

Команда **Разрез/сечение** – позволяет построить вид, содержащий изображение разреза или сечения модели в указанной плоскости.

Сечение отличается от разреза тем, что на нем показывают только то, что расположено в секущей плоскости.

Сечения, в зависимости от расположения их на чертежах, разделяются на:

- **вынесенные сечения**, которые чаще всего располагают на свободном поле чертежа и обводят основной линией;
- **наложенные сечения**, которые располагают непосредственно на изображении предмета и обводят тонкими линиями.

Для построения вида, содержащего разрез или сечение, требуется наличие в его опорном виде обозначения линии разреза, которое создается командой **Линия разреза** панели инструментов **Обозначения**. После создания в опорном виде линии разреза команда **Разрез/сечение** запускается автоматически.

Если выполнение автоматически запущенной команды было прервано, то следует вызвать команду **Разрез/сечение** вручную и указать линию разреза. На экране появится фантом габаритного прямоугольника вида, содержащего разрез/сечение, располагающийся в проекционной связи со своим опорным видом.

На вкладке **Параметры** Панели свойств команды с помощью переключателя **Разрез модели/Сечение модели** необходимо выбрать тип изображения в создаваемом виде.

Настройка параметров штриховки выполняется средствами вкладки **Штриховка** Панели свойств. Группа переключателей **Штриховка сборки** позволяет выбрать способ штриховки соседних деталей сборки: **В одну сторону** или **С поворотом на 90°**.

Далее следует настроить параметры вида, отрисовку вида и набор передаваемых объектов, а также надпись вида, после чего зафиксировать фантом, задав точку привязки вида.

Команда **Выносной элемент** – позволяет построить вид, содержащий в увеличенном виде некоторую часть изображения опорного вида, заключенную в пределах обозначенного выносного элемента.

Для такого вида требуется наличие в его опорном виде обозначения выносного элемента, которое создается командой **Выносной элемент** панели инструментов **Обозначения**. После создания в опорном виде обозначения выносного элемента команда **Выносной элемент** запускается автоматически.

Дальнейший порядок действий при работе с командой аналогичен последовательности построения **Разреза/сечения**.

Команда **Местный вид** – позволяет построить вид, содержащий изображение отдельного ограниченного участка поверхности модели.

Построение местного вида выполняется путем усечения изображения в опорном виде. Границей усечения может быть любой замкнутый контур (окружность, эллипс, замкнутая кривая Безье и т.п.).

Если в опорном виде нет замкнутого контура, следует предварительно создать его. Далее необходимо вызвать команду **Местный вид** и указать контур, ограничивающий местный вид. Содержимое опор-

ного вида, находящееся вне пределов контура, перестанет отображаться на экране.

Переключение между полным и усеченным отображением вида осуществляется командой **Местный вид**, расположенной в контекстном меню вида в **Дереве построения**.

Команда **Местный разрез** – позволяет построить изображение местного разреза на некоторой части поверхности детали в текущем виде чертежа.

Для построения этого вида требуется наличие в его опорном виде замкнутого контура. Контур не должен иметь самопересечений.

Создание местного разреза на выносном элементе невозможно.

После вызова команды необходимо:

- Указать в опорном виде замкнутый контур, ограничивающий местный разрез.

После указания контура на экране появится фантом прямой линии – след секущей плоскости. Этот фантом виден только тогда, когда курсор проходит над видом, плоскость проекций которого перпендикулярна плоскости проекций создаваемого местного разреза.

- Настроить параметры местного разреза на Панели свойств.

Можно ввести номер и имя местного разреза в поля на Панели свойств.

Группа переключателей **Разрез/сечение** доступна, если опорный вид создаваемого местного разреза не является разрезом/сечением.

Настройка параметров штриховки выполняется средствами вкладки **Штриховка** Панели свойств.

- Указать положение секущей плоскости.

Кнопка **Секущая плоскость** позволяет заново указать положение секущей плоскости. Она доступна при отключенном автосоздании объектов и при редактировании созданного местного разреза.

После выполнения указанных действий местный разрез будет построен. Его пиктограмма появится на ветви **Дерева построения**, соответствующей его опорному виду.

Команда **Разрыв вида** – позволяет трансформировать изображение в виде: условно удалять указанную часть изображения, а оставшиеся части придвигать друг к другу.

Команда может быть применена как к ассоциативным, так и к пользовательским видам чертежа.

После вызова команды на экране появляются две параллельные линии – границы разрыва, а на Панели свойств – элементы управле-

ния настройками параметров разрыва. При перемещении мышью характерных точек границ разрыва ограничивается часть изображения, которая будет удалена.

После настройки параметров команды и нажатия кнопки **Создать объект** на Панели свойств все геометрические объекты текущего вида, находившиеся между границами разрыва, перестанут отображаться на экране. Видимые части изображения будут ограничены линиями обрыва и придвинуты друг к другу так, чтобы расстояние между ними равнялось значению, заданному в поле **Зазор** (рисунок 12). Длина линий обрыва определяется системой автоматически по габаритам изображения в виде.

2 Заполнение основной надписи ассоциативного чертежа

При создании **Стандартных** или **Произвольного** видов в основную надпись чертежа передаются сведения из документа-модели:

- обозначение,
- наименование,
- масса,
- материал (только для чертежей деталей).

Масса детали рассчитывается автоматически в соответствии с плотностью материала детали и ее формой. Масса сборки определяется как суммарная масса ее компонентов.

Если чертеж содержит ассоциативные изображения нескольких моделей, то нужно указать, из какого документа-модели следует брать сведения для заполнения основной надписи. Для этого следует перейти в режим редактирования чертежа, дважды щелкнув мышью по основной надписи чертежа, и активизировать вкладку **Модели** Панели свойств. На ней перечислены названия документов-моделей, ассоциативные виды которых имеются в активном чертеже. Слева от названия модели, сведения о которой переданы в основную надпись чертежа, находится пиктограмма, изображающая лист чертежа. Чтобы указать для связи с основной надписью другую модель, нужно выделить ее в списке и нажать кнопку **Связать**. Текст в графах основной надписи изменится. Подтверждение выбора модели выполняется по нажатию кнопки **Создать объект**.

Заполнение остальных граф основной надписи аналогично заполнению граф основной надписи обычного чертежа.

Благодаря наличию связи между моделью и основной надписью чертежа, содержащего ее ассоциативные виды, возможна **синхронизация основной надписи и модели** – передача данных между свойствами модели и основной надписью чертежа.

Из модели в чертеж могут передаваться те же сведения, что и при создании ассоциативных видов. Настройка передачи данных из модели в чертеж и управление этой передачей производятся на вкладке **Параметры** Панели свойств в режиме редактирования основной надписи чертежа.

Работая с чертежом, можно в любой момент синхронизировать данные в основной надписи чертежа и в свойствах модели.

Чтобы получить данные из модели, необходимо вызвать из контекстного меню основной надписи чертежа в режиме ее заполнения команду **Синхронизировать данные**.

В обратном направлении (из чертежа в модель) могут быть переданы только обозначение и наименование изделия. Эта передача не требует настройки и производится автоматически при сохранении чертежа. Стандартные код и наименование документа в модель не попадают.

Синхронизацию основной надписи текущего чертежа и модели можно настроить также в диалоговом окне команды **Сервис > Параметры... > Текущий чертеж > Параметры документа > Основная надпись**.

Элементы управления этого окна выполняют те же функции, что и элементы вкладки **Параметры**, приведенные в таблице 7. Единственным различием является отсутствие в окне кнопки **Синхронизировать**, так как она не участвует в процессе настройки.

Если используются одни и те же параметры синхронизации во всех ассоциативных чертежах, то выполнение настройки в каждом чертеже не рационально. В этом случае можно все новые чертежи сразу создавать с требуемыми настройками синхронизации командой **Сервис > Параметры... > Новые документы > Графический документ > Параметры документа > Основная надпись**.

3 Последовательность действий при создании ассоциативного чертежа модели

В КОМПАС-3D существует два способа создания ассоциативного чертежа модели:

• **Автоматическое создание чертежа** и произвольного вида текущей модели. Данный способ реализуется при работе с моделью командой **Создать новый чертеж из модели** выпадающего меню **Операции**.

После вызова команды автоматически создается и открывается документ-чертеж, в котором запускается команда создания произвольного вида текущей модели.

• **Компоновка чертежа модели** в документе-чертеже путем создания различных ассоциативных видов средствами панели инструментов **Виды**.

При данном способе необходимо сначала создать документ-чертеж, а затем формировать в нем необходимые проекции модели вышеописанными командами создания видов.

В общем случае при создании ассоциативного чертежа модели необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Создать в КОМПАС-3D трехмерную модель изделия.
2. Если какие-либо объекты (компоненты, тела или поверхности) не должны отображаться в чертеже, следует отключить их отображение в модели командой **Скрыть**.
3. Если в чертеж будут передаваться размеры и обозначения из модели, необходимо проставить их в модели.
4. Принять решение о том, какая ориентация модели наиболее подходит для главного вида. Если выбранное положение модели невозможно установить, используя стандартные ориентации, следует добавить пользовательскую ориентацию, соответствующую нужному положению.
5. Выбрать способ создания ассоциативного чертежа модели: автоматическое создание чертежа из модели или создание документа-чертежа КОМПАС-3D.
6. Если модель не очень сложная, для создания ее чертежа можно использовать команду построения стандартных видов. При создании сборочных чертежей и чертежей сложных деталей рекомендуется использовать команду построения произвольного вида.
7. Создав в чертеже стандартные или произвольные виды, построить на их основе проекционные виды, разрезы, сечения, выносные элементы, местные виды и местные разрезы.
8. Если необходимо, отредактировать изображение в ассоциативных видах:

- настроить отображение в видах тел и поверхностей, а также элементов оформления;

- назначить “неразрезаемые” компоненты;

- отключить отображение компонентов, которые не должны показываться на чертеже.

9. Добавить в чертеж необходимые объекты оформления: размеры, технологические обозначения, надписи и другие элементы (осевые линии, обозначения центра и т.п.). Перед их созданием рекомендуется включить ассоциативность и параметризацию.

10. Создать технические требования, ассоциативно связанные с элементами оформления чертежа.

11. Скомпоновать виды на листе чертежа. Если необходимо, отключить проекционные связи между видами.

12. Заполнить основную надпись чертежа, синхронизировав ее с моделью.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Изучить теоретическую часть лабораторной работы.

4.2 Освоить технику создания ассоциативных видов и формирования в них проекционных обозначений при создании чертежа модели.

4.3 Согласно индивидуальному заданию, выданному преподавателем, создать трехмерные твердотельные модели деталей.

4.4 Создать и оформить ассоциативные чертежи данных деталей.

4.5 Оформить отчет по лабораторной работе.

5 Контрольные вопросы

- 5.1 Какой вид называется ассоциативным?
- 5.2 В чем заключается главное преимущество использования ассоциативных видов?
- 5.3 Какой чертеж называется ассоциативным?
- 5.4 Какие ассоциативные виды можно создать в КОМПАС-3D?
- 5.5 Для чего предназначено Дерево построения чертежа?
- 5.6 Какова последовательность действий при создании стандартных видов?
- 5.7 Как можно изменить набор стандартных видов модели?
- 5.8 Какова последовательность действий при создании произвольного вида?
- 5.9 Какова последовательность действий при создании проекционного вида?
- 5.10 Какова последовательность действий при создании вида по стрелке?
- 5.11 Какова последовательность действий при создании разреза/сечения?
- 5.12 Какова последовательность действий при создании выносного элемента?
- 5.13 Какова последовательность действий при создании местного вида?
- 5.14 Какова последовательность действий при создании местного разреза?
- 5.15 Какова последовательность действий при создании разрыва вида?
- 5.16 Какие сведения передаются в основную надпись чертежа при создании Стандартных и Произвольного видов?
- 5.17 В чем заключается синхронизация основной надписи и модели и какими способами она выполняется?
- 5.18 Как выполняется настройка синхронизации основной надписи чертежа и модели?
- 5.19 Какими способами можно создать ассоциативный чертеж модели?
- 5.20 Какова последовательность действий при создании ассоциативного чертежа модели?

Лабораторная работа № 6. Создание трехмерных геометрических моделей сборочных единиц средствами КОМПАС-3D

Цель работы: изучение теоретических сведений и получение практических навыков создания и редактирования геометрических моделей сборочных единиц средствами системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D.

1 Основные понятия и определения

Сборка в КОМПАС-3D – трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, и содержащая информацию о взаимном положении этих компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

Подборка – сборка, входящая в состав текущей сборки.

Компонент – деталь, подборка или стандартное изделие, входящее в состав сборки.

Состав сборки задается путем внесения в нее новых компонентов или удаления существующих. Модели компонентов записаны в отдельных файлах на диске. В файле сборки хранятся ссылки на эти компоненты. При переносе сборки на другой компьютер следует переносить не только файл сборки *.a3d*, но и все связанные с ним файлы *.m3d* и/или *.a3d*. При этом необходимо сохранять их взаимное положение на диске (наименования каталогов), иначе сборка не найдет свои компоненты.

Можно указать взаимное положение компонентов сборки, задав параметрические связи между их гранями, ребрами и вершинами. Эти параметрические связи называются **сопряжениями**.

Как и в детали, в сборке возможно построение тел, выполнение над ними булевых операций, задание для них различных свойств.

В КОМПАС-3D существует **три способа проектирования сборки**:

- Проектирование “снизу вверх”

Данный способ применяется тогда, когда все компоненты, из которых должна состоять сборка, уже существуют в файлах на диске. В таком случае их можно вставить в сборку, а затем установить требуемые сопряжения между ними.

Несмотря на кажущуюся простоту, такой порядок проектирования применяется редко и только при создании сборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что форма и размеры деталей в сборках всегда взаимосвязаны. Для моделирования отдельных деталей с целью последующего их соединения требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять, помнить размеры одних деталей для того, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей.

- Проектирование “сверху вниз”

Данный способ применяется, если компоненты сборки еще не существуют. В этом случае их можно моделировать прямо в сборке. При этом первый компонент моделируется в обычном порядке, а при моделировании следующих компонентов используются существующие. При таком порядке проектирования ассоциативные связи между компонентами возникают прямо в процессе построения, а впоследствии при редактировании одних компонентов другие перестраиваются автоматически.

Кроме автоматического возникновения ассоциативных связей, происходит и автоматическое определение большинства параметров компонентов, что избавляет от необходимости запоминать их.

Например, толщина прокладки, создаваемой непосредственно в сборке, автоматически подбирается так, чтобы эта прокладка заполняла пространство между деталями. Если в результате редактирования моделей расстояние между деталями изменится, то толщина прокладки также изменится автоматически (если модель прокладки была построена отдельно, ее толщина остается постоянной и при перестроении соседних деталей может оказаться, что прокладка не заполняет зазор между ними или, наоборот, пересекает тела деталей).

Такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием “снизу вверх”, так как он позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных компонентов и создавать параметрические модели типовых изделий.

Если структура сборки еще не определена, то можно создавать в ней не детали и под сборки, а тела. Затем тела можно сохранить как детали, а детали при необходимости объединить в под сборки.

- Смешанный способ проектирования.

На практике чаще всего используется смешанный способ проектирования, сочетающий в себе приемы проектирования “сверху вниз” и “снизу вверх”.

В сборку вставляются готовые модели компонентов, определяющих ее основные характеристики, а также модели стандартных изделий. Остальные компоненты создаются “на месте” (в сборке) с учетом положения и размеров окружающих компонентов.

2 Способы создания элементов сборок в КОМПАС-3D

В системе КОМПАС-3D существует два способа создания элементов сборки:

- добавление компонента из внешнего файла;
- создание компонента на месте.

2.1 Добавление компонента из внешнего файла

Добавление в сборку компонента (детали или под сборки), находящегося в файле на диске, выполняется командой **Операции > Добавить компонент из файла**.

В появившемся на экране после вызова команды стандартном диалоговом окне открытия файлов необходимо выбрать файл, содержащий модель компонента, затем задать точку вставки компонента.

Компонент будет вставлен в текущий документ. В **Дереве модели** появится пиктограмма, соответствующая типу компонента (деталь или сборка). Рядом с пиктограммой появится наименование компонента, взятое из его файла.

Первый компонент, вставленный в сборку, автоматически фиксируется в том положении, в котором был вставлен. Зафиксированный компонент не имеет возможности перемещения в системе координат сборки. Отключение фиксации компонента выполняется командой **Отключить фиксацию** контекстного меню компонента в **Дереве модели**.

2.2 Создание компонента на месте

При формировании сборки в КОМПАС-3D можно создавать компоненты, не выходя из текущего файла сборки. При этом в окне будут видны все остальные компоненты сборки. Они не доступны для редактирования, но их элементы (грани, ребра, эскизы и др.) могут использоваться в операциях создания новых компонентов.

Можно создать на месте деталь и под сборку.

2.2.1 Последовательность построения детали в текущей сборке

- Выделить в сборке плоский объект, на котором должен базироваться эскиз основания новой детали.
- Вызвать команду **Операции > Создать компонент > Деталь**.
- На экране появится окно сохранения файлов. В ней необходимо указать папку и имя файла, в котором будет сохранена новая деталь.
- Далее система перейдет в режим создания эскиза первого объекта новой детали.
- Эскиз расположится в указанной плоскости и будет связан с ней.
- Затем, после выхода из режима редактирования эскиза, система перейдет в режим построения детали, а в Дереве модели появится пиктограмма, обозначающая новую деталь.

Все команды построения в этом режиме распространяются только на новую деталь. Остальные компоненты сборки видны в окне, но недоступны для редактирования. Их можно использовать при построении: указывать грани, ребра, вершины.

- По окончании построения детали необходимо отжать кнопку **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние** и система вернется в режим работы со сборкой.

2.2.2 Последовательность построения подсборки в текущей сборке

- Вызвать команду **Операции > Создать компонент > Сборку**. На экране появится окно сохранения файлов. В нем необходимо указать папку и имя файла, в котором будет сохранена новая деталь.
- Далее система перейдет в режим построения новой сборки, а в Дереве главной сборки появится пиктограмма, обозначающая новую подсборку.

В этом режиме остальные компоненты сборки видны в окне, но недоступны для редактирования. Их можно использовать при построении.

- По завершении создания подсборки необходимо отжать кнопку **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние**. Система вернется в режим работы с главной сборкой.

3 Операции, выполняемые с компонентами и телами в сборке

3.1 Сопряжение компонентов

Сопряжение – параметрическая связь между компонентами и телами сборки, формируемая путем задания взаимного положения их элементов или объектов.

В сопряжениях могут участвовать грани, ребра, вершины, графические объекты в эскизах, а также вспомогательные элементы разных компонентов. Сопряжение компонентов сборки является одним из проявлений вариационной параметризации модели.

Команды наложения сопряжений расположены в меню **Операции > Сопряжения компонентов** и на панели инструментов **Сопряжения** (рисунок 1).

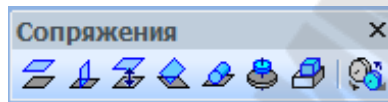


Рисунок 1 – Панель инструментов **Сопряжения**

В КОМПАС-3D можно задать **сопряжения следующих типов:**

- **Совпадение объектов** – позволяет установить совпадение выбранных объектов.
- **Параллельность объектов** – позволяет установить параллельность выбранных объектов.
- **Перпендикулярность объектов** позволяет установить перпендикулярность выбранных объектов.
- **Под углом** позволяет установить расположение выбранных объектов под заданным углом.
- **На расстоянии** позволяет установить расположение выбранных объектов на заданном расстоянии.
- **Касание объектов** позволяет установить касание выбранных объектов.
- **Соосность объектов** позволяет установить совпадение осей выбранных объектов.

Сопряжения накладываются на пары объектов – компонентов или тел сборки. Одни и те же объекты могут участвовать в различных сопряжениях; возможно наложение различных сопряжений на одну и ту же пару объектов. На компонент, который уже участвует в одном

или нескольких сопряжениях, можно наложить только такое сопряжение, которое не будет противоречить наложенным ранее.

В результате наложения сопряжений компонент теряет часть степеней свободы.

Два неподвижных объекта сопрячь невозможно.

3.2 Перемещения и повороты компонентов

После вставки компонента можно задать его положение и ориентацию в сборке, а также его положение относительно других компонентов путем поворота или перемещения.

В КОМПАС-3D предусмотрено несколько *способов перемещения компонентов сборки* в ее системе координат:

- Поворот компонента вокруг центра его габаритного параллелепипеда;
- Поворот компонента вокруг оси;
- Поворот компонента вокруг точки;
- Сдвиг компонента в любом направлении.

Команды перемещения компонентов расположены в меню **Сервис**, а кнопки для их вызова – на панели **Редактирование сборки**.

Перемещение компонента может быть ограничено или запрещено наложенными на этот компонент сопряжениями.

3.3 Булевы операции над деталями

Булевы операции над деталями возможны, если эти детали содержат по одному телу. Для многотельных деталей выполнение булевых операций недоступно. Булевы операции применимы как к телам, построенным в сборке, так и к телам, построенным в компонентах.

3.3.1 Вычитание

Используя вычитание, можно образовать в детали полость, имеющую форму другой детали.

Для создания такой полости используется команда **Операции > Вычесть компоненты**. Кнопка для вызова команды находится на панели **Редактирование сборки**.

После вызова команды необходимо указать детали, которые необходимо вычесть из редактируемой.

Поле **Коэффициент** Панели свойств используется в случае, если размеры создаваемой полости должны отличаться от размеров вычитаемой детали. В это поле вводится коэффициент линейного расширения полости в процентах. Для увеличения размеров полости значение коэффициента должно быть положительным, для уменьшения – отрицательным. Полость увеличится по сравнению с вычитаемой деталью в $(1 + k/100)$ раз, где k – заданный коэффициент. По умолчанию центром масштабирования полости является центр габаритного параллелепипеда вычитаемой детали. При необходимости можно задать центр масштабирования явно.

Расположение и форма вычитаемой детали могут быть таковы, что в результате вычитания образуется тело, состоящее из нескольких частей.

На ветви **Дерева модели**, соответствующей текущей детали, появится пиктограмма операции вычитания компонентов.

3.3.2 Объединение

Работая со сборкой, можно “склеить” несколько деталей, получив из них одну.

Команда, выполняющая объединение компонентов, активизируется через выпадающее меню **Операции > Объединить компоненты**. Кнопка для вызова команды находится на панели **Редактирование сборки**.

После вызова команды следует указать детали, которые должны быть объединены. Для выполнения операции необходимо, чтобы эти детали пересекались друг с другом или имели совпадающие грани.

Приемы работы с полученным телом не отличаются от приемов работы с любой другой деталью.

4 Порядок выполнения работы

- 4.1 Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
- 4.2 Освоить приемы моделирования сборочных единиц в системе КОМПАС-3D.
- 4.3 Согласно индивидуальному заданию, выданному преподавателем, построить трехмерные модели деталей сборочной единицы и модель самой сборочной единицы.
- 4.4 Создать и оформить ассоциативные чертежи деталей и сборочной единицы.
- 4.5 Оформить отчет по лабораторной работе.

5 Контрольные вопросы

- 5.1 Что представляет собой сборка в системе КОМПАС-3D?
- 5.2 Что называется подсборкой?
- 5.3 Что называется компонентом сборки?
- 5.4 Какие способы проектирования сборки реализованы в системе КОМПАС-3D?
- 5.5 В чем заключается проектирование “снизу вверх”?
- 5.6 В чем заключается проектирование “сверху вниз”?
- 5.7 В чем заключается смешанный способ проектирования?
- 5.8 Как выполняется добавление компонента в сборку из внешнего файла?
- 5.9 Как выполняется построение детали в текущей сборке?
- 5.10 Как выполняется построение подсборки в текущей сборке?
- 5.11 Какие операции можно выполнять с компонентами и телами в сборке?
- 5.12 Что называется сопряжением компонентов?
- 5.13 Какие команды наложения сопряжений существуют в системе КОМПАС-3D и как они назначаются компонентам сборки?
- 5.14 Какие булевы операции можно выполнять над компонентами сборки?
- 5.15 Как осуществляется вычитание компонентов сборки?
- 5.16 Как осуществляется объединение компонентов сборки?

Лабораторная работа № 7.

Создание спецификаций сборочных единиц в КОМПАС-3D

Цель работы: изучение теоретических сведений и приобретение практических навыков создания спецификаций сборочных единиц средствами системы проектирования спецификаций САПР КОМПАС-3D.

1 Общие сведения о системе проектирования спецификаций САПР КОМПАС-3D

Система проектирования спецификаций функционирует в среде САПР КОМПАС-3D. Использование системы позволяет ускорить процесс составления спецификаций, исключить ошибки при их заполнении.

Система проектирования спецификаций позволяет создавать спецификации:

- не связанные с другими документами;
- связанные со сборочным чертежом изделия;
- связанные с моделью-сборкой изделия.

1.1 Объекты спецификации

Основной структурной единицей спецификации является объект спецификации. Спецификация состоит из объектов спецификации, сгруппированных по разделам.

Объект спецификации – строка или несколько следующих друг за другом строк спецификации КОМПАС-3D, относящихся к одному материальному объекту (например, детали, сборочной единице или документу).

Объекты в спецификации чередуются с заголовками разделов, заголовками блоков, пустыми строками и резервными строками.

Объекты спецификации бывают базовые и вспомогательные.

Для базовых объектов возможно автоматическое заполнение колонок, сортировка, подключение графических объектов из сборочного чертежа, подключение деталей из сборки и т. д.

Для вспомогательных объектов не предусмотрены сервисные функции, выполнение которых обеспечивает спецификация. Вспомогательные объекты используются для выполнения таких приемов оформления спецификации, которые не могут быть обеспечены вво-

дом базовых объектов, например, при помощи вспомогательного объекта можно ввести произвольный текст (комментарий) в таблицу спецификации или создать пустую строку в середине раздела.

Как правило, базовый объект спецификации состоит из:

- текстовой части;
- геометрии (графических объектов и трехмерных моделей);
- набора дополнительных параметров.

Вспомогательный объект спецификации не содержит геометрии и имеет меньше дополнительных параметров, чем базовый.

В состав объекта спецификации можно включить геометрию не из любого чертежа или сборки, а только из подключенного к этой спецификации. В спецификации можно включить режим показа геометрии объектов спецификации. В этом режиме система автоматически выделяет в чертеже или сборке геометрию, относящуюся к выделенному объекту спецификации (при условии, что чертеж или сборка открыты). При перемещении по спецификации в соседнем окне подсвечиваются изображения, соответствующие ее объектам.

Благодаря включению позиционной линии-выноски в графический состав объекта спецификации осуществляется ассоциативная связь спецификации со сборочным чертежом, т.е. соответствие номера позиции на чертеже номеру позиции в спецификации. После изменения в спецификации каких-либо номеров позиций достаточно передать эти изменения в чертеж и на полках линий-выносок в нем автоматически появятся новые номера позиций.

К дополнительным параметрам объекта спецификации относятся настройки этого объекта, подключенные к объекту документы, данные в дополнительных колонках объекта. Эта информация никогда не видна в бланке спецификации, однако ее можно в любой момент просмотреть и отредактировать.

1.2 Интерфейс системы проектирования спецификаций

После создания новой спецификации экран системы выглядит следующим образом (рисунок 1).

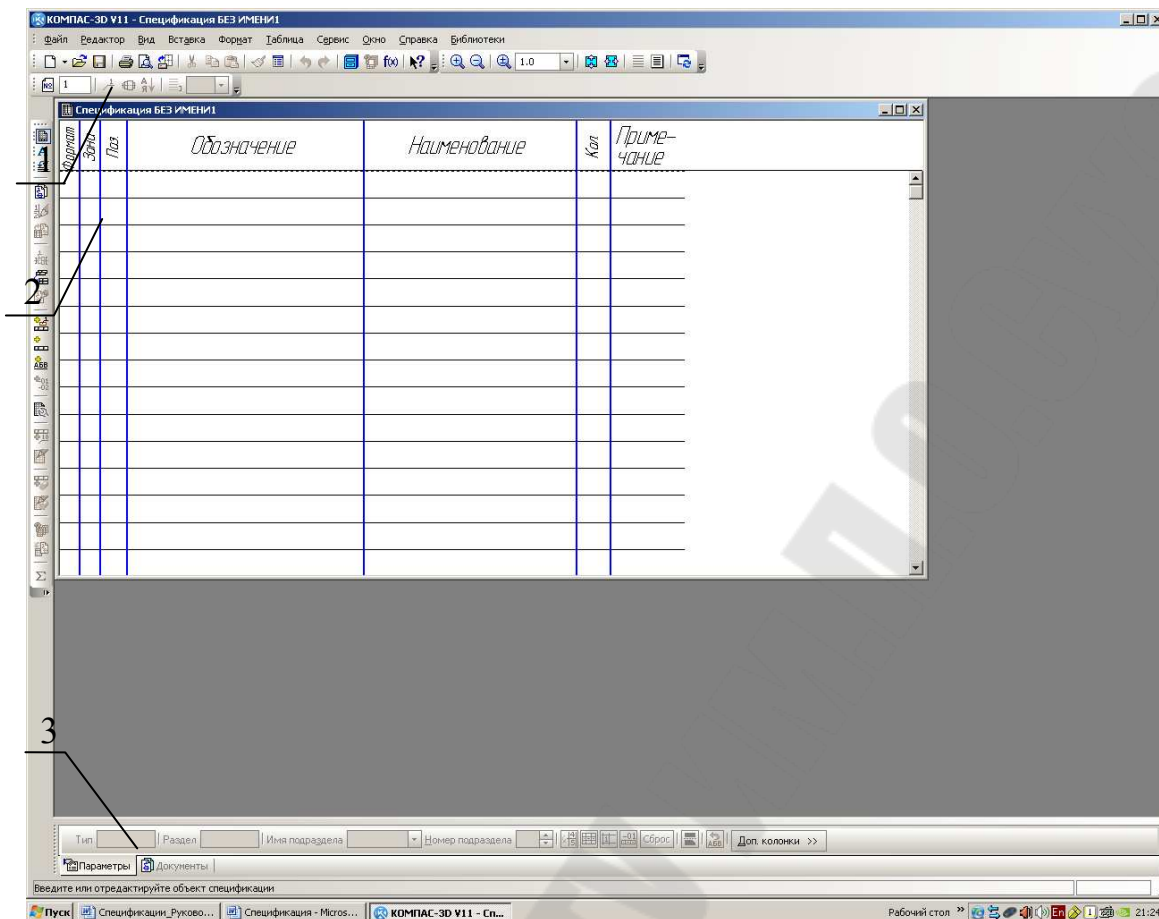


Рисунок 1 –Элементы интерфейса системы проектирования спецификации:
 1 – панель инструментов Текущее состояние, 2 – панель инструментов Спецификация, 3 – Панель свойств объекта спецификации

В режиме работы в таблице спецификации на панели Текущее состояние появляются поля и переключатели, позволяющие управлять параметрами текущего раздела спецификации:

- Текущая страница – поле, где показан номер текущей страницы спецификации. Чтобы перейти на нужную страницу, нужно ввести в поле ее номер.
- Проставлять позиции – переключатель, позволяющий разрешить или запретить простановку номеров позиций в текущем разделе;
- Подключать геометрию – переключатель, позволяющий разрешить или запретить подключение геометрии к объектам спецификации в текущем разделе.
- Автоматическая сортировка – переключатель, позволяющий разрешить или запретить автоматическую сортировку объектов спецификации в текущем разделе.

- Количество резервных строк – поле, где показано количество резервных строк в текущем разделе. Можно изменить это количество.

2 Создание простой спецификации, не связанной с другими документами

Заполнение спецификации в ручном режиме – самый простой способ создания спецификации.

Для создания новой спецификации необходимо выполнить следующую последовательность действий:

- Создать файл документа-спецификации – для этого необходимо вызвать команду Файл > Создать, в появившемся диалоговом окне выбрать тип документа Спецификация. На экране появится бланк спецификации.

- Заполнить спецификацию – создать разделы и объекты спецификации.

Создать базовый объект можно тремя способами:

- вызвав команду Вставка > Базовый объект;

- нажав клавишу Insert;

- нажав кнопку на панели инструментов Спецификация.

После чего на экране появится диалоговое окно, где нужно выбрать раздел для размещения нового объекта спецификации (рисунок 2).

В данном диалоговом окне необходимо выделить в списке раздел Документация, с которого начинается спецификация и нажать кнопку Создать. В бланке спецификации появится название раздела. Первая строка этого раздела станет доступной для редактирования. Курсор будет находиться в первой колонке (Формат). Перед названием раздела и после него будут находиться пустые строки, недоступные для ввода символов.

Теперь можно ввести с клавиатуры текстовую часть объекта спецификации, т. е. первую строку первого раздела спецификации. В режиме ввода/редактирования текстовой части объекта спецификации доступны все возможности текстового редактора. Перемещение по позициям строки осуществляется клавишей Tab или клавишами управления курсором. Ввод текста и чисел в некоторые колонки невозможен: например, находясь в разделе Документация, нельзя работать с колонками Зона и Позиция.

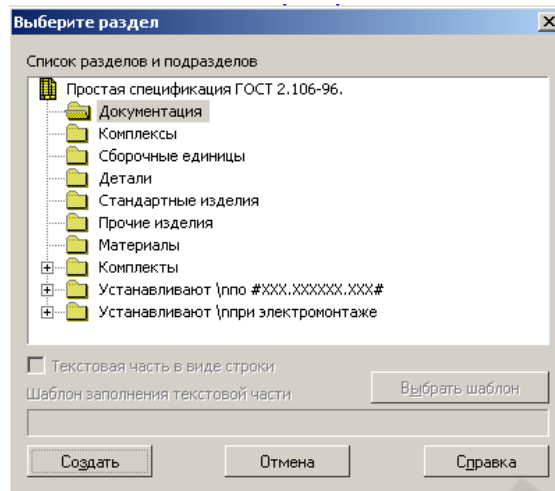


Рисунок 2 – Диалоговое окно выбора раздела спецификации

Завершение создания объекта выполняется нажатием комбинации клавиш Ctrl+Enter или щелчком мыши в свободном месте спецификации. Введенный объект будет выделен цветом. Это выделение указывает на текущий раздел спецификации.

Для создания следующего объекта вновь следует вызвать команду Вставка > Базовый объект. Так как раздел, в котором создается объект спецификации, уже существует, строка для ввода текстовой части нового объекта возникает в конце этого раздела.

Код и наименование документа можно не вводить с клавиатуры, а выбирать из диалогового окна, содержащего стандартный перечень кодов и наименований документов. Это окно вызывается после выбора команды Вставить код и наименование... из контекстного меню, активизируемого в любой колонке создаваемого объекта.

Создать раздел можно двумя способами:

- вызвав команду Вставка > Раздел.
- нажав кнопку на панели инструментов Спецификация.

В появившемся диалоговом окне (рисунок 3) следует указать название раздела спецификации. Так как спецификация КОМПАС-3D не может содержать пустой (состоящий только из заголовка) раздел, то при создании нового раздела создается и первый объект в нем. Поэтому необходимо указать, базовый или вспомогательный объект будет создаваться в новом разделе.

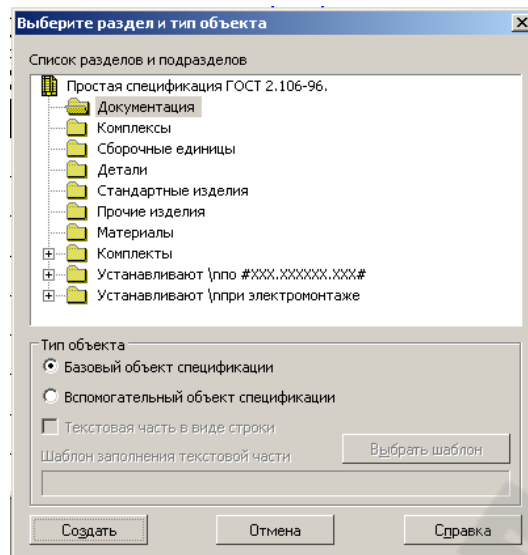


Рисунок 3 – Диалоговое окно выбора раздела спецификации и типа объекта

Заголовок появившегося раздела располагается через три строки после предыдущего раздела, над заголовком раздела расположена пустая строка, а над ней – две резервные строки предыдущего раздела.

Для изменения количества резервных строк необходимо щелкнуть мышью на любом объекте раздела Документация, активизировав тем самым этот раздел, и в поле Резервные строки на панели Текущее состояние выбрать из списка Количество резервных строк цифру, отличающуюся от заданной по умолчанию.

Активизировать резервную строку и ввести в нее текст в данном режиме невозможно, так как резервные строки предназначены для внесения в них данных только при распечатке (вручную).

При создании каждого нового объекта спецификации в разделе Сборочные единицы в колонке Позиция автоматически возникает порядковый номер этого объекта. Эти номера указывают на последовательность создания объектов. Нумерация в новых разделах продолжается в порядке создания объектов.

Если объекты создаются в порядке, соответствующем их стандартной сортировке, они располагаются в разделе в порядке ввода.

Если объекты создаются в разделе в произвольном порядке, они автоматически сортируются по правилам, предписанным ГОСТ 2.106–96 (например, в разделе Детали происходит сортировка по тексту в колонке Обозначение). Объект, созданный позже других, может в результате сортировки оказаться в середине или начале раздела и,

наоборот, при этом в колонке Позиция по-прежнему находятся номера, отражающие порядок создания объектов.

Для упорядочения номеров позиций отсортированных объектов используется команда Сервис > Расставить позиции или кнопка Расставить позиции панели инструментов Спецификация. Объекты нумеруются, начиная с 1 по порядку сортировки. Первый номер позиции в разделе должен быть на единицу больше суммы последнего номера позиции в предыдущем разделе и количества резервных строк в нем. Например, если раздел Сборочные единицы заканчивается позицией 2 и имеет три резервные строки, то следующий раздел – Детали – будет начинаться с позиции 6.

Простановку позиций в разделе можно отключать, отжав кнопку **Проставлять позиции** на панели **Текущее состояние**. При этом изменится нумерация объектов в других разделах.

Удаление объекта спецификации выполняется командой Редактор > Удалить объект или клавишей Delete. После удаления объекта на его месте не останется пустой строки, все следующие за ним объекты поднимутся на одну строку, а порядок нумерации позиций нарушится. Восстановление нумерации объектов осуществляется командой Расставить позиции.

Обозначения стандартных изделий (например, винтов, шайб и т.д.) и материалов подчиняются правилам, установленным в ГОСТ на эти изделия и материалы. В соответствии с этими стандартными правилами для ряда таких объектов в КОМПАС-3D сформированы шаблоны заполнения – своеобразные “заготовки” с готовыми для ввода характеристик объектов полями.

При создании разделов Материалы или Стандартные изделия в окне выбора раздела (рисунок 3) после указания наименования раздела станет доступной кнопка выбора шаблона заполнения текстовой части объекта Выбрать шаблон. После нажатия на эту кнопку открывается окно (рисунок 4) выбора шаблона, где необходимо раскрыть требуемый раздел, выбрать нужный шаблон из раздела и нажать кнопку Выбрать.

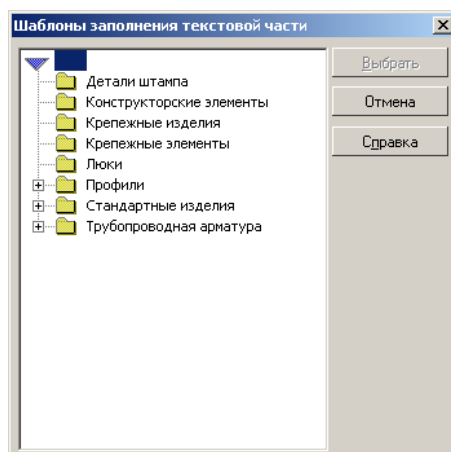


Рисунок 4 – Диалоговое окно выбора шаблона заполнения текстовой надписи

Находясь в режиме редактирования текстовой части объекта спецификации, дважды щелкнув мышью по его обозначению в колонке Наименование, можно вызвать окно с таблицей параметров объекта спецификации, вставленного по шаблону (рисунок 5).

Но...	Им...	Тип	Обозначе...	Ма...	ДД...	По...	ГОСТ	Но...	П						
1	Кол...	на...	1030-5951	0	-	20	20	-	12	h6	6	ГОСТ	13118	-	8

Рисунок 5 – Таблица параметров объекта спецификации

Вспомогательные объекты спецификации можно использовать для ввода произвольных текстов (комментариев) в строку спецификации или для создания пустой строки в середине раздела. В любую колонку вспомогательного объекта можно вводить данные любого типа. Это главное отличие вспомогательного объекта от базового.

На вспомогательный объект не распространяются правила сортировки объектов внутри раздела, поэтому с его помощью можно создать строку, положение которой в разделе не зависит от текста в ней.

Вспомогательный объект можно вставить двумя способами:

- командой Вставка > Вспомогательный объект,
- кнопкой Добавить вспомогательный объект панели инструментов Спецификация.

Новый вспомогательный объект располагается после того объекта спецификации, который был выделен в момент вызова команды создания вспомогательного объекта. Для изменения положения вспо-

могательного объекта необходимо, не снимая выделения с нового вспомогательного объекта, вызвать команду Редактор > Сдвинуть объект вверх или нажать комбинацию клавиш Shift+^ - вспомогательный объект сместится вверх.

Крепежные изделия, а также некоторые другие объекты можно вставлять в спецификацию из Конструкторской библиотеки. Это действие можно выполнить, если на рабочем месте установлена Конструкторская библиотека и есть лицензия на ее использование.

Объект, вставленный из Конструкторской библиотеки, заполнен по шаблону – так же, как если бы он создавался в чертеже. Активизировать режим редактирования объекта можно, дважды щелкнув мышью в колонке Наименование. На экране появится таблица параметров объекта. Она заполнена значениями, выбранными при создании объекта, их можно изменить.

В созданной спецификации разделителем ее страниц является горизонтальная пунктирная линия. Эта линия – автоматически возникший разрыв страницы. Он появляется, когда текстовые части объектов спецификации заняли все строки в бланке листа спецификации, и для их размещения образуется следующая страница.

Изменить положение разрыва страницы можно, установив выделение в строке, с которой должна начинаться новая страница, и нажав кнопку Размещать на новом листе на Панели свойств.

Заполнение основной надписи спецификации выполняется в режиме разметки страницы, переход в который осуществляется командой Вид > Разметка страниц или по нажатию кнопки Разметка страниц на панели Вид.

В режиме разметки страниц спецификации невозможно создавать, удалять и редактировать объекты спецификации.

Возврат в режим редактирования спецификации осуществляется командой Вид > Нормальный режим или по нажатию кнопки Нормальный режим на панели Вид.

3 Создание спецификации, связанной со сборочным чертежом

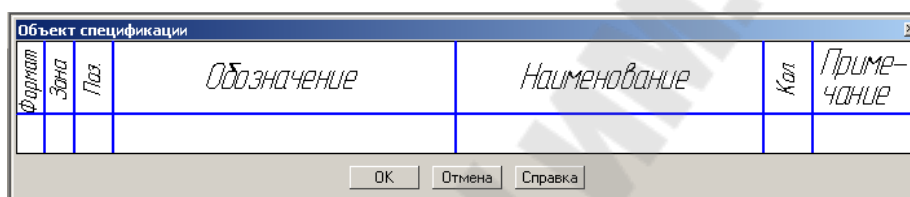
В чертеже можно создавать, редактировать и хранить объекты спецификации. После создания объектов спецификации в чертеже их можно передать в документ-спецификацию. В ней эти объекты автоматически будут расположены в нужных разделах, будут отсортиро-

ваны по стандартным правилам, а их текстовые части займут место в нужных колонках.

При создании спецификации, связанной со сборочным чертежом, после создания самого чертежа необходимо выполнить следующие действия:

- Создать объект спецификации в чертеже.

Для этого в чертеже нужно вызвать команду Спецификация > Добавить объект, в появившемся диалоговом окне выбрать нужный раздел и включить опцию Базовый объект спецификации. После чего на экране появится окно (рисунок 6), содержащее строку спецификации, предназначенную для нового объекта. Для удобства ввода текстовой части в окне есть заголовки колонок спецификации. Необходимо заполнить строку спецификации;



Формат	Этап	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание

OK Отмена Справка

Рисунок 6 – Окно для ввода текстовой части объекта спецификации

- Создать объекты спецификации, содержащие геометрию.

Базовый объект спецификации может содержать текстовую часть, атрибуты, в него могут входить графические объекты чертежа.

При создании объекта, содержащего геометрию, следует выполнить следующие действия:

- любым способом выделить графические объекты, составляющие изображение на сборочном чертеже;

- добавить базовый объект в раздел **Детали** и заполнить строку объекта соответствующей текстовой информацией.

- Подключить геометрию к объекту спецификации.

К уже созданному объекту спецификации геометрию можно подключить следующим образом:

- любым способом выделить графические объекты, составляющие изображение на сборочном чертеже;

- вызвать команду Спецификация > Редактировать объекты или нажать кнопку Редактировать объекты спецификации на панели Спецификация. На экране появится окно, содержащее бланк спецификации с уже созданными в нем объектами. Это означает, что система

переключилась в подчиненный режим редактирования спецификации. Заголовок нового окна сформирован из имени сборочного чертежа и содержит комментарий Объекты спецификации. Это свидетельствует о том, что продолжается работа в чертеже, а не в отдельном документе-спецификации.

- переместить выделение на объект спецификации, к которому нужно подключить геометрию;

- вызвать команду Редактор > Редактировать состав объекта или нажать кнопку Редактировать состав объекта на панели Спецификация. На экране появится сообщение о редактировании состава объекта. Чтобы перенести выделенные на чертеже объекты в объект спецификации, в этом окне следует нажать кнопку Добавить.

Таким образом, подключение геометрии к объекту спецификации позволяет быстро находить изображение любого объекта спецификации на чертеже. Кроме того, если включить в состав геометрии объекта линии-выноски, то впоследствии при перерасчете номеров позиций в спецификации будут автоматически изменены и номера линий-выносок в чертеже.

Если требуется исправить графический состав какого-либо объекта спецификации, то необходимо:

- выделить графические объекты, составляющие изображение на сборочном чертеже;

- войти в подчиненный режим редактирования объектов спецификации. Для этого нужно активизировать окно подчиненного режима или вызвать команду Редактировать объекты;

- переместить выделение на объект спецификации, состав геометрии которого редактируется;

- вызвать команду Редактор > Редактировать состав объекта. На экране появится сообщение о редактировании состава объекта. Чтобы перенести выделенные в чертеже графические объекты в объект спецификации и при этом удалить подключенную к нему ранее геометрию, следует нажать кнопку Заменить.

Создание объекта спецификации для элемента, вставленного в чертеж из Конструкторской библиотеки, выполняется в процессе редактирования его параметров. Этот процесс идентичен процессу создания макроэлемента из библиотеки. В диалоговом окне редактирования параметров следует включить опцию Создать объект спецификации, если она была выключена. Именно благодаря активизации этой опции из атрибутов стандартного изделия, хранящихся в биб-

лиотеке вместе с его изображением, будет сформирована текстовая часть объекта спецификации и сразу после создания макроэлемента на экране появится окно создания нового объекта спецификации. В нем уже будут заполнены колонки Наименование и Количество.

4 Связь сборочного чертежа и спецификации

Если возникает необходимость автоматического создания спецификации на основании сборочного чертежа, то следует выполнить такие действия:

- Подключение сборочного чертежа к спецификации


При подключении сборочного чертежа к спецификации нужно:

- создать новую спецификацию и сохранить ее;
- вызвать команду **Формат > Настройка спецификации**. В появившемся окне должны быть включены опции **Связь сборки или чертежа со спецификацией**, **Связь с расчетом позиций**, **Рассчитывать позиции** и **Рассчитывать зоны**.

- вызвать команду **Сервис > Управление сборкой**. В появившемся окне следует нажать кнопку **Подключить документ**, а в окне открытия файлов выбрать имя нужного сборочного чертежа.

По умолчанию в окне управления сборкой нажата кнопка **Заполнить основную надпись спецификации**. Это значит, что обозначение и наименование изделия из первого подключенного чертежа должно передаваться в основную надпись спецификации.

Сразу после закрытия окна управления сборкой будет показано, что в спецификации, которая только что была пуста, появились все объекты, которые были созданы в чертеже.

Теперь можно вызвать команду **Сервис > Расставить позиции**  и в колонке **Позиция** появятся новые номера позиций, а в колонке **Зона** – обозначения зон чертежа, в которых начинаются линии-выноски объектов.

Далее следует сохранить спецификацию, причем в сборочный чертеж передается информация, что его подключили к спецификации.

Если теперь вызвать окно подчиненного режима редактирования объектов спецификации в чертеже, то будет видно, что объекты спецификации в нем остались – они были не перенесены, а скопированы в новую спецификацию.

Если в новую спецификацию добавить базовый элемент и подключить к нему геометрию из чертежа, то согласование содержимого

спецификации и чертежа в данном случае выполняется командой Сервис > Синхронизировать данные или по нажатию кнопки Синхронизировать данные с документами сборки на панели инструментов Спецификация. Таким образом, по команде синхронизации происходит передача данных (объектов спецификации) из спецификации в чертеж. Система сообщает об изменении сборочного чертежа.

Если в окне подчиненного режима отредактировать объект спецификации, переключиться в окно чертежа и вызвать команду Спецификация > Синхронизировать данные, то произойдет передача данных (объектов спецификации) из чертежа в спецификацию. Система сообщит об изменении спецификации.

Направление передачи данных при синхронизации зависит от того, из какого документа была вызвана команда.

Если в момент вызова команды было активно окно спецификации – новое состояние ее объектов будет принято чертежом, и, наоборот, при синхронизации из чертежа его объекты будут переданы в спецификацию.

Работа в подчиненном режиме ничем не отличается от работы в документе-спецификации (исключением является невозможность заполнить основную надпись и распечатать спецификацию из подчиненного режима). Поэтому можно создавать объекты спецификации как в чертеже, так и в спецификации. В любой момент можно передать объекты из одного документа в другой.

5 Порядок выполнения работы

5.1 Изучить теоретическую часть лабораторной работы.

5.2 Освоить способы создания спецификаций в КОМПАС-3D и возможности системы создания спецификаций, описанные в теоретической части лабораторной работы.

5.3 Создать спецификацию сборочной единицы, выполненной в предшествующей лабораторной работе.

5.4 Оформить отчет по лабораторной работе.

6 Контрольные вопросы

- 6.1 Какими способами можно создавать спецификации в системе проектирования спецификаций?
- 6.2 Что называется объектом спецификации?
- 6.3 Какие бывают объекты спецификации? В чем состоят их особенности?
- 6.4 Какова последовательность создания простой спецификации, на связанной с другими документами?
- 6.5 Как создаются базовые объекты спецификации?
- 6.6 Какими способами и в какой последовательности создается раздел спецификации?
- 6.7 Что называется шаблоном заполнения и как они используются при создании объектов спецификации?
- 6.8 Как выполняется создание вспомогательных объектов спецификации?
- 6.9 Какова последовательность вставки объекта спецификации из Конструкторской библиотеки?
- 6.10 В каком режиме и как заполняется основная надпись спецификации?
- 6.11 Какова последовательность создания спецификации, связанной со сборочным чертежом?
- 6.12 Как создается объект, спецификации, содержащий геометрию?

Литература

1. КОМПАС-3D v17. Руководство пользователя. – ООО «АСКОН – Системы проектирования», 2017. – 2920 с.

Содержание

Лабораторная работа № 1. Основы создания и оформления чертежей в САПР КОМПАС-3D	3
Лабораторная работа № 2. Создание геометрических объектов средствами чертежно-графического редактора КОМПАС-График....	16
Лабораторная работа № 3. Простановка размеров и условных обозначений на чертежах средствами КОМПАС-ГРАФИК.....	29
Лабораторная работа № 4. Способы создания геометрических моделей деталей средствами КОМПАС-3D.....	49
Лабораторная работа № 5. Создание ассоциативных чертежей деталей по трехмерным геометрическим моделям	60
Лабораторная работа № 6. Создание трехмерных геометрических моделей сборочных единиц средствами КОМПАС-3D	72
Лабораторная работа № 7. Создание спецификаций сборочных единиц в КОМПАС-3D	80
Литература	93

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Практикум
по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 1-53 01 01
«Автоматизация технологических процессов
и производств (по направлениям)»
дневной формы обучения**

Составитель Целуев Михаил Юрьевич

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 20.04.23.

Рег. № 38Е.
<http://www.gstu.by>