

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.04.01 Прикладная программа КОМПАС**

**Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия**

**Профиль образовательной программы Электрооборудование и электротехнологии**

**Форма обучения** заочная

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Методические материалы по выполнению лабораторных работ.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лабораторная работа №1 Пользовательский интерфейс и настройки системы. Двухмерное черчение.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лабораторная работа №2 Размеры и обозначения. Создание деталировочного чертежа зубчатого колеса.....</b>	<b>83</b>
<b>1.3 Лабораторная работа №3 Твердотельное моделирование в КОМПАС-3D.....</b>	<b>94</b>

# 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

## ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 1.1 Лабораторная работа №1 (1 час).

Тема: «Пользовательский интерфейс и настройки системы».

**1.1.1 Цель работы:** Ознакомление с пользовательским интерфейсом и настройкой системы

#### 1.1.2 Задачи работы:

1. Изучение программного интерфейса.
2. Изучение настроек графического редактора.
3. Изучение команд вычерчивания графических примитивов и геометрических изображений на чертежах.

#### 1.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).
2. Программа КОМПАС-3D

#### 1.1.4 Описание (ход) работы:

Главное меню программы динамически изменяет свой состав в зависимости от типа активного в данный момент документа (в основном это зависит от того, является ли этот документ трехмерным или графическим). Более того, даже для документов одного и того же типа набор команд определенного раздела может быть разным

##### Меню Файл

Команды меню Файл не изменяются в зависимости от типа документа. Это первый пункт главного меню (рис. 1.7).

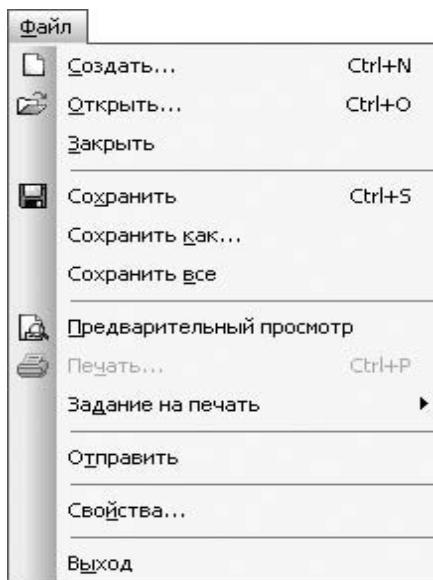


Рис. 1.7. Меню Файл

Его команды служат для работы с файлами системы КОМПАС: Создать (команда уже рассмотрена ранее), Открыть (позволяет загрузить сохраненный ранее файл в среду КОМПАС), Закрыть (дает возможность закрыть окно активного документа), Сохранить (сохраняет документ), Сохранить как (позволяет сохранить документ под другим именем), Сохранить все (дает возможность сохранить все открытые документы), Предварительный

просмотр (позволяет просмотреть документ перед печатью), Печать (дает возможность послать документ на печать), Отправить (позволяет переслать активный документ по электронной почте), Свойства (выводит диалоговое окно с информацией об авторе, дате создания документа, а также список внешних ссылок и атрибутов документа) и Выход.

Между пунктами меню Свойства и Выход могут отображаться ссылки на несколько (максимум 10) файлов, с которыми работал пользователь, так называемый список файлов предыстории. Щелкнув кнопкой мыши на соответствующей ссылке, можно быстро загрузить нужный файл в программу.

#### Меню Редактор

Меню Редактор системы КОМПАС содержит пять стандартных пунктов редактирования: Отменить, Повторить, Вырезать, Копировать и Вставить. Обратите внимание, что они отсутствуют в деталях и сборках КОМПАС-3D, за исключением случаев создания или редактирования эскизов формообразующих операций в названных документах.

В состав данного меню входят и другие команды, специфические для данного графического редактора.

#### Меню Редактор при активном графическом документе

Команды меню Редактор при активном графическом документе (рис. 1.8) предоставляют различные способы для редактирования графических объектов в документе, включая как простые примитивы (точка, отрезок, дуга и пр.), так и сложные составные объекты (макроэлементы, фрагменты и т. п.).

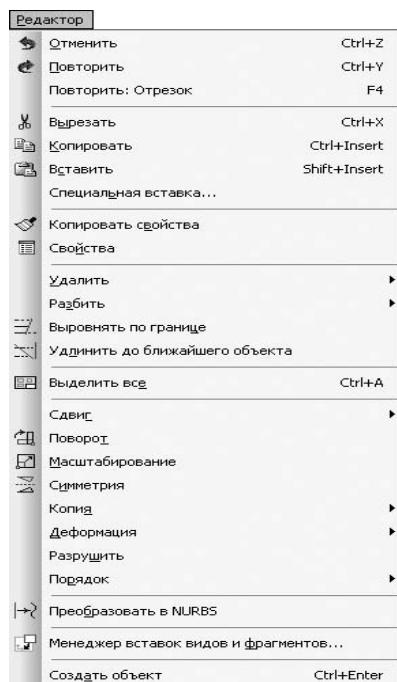


Рис. 1.8. Меню Редактор при активном графическом документе

Рассмотрим команды этого меню подробнее.

• Повторить – позволяет повторно выполнить последнюю из вызванных команд. Например, если последней была выполнена команда Непрерывный ввод объектов, то данный пункт меню будет иметь название Повторить: Непрерывный ввод объектов. Для других команд название этого меню также будет меняться. Чтобы повторно выполнить предыдущую команду, вы также можете воспользоваться функциональной клавишей F4.

• Специальная вставка – новая команда, появившаяся в десятой версии программы. Позволяет вставить в активный (текущий) графический документ содержимое буфера обмена Windows в выбранном формате.

• Копировать свойства – позволяет копировать (заменять) свойства одного графического объекта другому. Команда доступна при работе с графическими документами

системы КОМПАС, а также в режиме редактирования эскизов в трехмерной модели. Свойства могут копироваться только между объектами одного и того же типа (например, линии выноски, размерные линии и т. п.), в отдельных случаях между разными объектами, но поддерживающими один и тот же тип свойств (например, стиль линии для разных графических примитивов).

• Свойства – данная команда включает или отключает отображение окна свойств графического документа. В этом окне вы сможете в любой момент увидеть все характерные свойства выделенного объекта, а также изменить некоторые из них. Скажем, для отрезка в данном окне будут выведены координаты начальной и конечной точек, угол наклона отрезка, его длина и его стиль линии. Для каждого отдельного примитива набор параметров, разумеется, будет отличаться. По умолчанию панель свойств спрятана.

• Подменю Удалить содержит следующие команды:

- Выделенные объекты – предназначена для удаления геометрических примитивов, выделенных в активном чертеже или фрагменте. Эту же операцию можно произвести, нажав клавишу Delete;

- Вспомогательные кривые и точки – это очень полезная команда. Она удаляет всю вспомогательную геометрию в графическом документе (вспомогательные прямые, точки, а также любые другие плоские кривые, выполненные стилем линии Вспомогательная). Для чертежа можно также выбрать: удалять вспомогательные кривые и точки только в текущем виде или во всех видах чертежа. Благодаря данной команде вы можете свободно применять вспомогательные примитивы тогда, когда вам это нужно, а после завершения рисования не искать их по всему чертежу, чтобы удалить;

- Часть кривой и Часть кривой между 2 точками – дублируют соответствующие кнопки панели инструментов Редактирование графического документа (они будут рассмотрены ниже). Они служат для отсечения выступающей кривой и удаления участка кривой между двумя точками;

- Область – команда служит для удаления объектов внутри или снаружи определенной замкнутой области;

- Фаску\скругление – отменяет действие команды по созданию фаски или скругления между двумя кривыми на чертеже;

- Содержимое основной надписи, Технические требования и Неуказанную шероховатость (доступны только для документа КОМПАС-Чертеж) – удаляют указанные элементы оформления с чертежа;

- Все – полностью очищает чертеж или фрагмент от созданного изображения (включая содержимое основной надписи и прочие элементы оформления, созданные во время работы). Обратите внимание, что после этой команды восстановить содержимое активного документа будет невозможно!

- Разбить > Кривую и Разбить > Кривую на N частей – дублируют одноименные кнопки панели инструментов Редактирование. С их помощью любую кривую можно разбить на несколько составляющих: в первом случае произвольно (между указанными пользователем точками), во втором – равномерно на N частей.

- Выровнять по границе – позволяет выровнять все кривые относительно выбранной. Эта команда необходима при создании эскизов тел вращения, а также для удобства редактирования больших чертежей.

- Удлинить до ближайшего объекта – это команда, добавленная в десятой версии КОМПАС-3D. Ее назначение состоит в продлении выделенного объекта (или объектов) до пересечения с ближайшим графическим объектом. Команду удобно использовать для продления линий контуров детали до линии, изображающей разрез.

- Выделить все – выделяет все графические элементы в документе, за исключением элементов оформления чертежа. Другой способ выполнить то же действие – нажать сочетание клавиш Ctrl+A.

- Сдвиг, Поворот, Масштабирование, Симметрия, Копия и Деформация (некоторые из них содержат также подменю) – повторяют кнопки панели инструментов Редактирование и предназначены для редактирования геометрических объектов графического документа.

#### Примечание

Команды редактирования геометрии чертежа или фрагмента работают только с выделенными в данный момент объектами. Если в активном документе нет ни одного выделенного элемента, то все перечисленные выше команды остаются недоступными.

- Разрушить – разбивает макрообъект или библиотечный элемент на составляющие примитивы (отрезки и дуги). Данный пункт меню неактивен, если в документе нет ни одного макрообъекта. Подробнее о макрообъектах рассказано далее.

• Порядок – данное подменю содержит команды, которые позволяют задать порядок отрисовки графических объектов, то есть порядок перекрытия объектами друг друга. Эффект перекрытия особенно заметен при работе со штриховками и разноцветными заливками областей чертежа, а также при работе с разноцветными линиями большойтолщины. Команды подменю Порядок доступны при наличии выделенных объектов в документе и позволяют размещать эти объекты спереди или сзади других элементов чертежа.

• Преобразовать в NURBS – данный пункт меню дублирует кнопку панели инструментов Редактирование. Он служит для преобразования любого геометрического объекта или текста типа TrueType в набор кривых NURBS (Non Uniform Rational B-Spline, нерегулярных рациональных В-сплайнов). Команда предоставляет возможность произвольно редактировать преобразованный объект посредством перетаскивания его характерных точек. С помощью этой команды можно, например, создать объемный текст, то есть использовать команду Операция выдавливания, эскизом для которой будут служить NURBS-сплайны, полученные в результате преобразования нужной надписи в NURBS.

- Менеджер вставок видов и фрагментов – выводит диалоговое окно Менеджер вставок видов и фрагментов (рис. 1.9). Оно упрощает управление вставленными в чертеж фрагментами, а также позволяет создать новый фрагмент в чертеже.

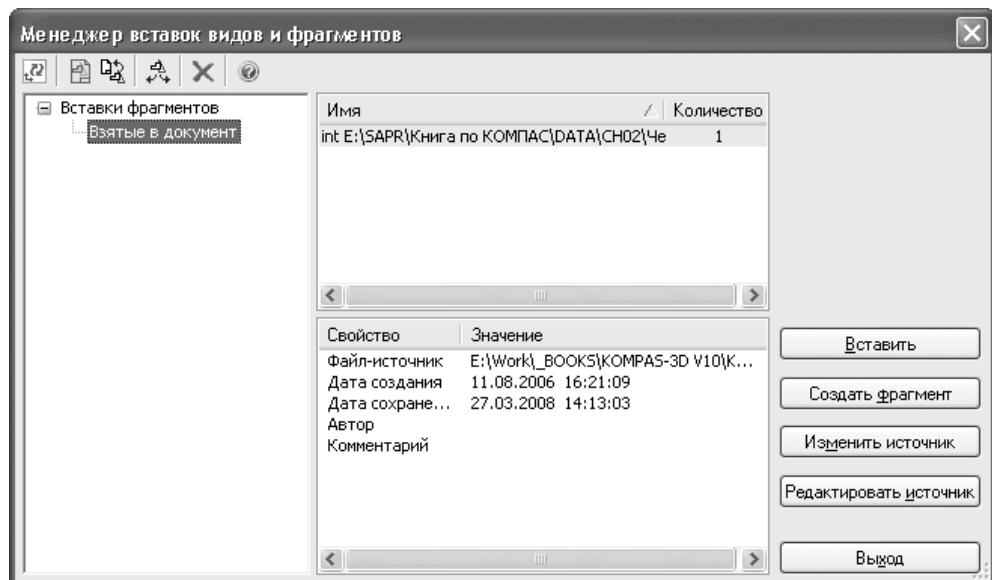


Рис. 1.9. Диалоговое окно Менеджер вставок видов и фрагментов

- Создать объект – завершает процесс создания или редактирования графического объекта с учетом всех заданных пользователем параметров. Вызвать эту команду можно также с помощью сочетания клавиш **Ctrl+Enter**. Команда активна, только если документ содержит какой-либо объект для редактирования (отрезок, окружность, сплайн и т. п.).

Меню Редактор при активном трехмерном документе

При активном трехмерном документе меню Редактор содержит небольшое количество команд (рис. 1.10).

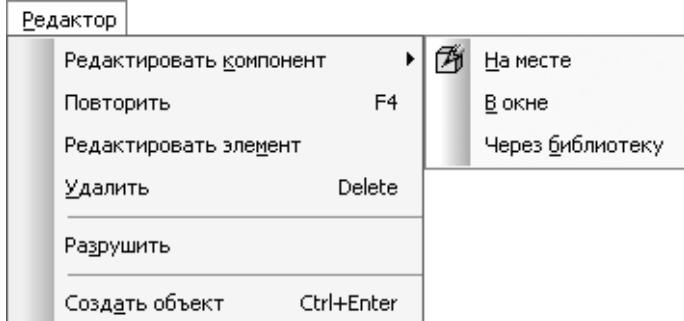


Рис. 1.10. Меню Редактор при активном трехмерном документе

Рассмотрим их.

• Редактировать компонент – присутствует в меню Редактор только для документа КОМПАС-Сборка и запускает для редактирования выделенный компонент сборки (как правило, деталь или библиотечный элемент). Компонент можно редактировать непосредственно в окне сборки, в которое он вставлен, или в отдельном окне (при этом все изменения сразу отобразятся в документе сборки), или через библиотеку. Конечно, редактировать компонент через библиотеку можно, только если он был создан в прикладной библиотеке КОМПАС-3D.

• Повторить – действует так же, как и в графических документах.

• Редактировать элемент – запускает для редактирования одну из операций по созданию детали или формообразующую операцию в сборке, выделенную в данный момент в дереве построения чертежа или окне представления документа. При этом на панели свойств отображаются элементы управления с настройками данной операции. Для завершения редактирования и создания объекта можно воспользоваться командой Создать объект или сочетанием клавиш Ctrl+Enter. Можно также дважды щелкнуть кнопкой мыши на той части детали, которая была добавлена или удалена при выполнении операции. Еще один способ выполнения этого действия – команда Редактировать элемент контекстного меню, для вызова которого нужно щелкнуть в дереве построения модели на элементе, соответствующем нужной операции.

• Удалить – удаляет выделенные элементы модели. Если ни один элемент не выбран, команда будет недоступна. Обратите внимание: если на модели выделена грань или ребро, то при вызове этой команды будет удалена вся часть материала детали, сформированная с помощью той операции, которой были созданы данная грань или ребро. Для удаления выделенных объектов можно также воспользоваться клавишей Delete.

• Разрушить – позволяет разрушить массив трехмерных элементов или компонентов (в сборке), выделенных в дереве построения модели, на отдельные элементы. Команда доступна только в версиях КОМПАС-3D V9 и КОМПАС-3D V10.

При работе с меню Редактор трехмерного документа нужно учитывать следующую особенность. При создании эскиза формообразующей операции пользователю становятся доступны все команды создания и редактирования двухмерных геометрических объектов (то есть команды для плоского черчения). Поэтому в режиме создания или редактирования эскиза состав меню Редактор полностью аналогичен тому же пункту меню для двухмерного документа (фрагмента). Если вы впервые работаете с КОМПАС-3D или вообще никогда не имели дела с трехмерной графикой, то вам наверняка будет сложно понять, что такое эскизы и почему вдруг меню трехмерного документа преображается в меню фрагмента. Все встанет на свои места после прочтения третьей главы книги. Пока просто не удивляйтесь тому, что при создании эскиза трехмерной операции меню Редактор принимает совсем другой вид (см. рис. 1.8).

Меню Вид

Данное меню имеет несколько общих функциональных подменю, одинаковых для разных типов документов, а также специфические команды, которые появляются при выборе документа определенного типа. Как и при рассмотрении меню Редактор, опишем меню Вид для графических и трехмерных документов.

Меню Вид при активном графическом документе

Меню Вид при активном графическом документе содержит команды, позволяющие управлять видом главного окна приложения и видом представления данных в окне графического документа (рис. 1.11).

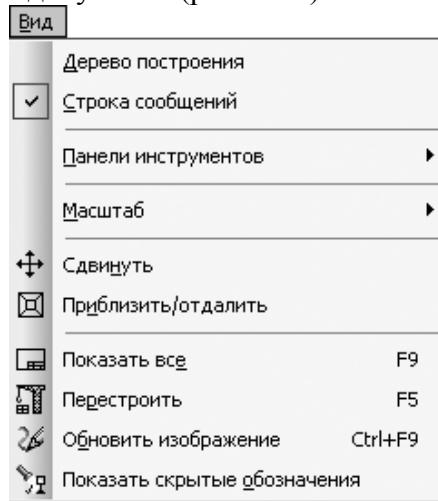


Рис. 1.11. Меню Вид для графического документа

При установленных флаjkах возле команд Дерево построения (присутствует только в документе-чертеже) и Стока сообщений в главном окне приложения будут присутствовать соответствующие элементы интерфейса. По умолчанию флаjk Стока сообщений установлен всегда, а пункт Дерево построения для чертежа отключен. Сняв любой флаjk, пользователь может спрятать одноименный элемент интерфейса программы. Обратите внимание, что дерево построения чертежа (рис. 1.12) отличается от дерева построения сборки или детали (см. рис. 1.4). В нем отображается иерархия видов графического документа. Текущий вид обозначается символом (т) перед названием вида. Если учесть, что во фрагменте, в отличие от чертежа, изображение создается в едином виде масштабом 1:1, то станет понятно, почему при выборе документа КОМПАС-Фрагмент дерево построения пропадает – для фрагмента оно просто не нужно.

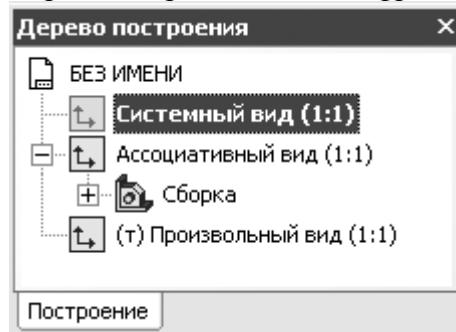


Рис. 1.12. Дерево построения чертежа

У команды Панели инструментов очень обширное подменю (рис. 1.13).

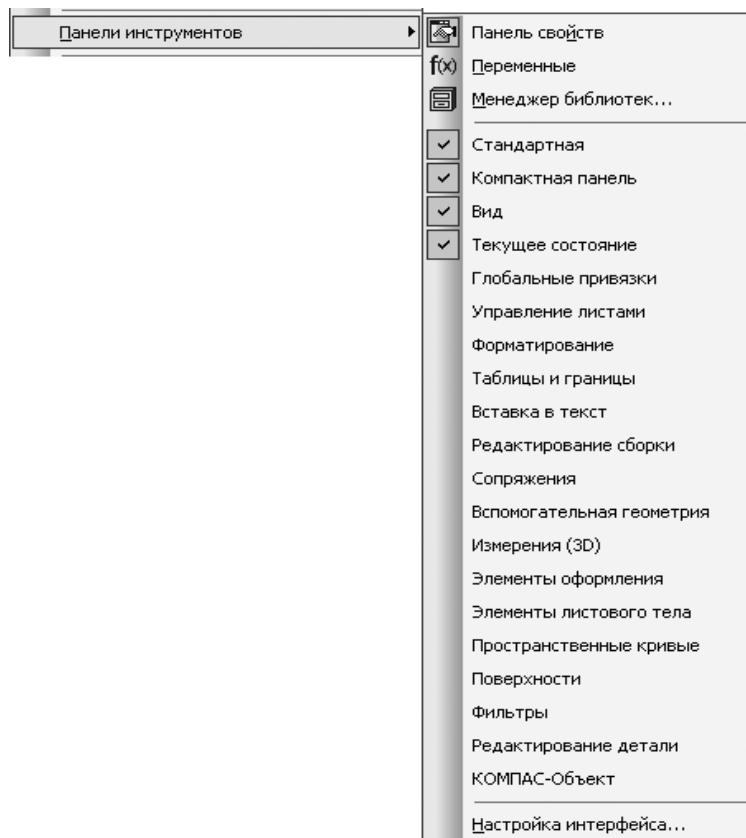


Рис. 1.13. Подменю команды Вид > Панели инструментов

Команда Панель свойств подменю Панели инструментов включает/отключает отображение панели свойств в главном окне программы.

При выборе команды Переменные подменю Панели инструментов появляется или исчезает окно работы с уравнениями и переменными. Для вызова этого окна можно также воспользоваться кнопкой Переменные на панели инструментов Стандартная.

Команда Менеджер библиотек подменю Панели инструментов открывает или закрывает одноименную панель (рис. 1.14), служащую для подключения и управления прикладными библиотеками системы КОМПАС. В этом окне содержится список всех приложений, установленных вместе с программой.

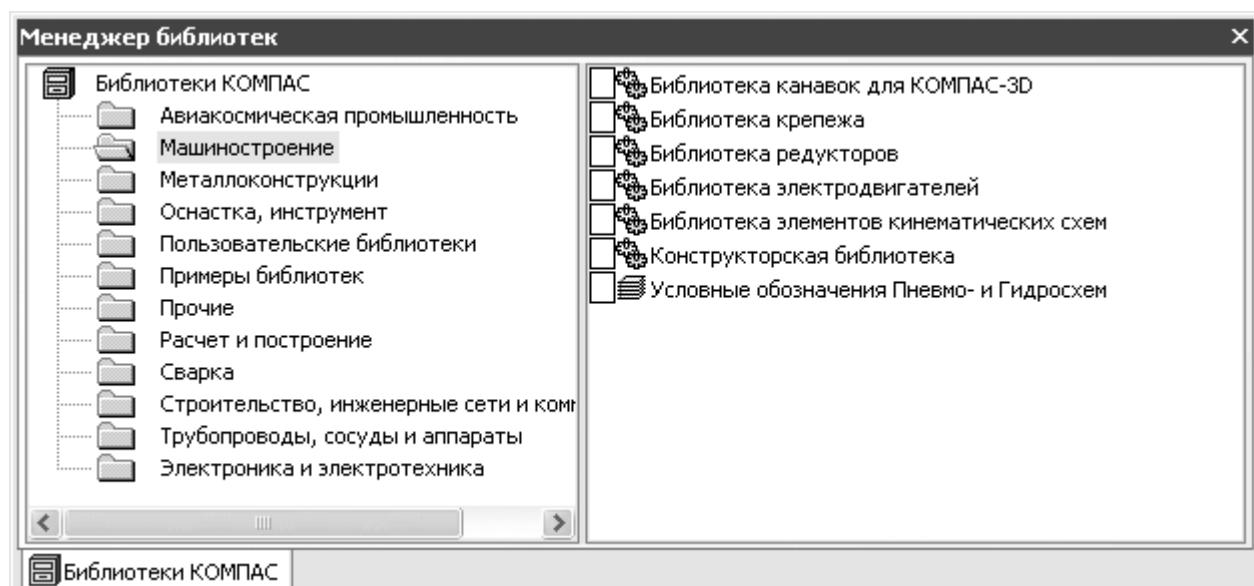


Рис. 1.14. Панель Менеджер библиотек

При выполнении команды Настройка интерфейса подменю Панели инструментов появляется одноименное диалоговое окно, с помощью которого можно настроить интерфейс окна программы КОМПАС.

Все остальные пункты подменю Панели инструментов – команды-флажки. С их помощью можно отображать и закреплять в неклиентской области окна любые панели инструментов. По умолчанию всегда включены четыре панели: Стандартная, Компактная панель, Вид и Текущее состояние (эти панели необходимы при работе с любым типом документов). Получить доступ ко всем остальным панелям можно и с помощью компактной панели. Однако иногда панели инструментов, которые используются особенно часто, очень удобно держать под рукой, а не щелкать каждый раз на кнопках переключения компактной панели. Например, при частой работе с графическими документами удобно, чтобы на экране постоянно присутствовала панель инструментов Глобальные привязки. С другой стороны, большое количество закрепленных панелей инструментов затрудняет работу, загромождая окно программы и уменьшая область представления документа. Поэтому принимайте решение о том, какие панели оставлять видимыми, а какие прятать, в зависимости от конкретных задач.

С помощью команд подменю Масштаб можно увеличить или уменьшить масштаб изображения (Увеличить и Уменьшить), подогнать масштаб таким образом, чтобы выделенные объекты вписывались в окно представления (По выделенным объектам), выбрать предыдущий или следующий масштаб (Предыдущий и Последующий), а также подогнать выделенный прямоугольник к текущим размерам окна (Увеличить рамкой). Обратите внимание, что команды подменю Масштаб не влияют на геометрические размеры объектов! Они лишь изменяют их представление (отдаляют или приближают объекты), что позволяет быстрее находить неточности или ошибки в чертежах и более гибко их редактировать.

Очень важно различать масштаб графических данных в документе и масштаб представления (или вида) этих данных на экране. Масштаб данных (масштаб изображения чертежа) – это нормируемая стандартами величина, которая показывает, во сколько раз изображение на листе чертежа меньше или больше реального объекта. Масштаб представления – это величина, которая показывает, во сколько раз изображение, которое мы видим на экране, больше или меньше действительных размеров геометрических элементов на листе чертежа или фрагмента, вне зависимости от масштаба данных документа[1]. Этот масштаб может быть произвольным в пределах от 0 до 1 000 000. Кроме того, в терминологии начертательной геометрии (и, соответственно, в системе КОМПАС-3D) есть понятие вида на чертеже (главный вид, вид сбоку, вид сверху, вид-разрез и т. п.), основной характеристикой которого является масштаб. По этой причине, чтобы избежать путаницы, далее в книге масштаб данных чертежа будем называть масштабом изображения или масштабом вида чертежа, а масштаб отображения данных на экране – масштабом отображения.

Пункт меню Сдвинуть предназначен для перемещения данных документа (без изменения масштаба представления) в пределах окна документа. Эта команда удобна для просмотра разных зон чертежа при одном и том же масштабе, так как, например, при масштабе отображения равном 1 даже лист формата А4 не полностью помещается на экране, не говоря уже о больших форматах (А3, А2, А1). Команда Сдвинуть работает следующим образом. После выбора данного пункта меню система перейдет в режим передвижения документа. При этом указатель приобретет форму четырехнаправленной стрелки. Удерживая нажатой кнопку мыши, можно перетаскивать рабочее поле документа в любом направлении. Для выхода из режима передвижения нужно воспользоваться клавишей Esc или кнопкой Прервать команду в левом верхнем углу панели свойств. Перетаскивать документ можно также, нажав колесико мыши и одновременно передвигая ее.

Команда Приблизить\отдалить позволяет плавно изменять масштаб, приближая или отдаляя изображение. Выполнив эту команду, нужно нажать в поле документа кнопку

мыши и, не отпуская ее, плавно перемещать в вертикальном направлении. При движении указателя вверх изображение будет увеличиваться, при движении вниз – уменьшаться.

Команда Показать все является наиболее используемой. После ее выполнения система подбирает масштаб представления таким образом, чтобы все, уже созданное в документе (включая элементы оформления чертежа), отобразилось в рамках текущего окна документа. Для быстрого вызова этой команды служит функциональная клавиша F9.

При выполнении команды Перестроить перестраиваются ассоциативные виды на чертеже. *Ассоциативный вид* – это один из стандартных видов, созданных системой автоматически по трехмерной модели и связанный с ней. Данная команда позволяет автоматически перестроить все такие виды с учетом изменений в моделях-источниках. Если в чертеже нет ни одного ассоциативного вида, то команда Перестроить недоступна.

Команда Обновить изображение (для ее выполнения можно также использовать сочетание клавиш Ctrl+F9) перерисовывает изображение в видимой части окна представления документа. Необходимость в подобных действиях возникает при работе с большими чертежами. Дело в том, что часто после прокрутки окна документа и завершения некоторых команд редактирования часть изображения прорисовывается не до конца. В таком случае достаточно использовать команду Обновить изображение, и все геометрические объекты будут мгновенно восстановлены.

Команда Показать скрытые обозначения позволяет отобразить на листе чертежа светлосерым цветом все скрытые обозначения. Понятие «скрытое обозначение» появилось только в десятой версии программы и связано с добавлением в трехмерном редакторе возможности создавать трехмерные размеры. Под скрытым обозначением следует понимать объект, который был автоматически сформирован в ассоциативном виде чертежа в результате передачи размера или обозначения из трехмерной модели.

Почти все команды меню Вид размещены на одноименной панели инструментов (рис. 1.15). Данная панель по умолчанию отображается при загрузке или создании графического документа. Использование кнопок этой панели (Увеличить масштаб рамкой, Увеличить масштаб, Уменьшить масштаб, Сдвинуть, Приблизить/отдалить, Перестроить, Обновить изображение и Показать все) намного удобнее, чем вызов команд меню. На панели есть также раскрывающийся список, позволяющий выбрать масштаб отображения документа (доступны значения от 0,50 до 4, 0).



Рис. 1.15. Панель инструментов Вид графического документа

При изменении масштаба при помощи команд меню Вид или первых трех кнопок панели инструментов в раскрывающемся списке отображается текущий масштаб отображения.

Меню Вид при активном трехмерном документе

Первые шесть пунктов этого меню (рис. 1.16) аналогичны тем, которые содержит меню при активном графическом документе, за исключением того, что при масштабировании трехмерного изображения не запоминается предыдущий масштаб, поэтому вернуться к нему невозможно.

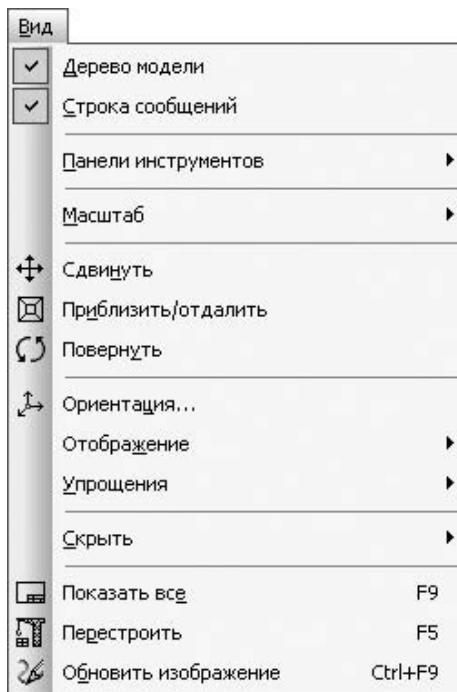


Рис. 1.16. Меню Вид при активном трехмерном документе

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

С помощью команды Ориентация вызывается диалоговое окно установки ориентации модели (рис. 1.17). Здесь можно выбрать одну из стандартных ориентаций модели (вид спереди, сзади, слева, справа, сверху, снизу, изометрия, диметрия) или создать и сохранить для последующего применения пользовательскую проекцию.

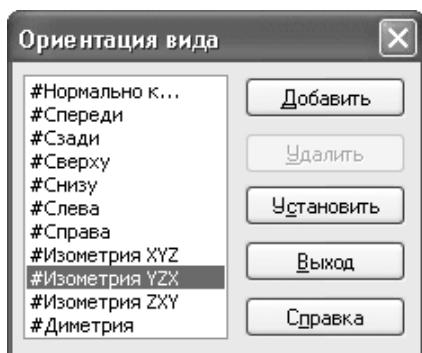


Рис. 1.17. Диалоговое окно настройки ориентации 3D-модели

Немного быстрее установить нужный вид можно с помощью раскрывающегося меню кнопки Ориентация на панели инструментов Вид (рис. 1.18). Чтобы оно появилось, нужно щелкнуть на треугольнике справа от этой кнопки.

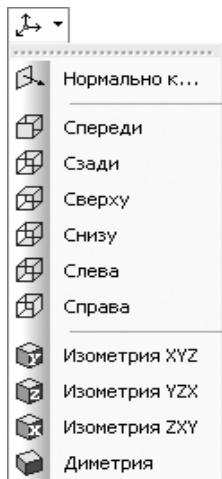


Рис. 1.18. Меню кнопки Ориентация

Меню кнопки Ориентация можно также сделать плавающим – оформить в виде отдельной панели инструментов (рис. 1.19). Для этого нужно перетащить за маркеры в верхней части и отпустить в любом месте главного окна.



Рис. 1.19. Панель инструментов Ориентация

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

Команды подменю Отображение (рис. 1.20) предназначены для управления отображением модели.

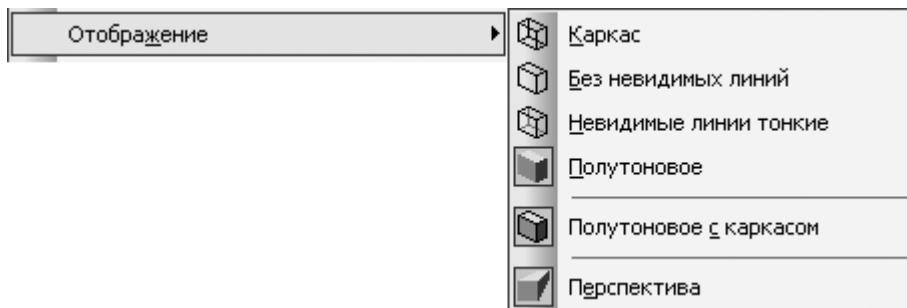


Рис. 1.20. Команды для управления отображением модели

Возможно несколько вариантов того, как будут показаны построенные модели.

- Каркас – изображение формируется проецированием контуров моделей на экран (рис. 1.21, *а*).
- Без невидимых линий – то же, что и каркас, только с учетом перекрытия контуров, то есть ребра и линии контура модели, которые невидимы в действительности, на экране не отображаются (рис. 1.21, *б*).
- Невидимые линии тонкие – модель показана в виде каркаса, при этом линии невидимого контура рисуются более светлыми, чем линии видимой части каркаса (рис. 1.21, *в*).
- Полутоновое – способ отображения, учитывающий цвет и другие оптические характеристики модели (блеск, зеркальность, прозрачность и т. п.) (рис. 1.21, *г*).

- Полутоновое с каркасом – то же, что и полутоновое, только видимые линии каркаса выделяются черным цветом (рис. 1.21, *д*). Эта команда работает только при полутоновом отображении моделей, то есть ее вызов при любом из каркасных отображений ни к чему не приведет.

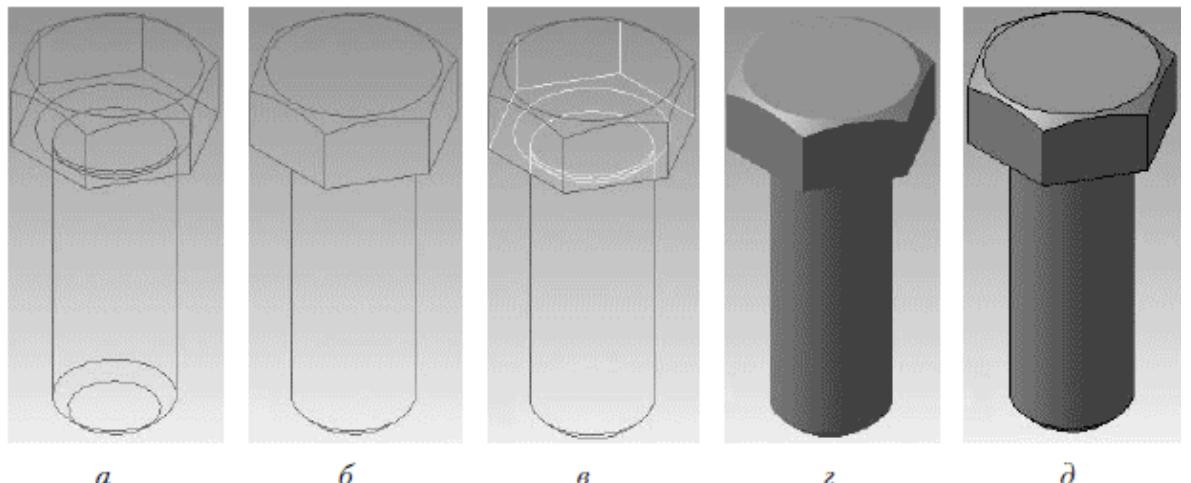


Рис. 1.21. Способы отображения трехмерных моделей: каркас (*а*), без невидимых линий (*б*), невидимые линии тонкие (*в*), полутоновое (*г*), полутоновое с каркасом (*д*)

Команда Перспектива подменю Отображение включает перспективное отображение модели (рис. 1.22). Эта команда доступна при любом из способов отображения модели. Перспектива отличается от обычной проекции пространственной модели тем, что на экране показывается изображение, которое получил бы оптический прибор, находящийся на определенном расстоянии от модели. Это расстояние можно настраивать на вкладке Текущее окно диалогового окна Параметры, которое вызывается командой Сервис > Параметры. При этом изображения получаются намного естественнее для человеческого взгляда, а сама трехмерная модель – реалистичнее.

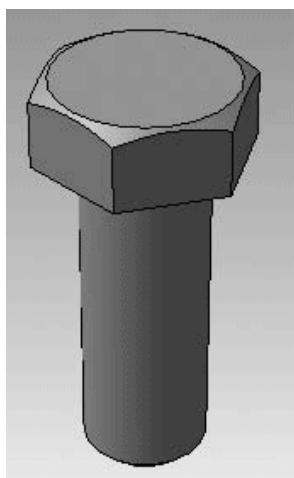


Рис. 1.22. Перспективная проекция модели, отображение полутоновое с каркасом

Значок выбранного в данный момент способа отображения подсвечивается.

Совет

Наиболее оптимальна с точки зрения визуального восприятия пространственной модели, созданной в КОМПАС-3Д, перспективная проекция в комбинации с каркасным полутоновым отображением (см. рис. 1.22). Однако следует отметить, что при работе с очень большими сборками такое отображение 3D-модели может значительно замедлять работу (в таком случае можно использовать режим упрощения сборки).

Команда Упрощения > Быстрое отображение линий позволяет включать или отключать режим быстрого отображения (просчета) линий модели для каркасных способов отображения. Этот режим ускоряет прорисовку каркасных линий, что становится особенно заметно при вращении или перемещении модели. Рекомендуется всегда включать данный режим.

Команда Упрощения > Упрощенное отображение включает режим упрощенного отображения для сборки, а начиная с версии программы V9 – и для детали.

Блок команд, которые входят в меню Скрыть (это команды Системы координат, Конструктивные плоскости и т. д.), предназначен для управления видимостью различных вспомогательных элементов, которые используются при построении детали или сборки (вспомогательных плоскостей, осей, эскизов кинематических операций и т. п.). Советую включать эти пункты меню после полного построения или редактирования трехмерной модели. При этом с экрана исчезнут соответствующие вспомогательные элементы геометрии, что позволит создаваемой модели выглядеть реалистичнее. Чтобы отключить видимость сразу всех вспомогательных объектов модели, воспользуйтесь командой Скрыть > Все вспомогательные объекты.

Последние три команды: Показать все, Перестроить и Обновить изображение – аналогичны одноименным командам меню Вид для графических документов, с той лишь разницей, что команда Перестроить перестраивает не ассоциативные виды (их нет в модели), а саму 3D-модель. Перестраивание может понадобиться, например, после редактирования одного из элементов сборки или после изменения с помощью перетаскивания порядка формообразующих операций в дереве построений для детали.

Как и в случае с графическими документами, некоторые наиболее часто используемые команды дублируются кнопками на панели Вид (рис. 1.23).



Рис. 1.23. Панель инструментов Вид для трехмерных документов

Данная панель инструментов содержит следующие элементы:

- кнопки для управления масштабом изображения (Увеличить масштаб рамкой, Увеличить масштаб, Уменьшить масштаб);
- раскрывающийся список для задания произвольного масштаба представления (всегда содержит текущее значение масштаба);
- кнопка-меню Ориентация;
- кнопки для перемещения и поворота изображения модели (Сдвинуть, Приблизить/отдалить и Повернуть);
- кнопки для задания способа отображения и перспективной проекции;
- кнопки для перестройки и обновления модели (Перестроить, Обновить изображение и Показать все);
- кнопки, которые не имеют аналогичных команд в меню Вид (Упрощенное отображение и Разнести). Коротко их назначение рассмотрено далее в этой главе, более подробно – в гл. 3.

По умолчанию панель инструментов Вид всегда присутствует в трехмерных документах. Не рекомендуется ее прятать, поскольку с ее помощью очень удобно изменять вид и масштаб отображения модели.

#### Меню Инструменты и меню Операции

Пункты системного меню Инструменты и Операции отображаются для разных типов документов: первого – только для чертежей и фрагментов, второго – для деталей или сборок. Мы рассмотрим эти пункты меню в одном подразделе, так как их команды имеют одинаковое функциональное назначение как для графических, так и для трехмерных документов системы КОМПАС.

Меню Инструменты и Операции содержат полный набор команд для создания и редактирования графических элементов или трехмерных формообразующих операций. Все команды дублируются кнопками на различных панелях инструментов, входящих в компактную панель. В связи с тем что вызывать эти команды намного удобнее с помощью кнопок на панелях инструментов, подробно я опишу данные команды в подразделе, посвященном соответствующим панелям, а здесь только приведу их обзор. Кроме того, функциональность и принципы применения тех или иных команд будут рассмотрены в главах, посвященных двухмерному черчению и трехмерному моделированию.

### Меню Инструменты

Инструменты – очень разветвленный пункт системного меню (рис. 1.24). Некоторые его команды содержат несколько раскрывающихся подменю, которые в свою очередь могут также иметь вложенные меню. Именно поэтому отдельные операции целесообразнее выполнять с помощью кнопок на панелях инструментов.

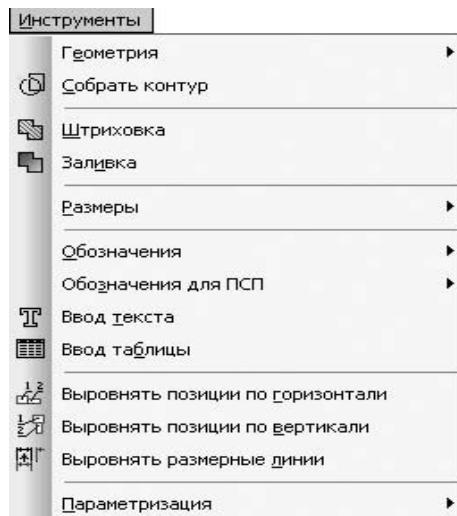


Рис. 1.24. Меню Инструменты

Рассмотрим команды данного меню.

- Геометрия – данное подменю включает в себя команды для создания примитивов: отрезков, окружностей, эллипсов, дуг, многоугольников, сплайнов, вспомогательных примитивов и пр.
  - Собрать контур – эта команда позволяет создавать контур из отдельных графических объектов, пересекающихся между собой. Контур представляет собой замкнутую линию, состоящую из дуг, отрезков или сплайнов. Очертания контура можно изменять, перетаскивая его характерные точки (они представляют собой маленькие черные квадраты, которые появляются при выделении контура). При сборке контура характерные точки появляются в местах пересечения графических объектов, формирующих контур.
  - Штриховка – данная команда позволяет заштриховывать или заливать цветом произвольную замкнутую область на чертеже.
  - Заливка – команда служит для создания градиентной заливки различных замкнутых контуров на чертеже (команда появилась в КОМПАС-График только с выходом десятой версии).
- Размеры – это подменю содержит команды, позволяющие поместить на документ линейные, угловые, диаметральные, а также другие типы размеров.
- Обозначения – данное подменю включает в себя команды для оформления чертежа согласно требованиям стандартов (ЕСКД, СПДС или ISO). С их помощью можно обозначать шероховатости, базы, линии выносок, допуски формы, линии разреза и т. д.
- Обозначения для ПСП – набор команд для создания на чертеже специализированных обозначений для промышленно-строительного проектирования.

- Ввод текста – эта команда служит для размещения текста в произвольном месте чертежа или фрагмента.
- Ввод таблицы – данная команда позволяет создать на чертеже таблицу.
- Выровнять позиции по горизонтали и Выровнять позиции по вертикали – эти команды дают возможность быстро привести в порядок хаотично разбросанные по чертежу линии обозначения позиций.
- Выровнять размерные линии – эта команда предназначена для выравнивания и упорядочивания размерных линий. Она позволяет расположить размерные линии для линейных размеров на одной прямой, а для угловых размеров – на одной окружности (или на окружностях с равными радиусами). Выравнивание осуществляется по указанному размеру-образцу.
- Параметризация – данное подменю содержит команды для задания и управления параметрическими зависимостями (связями) между отдельными элементами чертежа.

Меню Операции, как было сказано, появляется только для трехмерных документов. В его состав входят команды для создания эскизов, формообразующих операций, массивов, вспомогательных объектов и т. д. в трехмерном документе. Данное меню имеет различные команды для документов КОМПАС-Сборка и КОМПАС-Деталь.

#### Меню Операции для документа КОМПАС-Деталь

Этот пункт главного меню (рис. 1.25) объединяет все команды для создания трехмерной модели, начиная со вспомогательной геометрии, формообразующих операций и заканчивая командами создания массивов, а также элементов листового тела в детали.

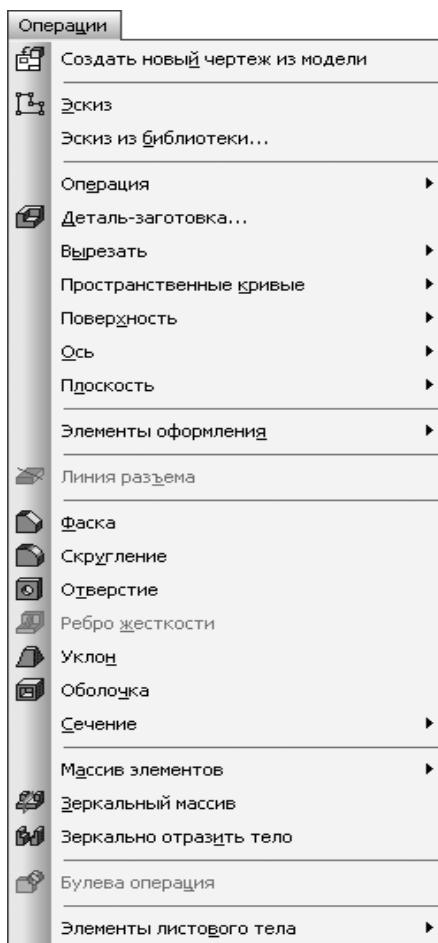


Рис. 1.25. Меню Операции для детали

Рассмотрим команды данного меню.

- Создать новый чертеж из модели – данная команда создает документ КОМПАС-Чертеж. В нем можно разместить ассоциативный вид, связанный с текущей деталью (то

есть той, для которой выполнялась данная команда). Размещение вида на чертеже, масштаб, а также ориентацию (спереди, сбоку и т. д.) можно задать при вставке вида.

• Эскиз – эта команда запускает создание нового эскиза для его последующего использования в формообразующих операциях. Например, эскиз профиля операции выдавливания или эскиз, содержащий кривую – путь для кинематической операции. Этот пункт меню активен, только когда в документе выделена плоскость или плоская грань, которая автоматически становится базовой для создаваемого эскиза.

• Эскиз из библиотеки – данная команда позволяет задать в качестве эскиза одну из заготовок, предлагаемую системой КОМПАС. Таким эскизом может быть, например, контур шпоночного паза, для выдавливания вырезанием паза под шпонку на валу. Этот пункт также неактивен, если в окне модели не выделена плоская грань или плоскость.

• Операция – это подменю включает в себя четыре пункта, отвечающие четырем основным операциям добавления материала детали: Выдавливания, Вращения, Кинематическая и По сечениям. Чтобы команды были доступны, в документе должен быть выделен (выбран) эскиз, а для команды Операция > Кинематическая должна также присутствовать траектория. В качестве траектории можно использовать последовательность ребер, пространственные кривые или двухмерную кривую, созданную в эскизе.

• Деталь-заготовка – данная команда позволяет начать построение новой детали, основываясь на геометрии уже существующей (то есть используя ее в качестве заготовки). При этом заготовка может сохранять связь с источником, динамически перестраиваясь при внесении изменений в базовую деталь, или быть вставленной в новый документ подобно импортируемой модели (поверхности), впоследствии не изменяясь. Важная особенность этой команды – возможность вставить в новый документ зеркальную копию указанной детали. Команда Деталь-заготовка активна, только если в детали еще не создано ни одного объекта.

• Вырезать – данное подменю аналогично подменю Операция. Оно содержит четыре команды, реализующих все те же четыре базовых операции, только теперь для удаления материала детали: Выдавливанием, Вращением, Кинематически и По сечениям.

• Пространственные кривые – это подменю включает в себя пять команд для создания точки в пространстве, конической и цилиндрической спиралей, а также пространственных ломаных и сплайнов.

• Поверхность – данное подменю содержит команды для построения трехмерных поверхностей на основе эскизов, а также для импорта поверхностей, созданных в других системах трехмерного моделирования (например, 3ds Max, специализирующейся на поверхностном моделировании). Можно импортировать файлы форматов IGES (расширение IGS) или ACIS (расширение SAT).

• Ось – это подменю содержит команды (Через две вершины, Пересечение двух плоскостей, Через ребро и Конической поверхности), реализующие построение вспомогательных осей в модели. Ось может быть построена на пересечении двух плоскостей, через ребро, через две вершины, указанные пользователем, или как геометрическая ось конической или цилиндрической поверхности.

• Плоскость – данное подменю предназначено для создания вспомогательных объектов при построении 3D-модели. Входящие в него команды предоставляют более десятка различных способов для построения вспомогательных плоскостей: построение плоскости на расстоянии от базовой (Смещенная), через три вершины, через ребро и вершину, под углом к другой плоскости, в виде касательной к поверхности, в виде средней плоскости и др.

• Элементы оформления – это подменю позволяет создавать в трехмерной сборке различные элементы оформления: линейные и радиальные размеры, линии-выноски, обозначения шероховатости и пр.

### Внимание!

В данное меню помимо прочих входит команда Условное изображение резьбы, которая создает на указанном отверстии или валу внутреннюю или внешнюю резьбу. Условное изображение резьбы введено во многих конструкторских системах трехмерного моделирования в связи с тем, что формирование реалистичного изображения витков резьбы отнимает немало времени и ресурсов компьютера, а наличие в модели многих резьбовых элементов еще более замедляет редактирование и последующую обработку модели. При этом сама резьба зачастую не так важна в модели. Поэтому условное изображение оказалось хорошим решением, с помощью которого на ассоциативном чертеже резьба будет корректно отображена, а в самом трехмерном документе не будет мешать перестроению, редактированию или простому вращению модели.

- Линия разъема – эта команда позволяет разбить грани трехмерной поверхности на несколько стыкующихся граней. В качестве линии разбиения должен быть выбран эскиз, пересекающий нужную грань.

- Фаска, Скругление, Отверстие, Ребро жесткости, Уклон и Оболочка – данные команды добавляют одноименные элементы к телу детали. Следует отметить, что для всех этих команд не нужно создавать базовый эскиз, они формируются на основе существующей геометрии модели.

- Сечение – это подменю содержит две команды для построения сечений детали: плоскостью (от детали полностью отсекается часть по одну сторону от указанной плоскости) или на основе эскиза (отсекается часть по одну сторону от указанного эскиза).

- Массив элементов – данное подменю содержит команды для создания массивов формообразующих операций. Массивы элементов могут выполняться в пределах одного конкретного тела детали. Сами массивы могут быть построены тремя способами: по сетке (двуухмерный массив с различным шагом по осям), по концентрической сетке (при этом элементы массива размещаются по концентрическим окружностям) и одномерный массив вдоль пространственной кривой.

- Зеркальный массив – эта команда формирует зеркальную копию выбранных пользователем элементов детали относительно плоскости симметрии.

- Зеркально отразить тело – данная команда может создать в детали новое тело, симметричное исходному относительно выбранной плоскости, или добавить к существующему телу новую часть (если плоскость симметрии пересекает исходное тело).

- Булева операция – с помощью данной команды можно выполнить булеву операцию объединения, вычитания или пересечения над двумя телами в текущей детали.

- Элементы листового тела – это подменю включает в себя множество команд, предназначающихся для создания листовых деталей и работы с ними.

### Меню Операции для документа КОМПАС-Сборка

Часть команд этого меню (рис. 1.26) повторяет описанные выше команды для детали, так как в сборке также возможно выполнение формообразующих операций, построение поверхностей, трехмерных кривых и создание массивов.

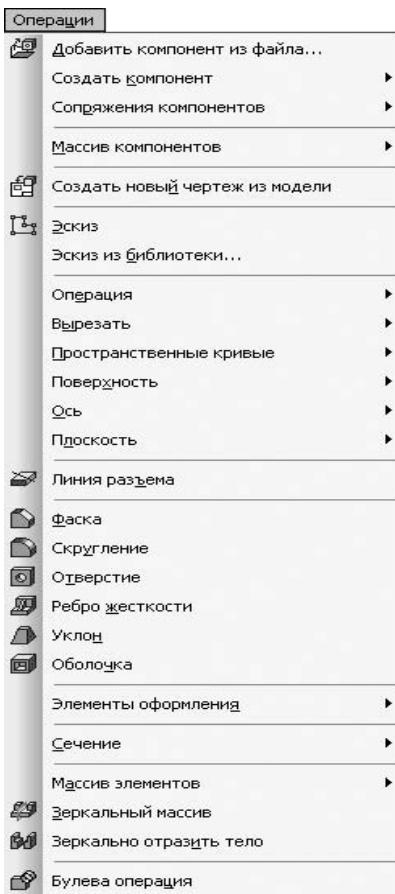


Рис. 1.26. Меню Операции для сборки

Рассмотрим только некоторые существенные отличия этого меню.

Команда Добавить компонент из файла вызывает диалоговое окно открытия файла, в котором можно выбрать деталь или подсборку, которые войдут в состав формируемой сборки. После указания файла пользователю нужно задать точку вставки нового компонента в пространстве текущей сборки. Кроме деталей и сборок системы КОМПАС в текущий документ могут быть вставлены модели из других систем. Эти модели могут быть любых форматов, поддерживаемых программой.

Подменю Создать компонент содержит команды для создания детали или подсборки в контексте активной сборки. Это означает, что для построения новой детали или сборки, которые затем должны быть вставлены в активный документ, не придется открывать новый документ (новое окно) – они будут строиться и редактироваться «на месте».

После вставки или создания компонента в сборке ему нужно придать определенное положение, соединив его с частями существующей сборки. Для этого служат команды подменю Сопряжения компонентов. С их помощью задаются сопряжения между отдельными геометрическими элементами компонентов сборки. Таким образом определяется их взаимное расположение. Например, при насадке модели зубчатого колеса на вал сначала нужно обеспечить соосность посадочного отверстия в колесе и вала, после чего «упереть» торец ступицы колеса в упорный буртик на валу. Для этого достаточно поочередно использовать две команды: Сопряжения компонентов > Соосность и Сопряжения компонентов > Совпадение. При перемещении компонентов сборки наложенные на объекты сопряжения сохраняются, что упрощает управление и редактирование больших сборок.

Все остальные команды по назначению идентичны командам меню Операции для документа КОМПАС-Деталь, за исключением того, что операции с массивами предназначены для компонентов сборки, а не для элементов и операций детали.

Меню Сервис

Команды этого меню служат для управления состоянием текущего документа, а также для изменения некоторых параметров его оформления и отображения. С помощью меню Сервис вызываются диалоговые окна системных настроек, параметров отдельных документов, настроек оформления чертежей, внешнего вида приложения и пр. Состав этого меню несколько отличается для графических и трехмерных документов, поэтому рассматривать их будем отдельно.

Меню Сервис при активном графическом документе

Три первые команды меню Сервис (рис. 1.27) предназначены для работы с менеджером библиотек системы КОМПАС (напомню, что диалоговое окно Менеджер библиотек служит для подключения, запуска в работу и отключения прикладных библиотек).

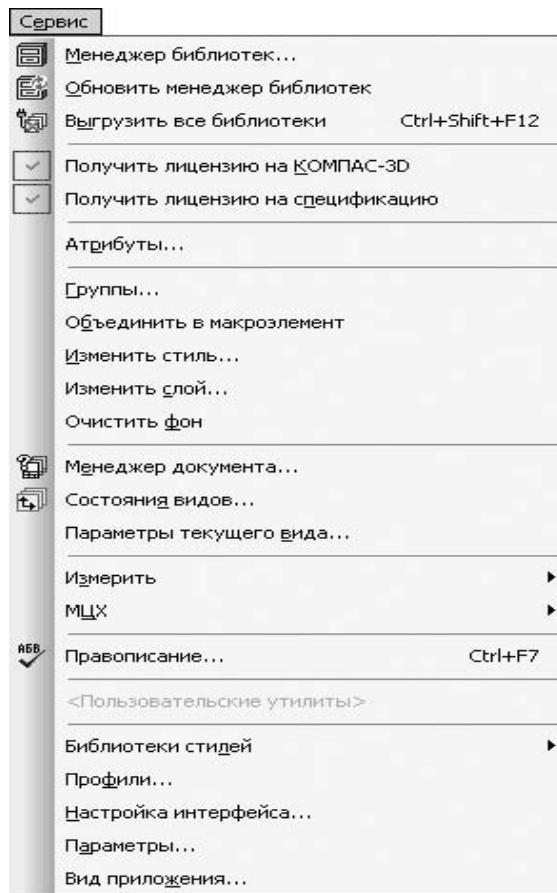


Рис. 1.27. Меню Сервис для графических документов

Команда Менеджер библиотек отображает или скрывает панель Менеджер библиотек (см. рис. 1.14). Во включенном состоянии значок слева от пункта меню подсвечивается. С помощью команды Обновить менеджер библиотек вы можете обновить Менеджер библиотек, а именно удалить из его меню несуществующие или ранние удаленные библиотеки. Команда Выгрузить все библиотеки отключает все конструкторские библиотеки, подключенные (но не запущенные) в данный момент. Обратите внимание, если какая-либо библиотека запущена на выполнение, то есть производит определенное действие в текущий момент, то отключить ее невозможно. Отключить все библиотеки можно также, используя сочетание клавиш **Ctrl+Shift+F12**.

Две следующие команды позволяют получить лицензию на работу с КОМПАС-3D или редактором спецификаций с сетевого ключа защиты.

Команда Атрибуты выводит на экран диалоговое окно Имеющиеся атрибуты со списком атрибутов выделенного объекта или объектов. В этом диалоговом окне можно просматривать, редактировать, удалять имеющиеся, а также создавать новые атрибуты. Если в документе не выделено ни одного графического элемента, то команда недоступна.

Команда Группы позволяет объединять выделенные объекты чертежа или фрагмента в именованные группы, а также выполнять различные операции редактирования – добавление или удаление элементов группы, разбиение групп и пр. *Группа* – это совокупность логически связанных между собой элементов чертежа, объединенных для удобства последующего поиска и редактирования. В отличие от макрообъектов, любой объект группы можно редактировать (изменять его размеры, расположение) отдельно от других составляющих его группы. Кроме того, один и тот же графический элемент чертежа может принадлежать нескольким группам одновременно. Все действия с группами производятся с помощью элементов управления диалогового окна Создание/редактирование именованных групп объектов, которое вызывается командой Группы.

Команда Объединить в макроэлемент формирует из выделенных элементов чертежа двухмерный макрообъект. *Графический макроэлемент* – это объект, состоящий из нескольких простых графических объектов. В макроэлемент могут входить как графические примитивы (отрезки, дуги, сплайны), так и штриховка, текст, обозначения и даже другие макрообъекты. Отличительной особенностью макроэлемента является то, что он интерпретируется системой как единое целое, то есть все команды редактирования (масштабирование, перемещение, поворот и пр.) можно применять к нему, как к простому графическому объекту (как, например, к отрезку). Редактирование любого объекта, входящего в макроэлемент, без разрушения макроэлемента невозможно. Напомню, что разрушить выделенный макрообъект можно с помощью команды Редактор > Разрушить или команды контекстного меню Разрушить. Большинство изображений, создаваемых прикладными библиотеками, представляют собой макроэлементы.

#### Совет

Лучше объединять в макроэлемент объекты, которые формируют на чертеже уже законченный конструктивный элемент и при последующей доработке или редактировании чертежа изменяться не будут. Такие элементы удобно перемещать или копировать в пределах вида. Если в макроэлемент как составной объект предполагается часто вносить изменения, намного удобнее будет использовать слой или объединение графических элементов в именованную группу.

Команда Изменить стиль вызывает окно Изменение стилей выделенных объектов, с помощью которого можно за один подход изменить стиль для группы выделенных объектов (например, стили линий или точек).

Команда Изменить слой позволяет переместить выделенные объекты чертежа или фрагмента на другой слой в чертеже. После ее выполнения на экране появится окно Выберите слой со списком присутствующих в чертеже слоев. Переносить можно только в пределах одного вида.

Команда Очистить фон управляет перекрытием выделенным элементом (текстом, размером или обозначением) штриховок и линий чертежа. При установленном флагжке возле команды Очистить фон поле вокруг надписи, размера или обозначения очищается от линий и штриховки (рис. 1.28, слева), при снятом флагжке – элемент оформления просто накладывается на изображение в чертеже (рис. 1.28, справа).

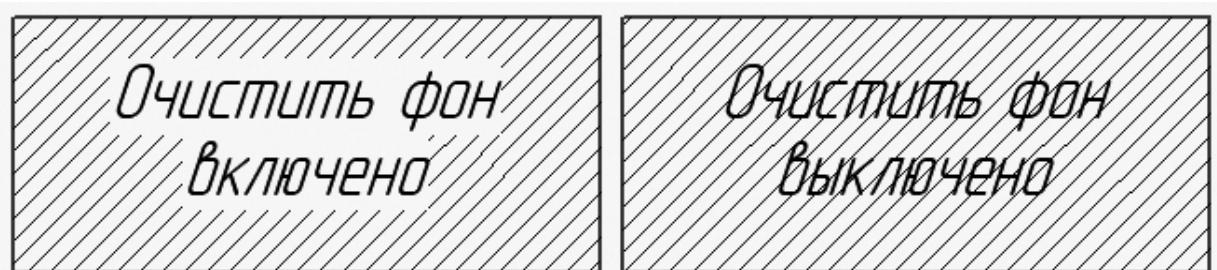


Рис. 1.28. Вид текстовой надписи при установленном (слева) и снятом (справа) флагжке возле команды Очистить фон

Следующие три команды – Менеджер документа, Состояние видов и Параметры текущего вида – служат для отображения параметров видов текущего чертежа и управления их состоянием. Обратите внимание на то, что, поскольку в документе КОМПАС-Фрагмент присутствует всего один вид, в этих трех командах нет необходимости. Поэтому данные команды активны, только если выбран документ КОМПАС-Чертеж.

Команда Менеджер документа вызывает на экран одноименное диалоговое окно (рис. 1.29). В этом окне отображается структура графического документа: листы, виды и слои, присутствующие в чертеже. Менеджер документа обладает собственной панелью инструментов, которая позволяет создавать или удалять листы или слои, выбирать текущий вид или слой, изменять свойства объектов, составляющих структуру документа.

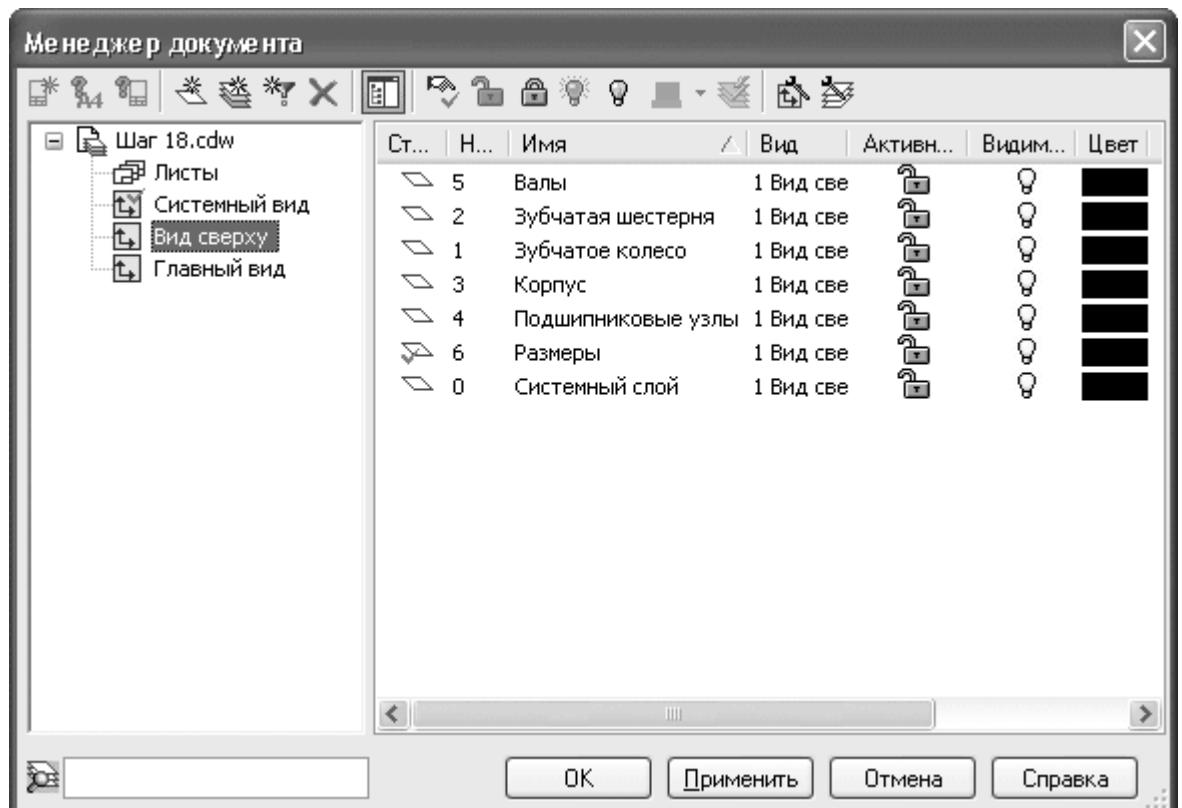


Рис. 1.29. Окно Менеджер документа

Команда Состояния видов вызывает тот же диалог – Менеджер документа. Единственное ее отличие от команды Менеджер документа заключается в том, что она неактивна, если в документе не создано ни одного вида, кроме системного.

Команда Параметры текущего вида позволяет настроить параметры текущего вида. После ее вызова на панели свойств отображается набор элементов управления, позволяющих отредактировать характеристические параметры вида (масштаб, цвет, имя и пр.).

Подменю Измерить включает в себя команды для проведения измерений в графических документах. С их помощью можно измерить координаты точки, расстояние между двумя точками, длину кривой, площадь произвольной фигуры и т. д.

Подменю МЦХ предназначено для расчета масс-центровочных и инерционных характеристик плоских фигур.

С помощью команды Правописание можно проверить правописание во всем графическом документе, включая текстовые надписи, таблицы, элементы оформления чертежа. Для запуска проверки правописания можно воспользоваться сочетанием клавиш Ctrl+F7. Каждый раз, когда система обнаружит слово, которое, по ее мнению, содержит ошибку, она выведет окно со списком возможных замен. После проверки документа система выдаст уведомление об окончании операции.

После подменю МЦХ находится раздел, включающий в себя перечень пользовательских утилит (например, калькулятор). Вы можете произвольно настраивать список утилит, которые потом сможете вызывать из данного списка. Настройка производится на вкладке Утилиты диалогового окна Настройка интерфейса.

Подменю Библиотеки стилей предоставляет доступ к настройке и управлению стилями различных объектов, применяющихся в работе с документами КОМПАС-3D. С помощью команд этого меню можно создавать новые или редактировать имеющиеся стили линий, штриховок, типы основных надписей, типы оформления чертежей и пр.

Последние четыре команды меню Сервис (Профили, Настройка интерфейса, Параметры и Вид приложения) предназначены для настройки интерфейса и системных параметров программного пакета КОМПАС. Они будут подробно рассмотрены в соответствующем разделе этой главы.

Меню Сервис при активном трехмерном документе

Некоторые существенные различия трехмерной сборки и детали системы КОМПАС-3D не позволяют рассматривать меню Сервис совместно для обоих типов документов. По этой причине рассмотрим характерные команды меню Сервис отдельно для сборки и детали. Команды настройки интерфейса, имеющие такое назначение, как команды для графических документов, в данном разделе мы описывать не будем.

Состав меню Сервис для документа-детали показан на рис. 1.30.

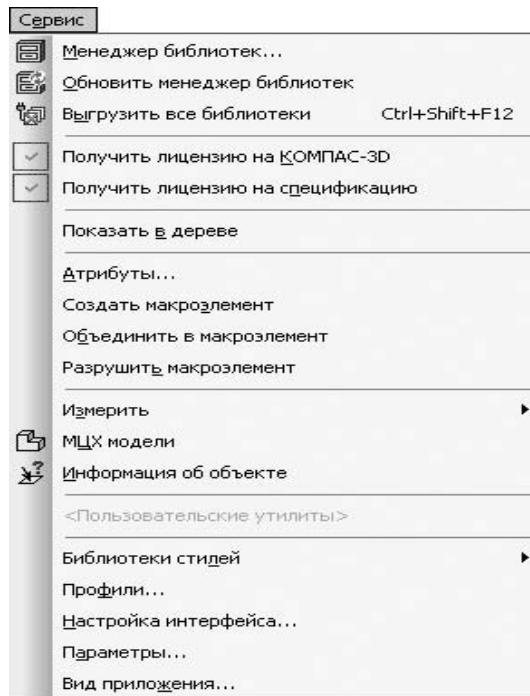


Рис. 1.30. Меню Сервис для документа КОМПАС-Деталь

Рассмотрим некоторые команды данного меню.

- Показать в дереве – служит для выделения в дереве построения модели формообразующего элемента, которому принадлежит выделенный в окне представления детали объект (ребро, грань, вершина). После выполнения команды нужный элемент в дереве построения подсвечивается зеленым цветом, а само дерево разворачивается так, чтобы выделенный элемент был виден пользователю.

- Создать макроэлемент – формирует в детали пустой макроэлемент в конце дерева построения. После создания макрообъект можно наполнить уже существующими или вновь созданными элементами геометрии модели (вспомогательные объекты, формообразующие операции, другие макрообъекты и пр.). *Трехмерный макроэлемент*, по аналогии с графическим, – это объект, состоящий из нескольких простых трехмерных объектов. В

макроэлемент могут входить как простые операции, так и целые детали, подсборки или другие макроэлементы, за исключением объектов, принадлежащих разным компонентам сборки. Входящие в трехмерный макрообъект элементы могут редактироваться независимо от макроэлемента и без его разрушения.

- Объединить в макроэлемент – собирает в макроэлемент объекты, выделенные в окне документа. Если среди выделенных объектов находится грань или ребро какой-либо формообразующей операции, то в созданный макроэлемент будет добавлена вся операция.

- Разрушить макроэлемент – разрушает выделенные в дереве построения макрообъекты. При этом удаляется лишь сам макроэлемент, а все компоненты, входящие в него, остаются в детали (или сборке). Данная команда есть также в контекстном меню элементов дерева построения.

- МЦХ модели – после выбора этой команды система выводит окно, содержащее полную информацию о масс-центровочных характеристиках модели, включая площадь, объем детали, координаты центра масс, значения осевых и центробежных моментов инерции и пр.

- Информация об объекте – позволяет получить информацию о любом объекте трехмерной модели (например, длину прямолинейного ребра, радиус криволинейного ребра, площадь поверхности грани и пр.). Для получения информации после вызова команды щелкните кнопкой мыши на любом нужном вам объекте в окне модели или в дереве построения.

При создании или активизации документа КОМПАС-Сборка в меню Сервис добавляется несколько важных команд (рис. 1.31).

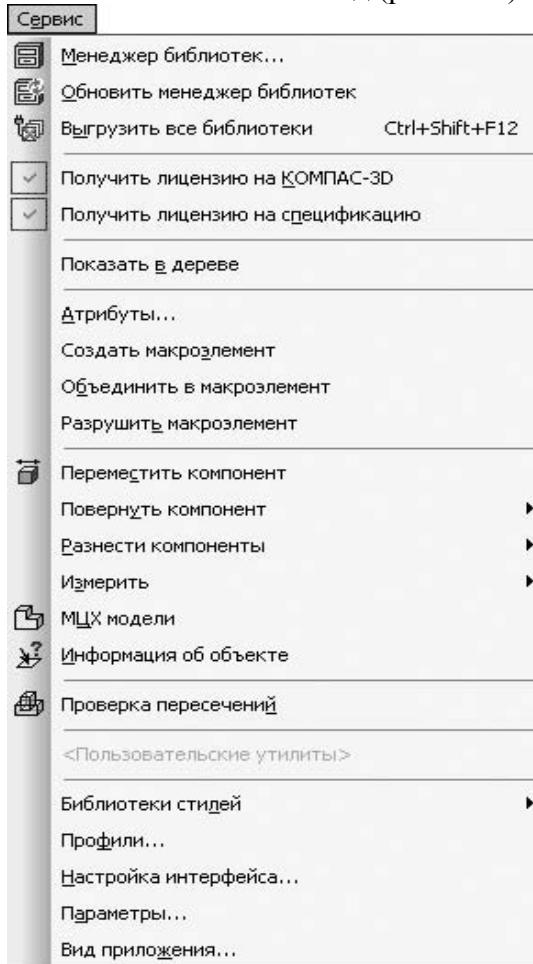


Рис. 1.31. Меню Сервис для документа КОМПАС-Сборка

В первую очередь следует отметить группу команд, которые изменяют положение компонентов сборки в пространстве.

Команда **Переместить** компонент произвольно перемещает в пространстве любой компонент, входящий в активную сборку. При перемещении модели изменяются только координаты ее центра, но не ориентация в пространстве сборки. Эта команда работает следующим образом. После ее вызова указатель мыши примет форму четырехсторонней стрелки. Его следует навести на нужный компонент в окне сборки, нажать кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащить компонент в нужное место. Для выхода из режима перемещения нужно нажать клавишу Esc или кнопку Прервать команду в левом нижнем углу панели свойств.

Подменю **Повернуть** компонент включает в себя три команды, с помощью которых можно повернуть компонент сборки вокруг центральной точки, вокруг оси или вокруг точки.

Принцип использования данной команды аналогичен команде **Переместить** компонент. Только перед выполнением **Повернуть компонент > Вокруг оси** в сборке должна быть выделена ось или прямолинейное ребро, а при **Повернуть компонент > Вокруг точки** – трехмерная вершина.

При перемещении или повороте модели в пространстве сборки можно воспользоваться двумя важными функциями.

- **Контроль соударений.** Эту функцию можно активизировать с помощью команды **Контроль соударений** контекстного меню или используя кнопку **Включить\выключить** контроль соударений компонентов на панели специального управления, которая расположена слева или сверху от панели свойств (рис. 1.32). При включенном контроле соударений система не дает перемещаемой или поворачиваемой детали проникать в соседние компоненты сборки. При столкновении двух деталей место столкновения сразу подсвечивается красными линиями и выдается звуковой сигнал. Кроме того, передвижение модели далее в этом направлении становится невозможным.

- **Автоматическое сопряжение** перемещаемой детали с окружающими ее ближайшими компонентами. При этом система старается самостоятельно подобрать наиболее подходящие сопряжения при приближении элементов деталей (грани, вершины и ребра) друг к другу. Эту функцию можно активизировать так же, как и контроль соударений: с помощью команды контекстного меню **Автосопряжения** или кнопки **Включить\выключить** режим автосопряжений на панели специального управления (см. рис. 1.32).

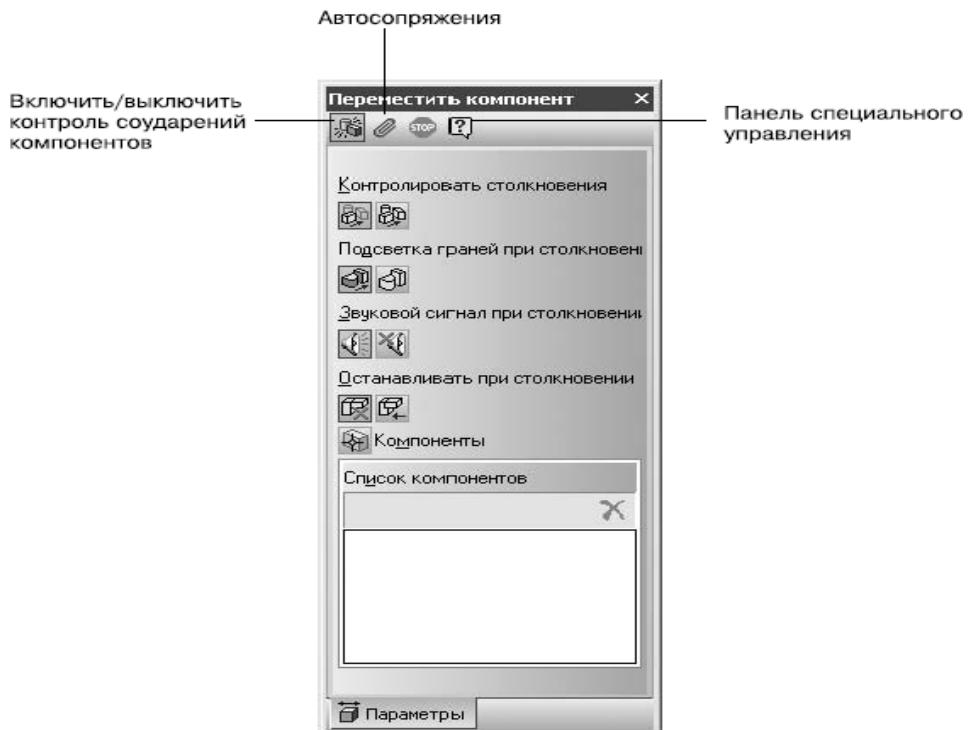


Рис. 1.32. Элементы управления панели свойств при перемещении компонента сборки

Команды подменю *Разнести компоненты* предоставляют возможность создания разнесенного вида сборки (режим разнесения), а также позволяют управлять отображением модели в разнесенном или собранном виде.

Команда *Параметры* подменю *Разнести компоненты* позволяет задать параметры разнесения компонентов сборки. *Разнесение сборки* – это особый режим отображения модели сборки, при котором компоненты сборки могут быть разбросаны в пространстве. Можно сказать, что в этом режиме моделируемый объект показывается в несобранном состоянии. С помощью команды *Разнести* подменю *Разнести компоненты* можно переключать сборку из разнесенного вида в собранный. При разнесении компоненты сборки не размещаются произвольно. Они располагаются с учетом параметров, заданных командой *Параметры* подменю *Разнести компоненты*. Для установки нужно выполнить следующие действия.

1. Указать компонент, для которого будут задаваться параметры перемещения.
2. Выбрать объект, задающий направление разнесения (в их качестве, как правило, выбираются оси или прямолинейные ребра).
3. Задать направление и величину смещения компонента сборки.

Перечисленные действия необходимо повторить для всех моделей в сборке, которые должны быть разнесены.

После установки всех параметров можно увидеть смоделированный объект в собранном и разнесенном видах (рис. 1.33).

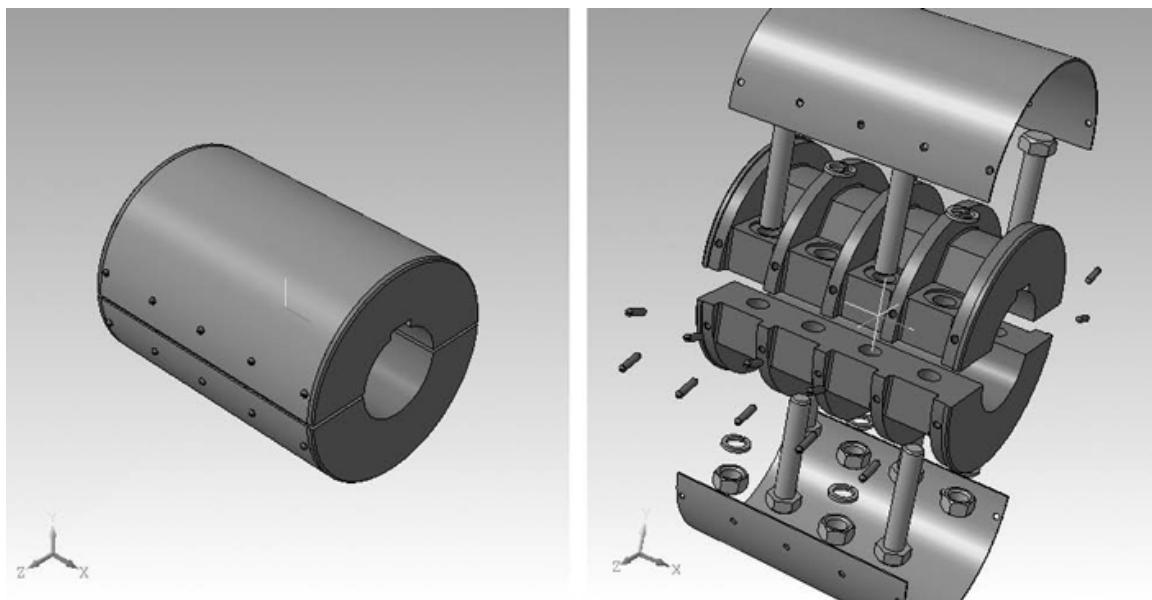


Рис. 1.33. Модель продольно-свертной муфты в собранном (слева) и разнесенном (справа) видах

Команда Информация об объекте предназначена для получения информации о различных трехмерных объектах (например, площадь поверхности, длина ребра и т. п.). Для этого достаточно просто вызвать команду и щелкнуть кнопкой мыши на нужном объекте прямо в окне построения или же в дереве модели.

Очень полезной может быть команда Проверка пересечений. Она позволяет выяснить, пересекаются ли в пространстве два произвольных компонента сборки.

В КОМПАС-3D есть режим упрощенного отображения сборок. Он характеризуется упрощенной отрисовкой некоторых компонентов сборок или их отдельных элементов. Это позволяет значительно сократить время перерисовки модели при ее перемещении, вращении или изменении масштаба отображения. Упрощение достигается за счет:

- замены компонентов сборки габаритными параллелепипедами, закрашенными цветом, который имеет компонент;
- быстрого отображения линий;
- скрытия конструктивных осей, плоскостей и пр.;
- отключения режима отображения Полутоновое с каркасом.

#### Компактная и другие панели инструментов

Компактная панель инструментов (рис. 1.34) – самый востребованный элемент пользовательского интерфейса. Большая часть всех команд, используемых при черчении и моделировании в системе КОМПАС-3D, вызывается кнопками панелей инструментов, входящих в компактную панель. Она всегда присутствует в окне программы, но ее состав зависит от типа активного документа. Состав этой панели можно произвольно изменять, добавляя или удаляя панели инструментов. Для удаления какой-либо панели нужно перетащить ее за маркер перемещения, находящийся возле кнопки переключения данной панели, за пределы компактной панели. Чтобы вернуть извлеченную панель назад или добавить на компактную панель какую-нибудь новую панель инструментов, необходимо, удерживая нажатой клавишу Alt, перетащить за заголовок добавляемую панель в область компактной панели. Когда возле указателя появится знак «плюс», следует отпустить левую кнопку мыши. В результате панель будет добавлена в состав компактной. Порядок следования панелей можно изменять, перемещая кнопки переключения в пределах их области размещения.

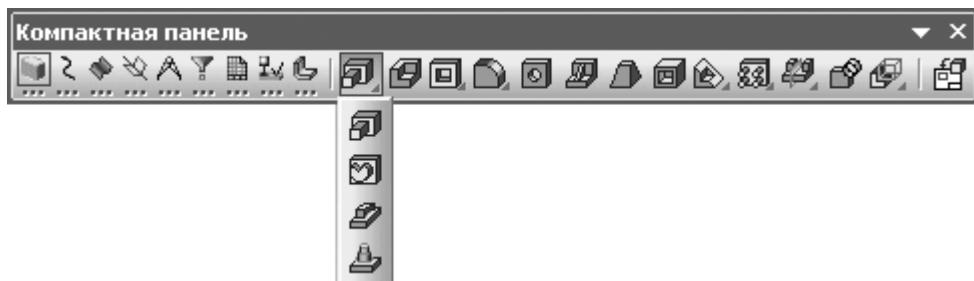


Рис. 1.34. Компактная панель инструментов

На каждой из панелей находятся инструменты, причем некоторые кнопки, близкие по функциональности, могут быть объединены в группы. Признаком, по которому можно отличить группу от одиночной команды, является маленький треугольник в правом нижнем углу значка кнопки. Щелкнув на самой кнопке группы, вы сможете вызвать лишь текущую команду (то есть ту, значок которой отображается на кнопке), остальные команды спрятаны под ней. Чтобы просмотреть все команды группы и вызвать одну из них, нужно щелкнуть на любой кнопке с треугольником и удерживать кнопку мыши. В результате группа раскроется, и станут видны значки всех доступных команд (см. рис. 1.34). Если выполнение какой-либо команды в текущем состоянии документа невозможно, то значок этой команды, как и соответствующий пункт меню, отображается в неактивном состоянии (серым цветом).

После выбора любой команды из раскрывшегося списка она запускается на выполнение. После завершения операции текущая команда автоматически становится во главе группы, а ее значок отображается на кнопке, объединяющей данную группу. Для следующего вызова этой же команды достаточно щелкнуть один раз на этой кнопке.

Команды объединены в группы по функциональности, что значительно упрощает и ускоряет доступ к ним.

Размеры компактной панели можно менять, как и любого окна Windows, перетаскивая мышью край окна. После изменения размеров кнопки могут размещаться не в один, а в несколько рядов.

#### Примечание

Вид и размещение компактной панели инструментов могут отличаться от приведенных на рис. 1.34. Например, при вертикальном размещении этой панели кнопки переключения находятся в ее верхней части, а кнопки вызова команд расположены ниже. Группы при этом раскрываются в сторону.

Рассмотрим возможности этой компактной панели для разных типов документов.

После создания или активизации графического документа компактная инструментальная панель примет вид, показанный на рис. 1.35.

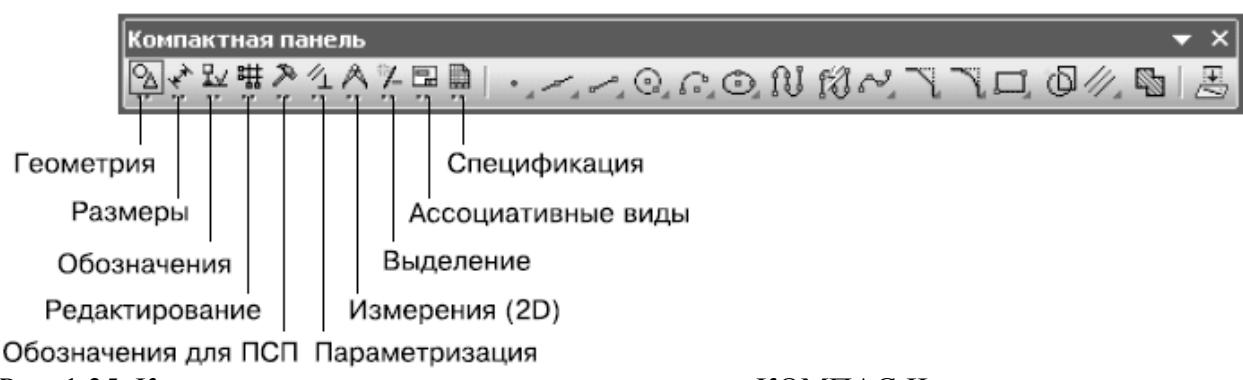


Рис. 1.35. Компактная панель при активном документе КОМПАС-Чертеж

В состав этой панели входят панели инструментов для создания и редактирования геометрических объектов, оформления чертежей, для параметрического черчения и пр.

Как вы уже наверняка догадались, при создании фрагмента с компактной панели исчезает инструментальная панель Ассоциативные виды, так как во фрагменте не может быть создано никакого другого вида (в том числе ассоциативного), кроме системного.

Помимо команд, сгруппированных под кнопкой Ассоциативные виды, на компактной панели для графического документа присутствует множество других панелей.

- Геометрия – содержит команды для создания геометрических объектов на чертеже: точек, вспомогательных линий, отрезков, окружностей, дуг, эллипсов, сплайнов и прямоугольников. На этой панели есть также команды для непрерывного ввода объектов, создания фасок, сопряжений между произвольными кривыми, создания штриховки и пр. Большинство графических примитивов можно выполнить в документе разными способами. Например, отрезок можно построить по двум произвольным точкам, параллельно или касательно к уже существующему объекту. Окружность можно создавать, указав центр и радиус, через три точки и т. п. В этом и проявляется удобство графического редактора КОМПАС-График, который по праву считается одним из лучших отечественных редакторов для двухмерного черчения. Практически каждая кнопка панели Геометрия имеет раскрывающееся меню с другими кнопками группы (например, для создания простого отрезка существует шесть разных команд).

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

- Обозначения – предназначена для проставления на чертеже знаков шероховатости, баз, линий-выносок, допусков формы, стрелок взгляда и пр. Кнопки этой панели идентичны командам, входящим в меню графического документа Инструменты > Обозначения. Кроме того, на панели размещены кнопки для создания текста и таблиц на чертеже.

- Обозначения для ПСП – обозначения, использующиеся в промышленно-строительном проектировании.

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

- Параметризация – команды данной панели аналогичны командам меню Инструменты > Параметризация. Они служат для задания параметрических зависимостей между отдельными элементами чертежа.

- Измерения (2D) – предоставляет пользователю доступ к командам определения координат точек, расстояний между кривыми, углов между прямыми, длин кривых и площадей геометрических фигур. Кроме того, на этой панели размещена группа команд для определения МЦХ плоских фигур.

- Выделение – данная панель содержит кнопки, предназначенные для различных способов выделения графических объектов документа. Вот некоторые команды, реализующие эти способы: Выделить все, Выделить объект указанием, Выделить слой указанием, Выделить вид указанием, Выделить рамкой, Выделить вне рамки и пр.

- Спецификация – содержит кнопки, позволяющие редактировать объекты спецификаций на чертеже.

Для трехмерной сборки и детали компактная панель инструментов имеет существенные различия. При активном документе КОМПАС-Деталь эта панель включает в себя девять панелей инструментов (рис. 1.36), команды которых предназначаются для создания и редактирования трехмерных твердотельных моделей.



Рис. 1.36. Компактная панель при активном документе КОМПАС-Деталь

Рассмотрим, какие панели инструментов содержит компактная панель при активном документе КОМПАС-Деталь.

- Редактирование детали – на ней собраны группы команд для добавления или удаления материала деталей (путем выдавливания, вращения, кинематически и по сечениям), команды построения фасок, отверстий, оболочек, создания массивов, зеркальных копий, а также команды булевых операций. Большинство команд, как и на панели Геометрия графического документа, организованы в группы (например, команды добавления материала деталей, создания массивов и т. п.).
  - Пространственные кривые – содержит пять инструментов для создания точки в пространстве, трехмерных спиралей (цилиндрической или конической) и пространственных ломаных или сплайнов. Кнопки этой панели дублируются командами меню Операции > Пространственные кривые.
  - Поверхности – кнопки этой панели дают доступ к функциям построения поверхностей в детали (выдавливанием, вращением, кинематически, по сечениям, заплатка и пр.).
  - Вспомогательная геометрия – содержит две группы команд для создания вспомогательных осей и плоскостей, команду Линия разъема для разбиения грани на несколько граней и группу команд для создания контрольных точек (они используются при построении элементов трубопроводов в модели).
  - Измерения (3D) – дает возможность применять функции определения расстояний и углов, длин ребер, площадей граней и МЦХ модели, а также проверять пересечения.
  - Фильтры – позволяет задать, какие объекты можно выделять в окне представления модели (грани, ребра, вершины, конструктивные плоскости и оси). Кнопка Фильтровать все дает возможность одновременно включить все фильтры выбора объектов в модели.
  - Спецификация – команды данной панели хоть и имеют некоторые отличия от инструментов одноименного раздела компактной панели для графического документа, по функциональности ничем от них не отличаются. Они предназначены для управления объектом спецификации, связанным с текущей деталью.
  - Элементы оформления – содержит кнопку Условное изображение резьбы, которая служит для создания условного обозначения резьбы на конических или цилиндрических частях модели, а также различные команды для проставления размеров и обозначений на трехмерной модели.
  - Элементы листового тела – включает в себя все команды редактора листовых моделей КОМПАС-3Д. С каждой версией КОМПАС-3Д эти команды все более совершенствуются, позволяя легко и удобно создавать очень сложные модели, которые средствами простого твердотельного моделирования построить зачастую просто невозможно.

Для документа КОМПАС-Сборка компактная панель имеет несколько другой состав (рис. 1.37).

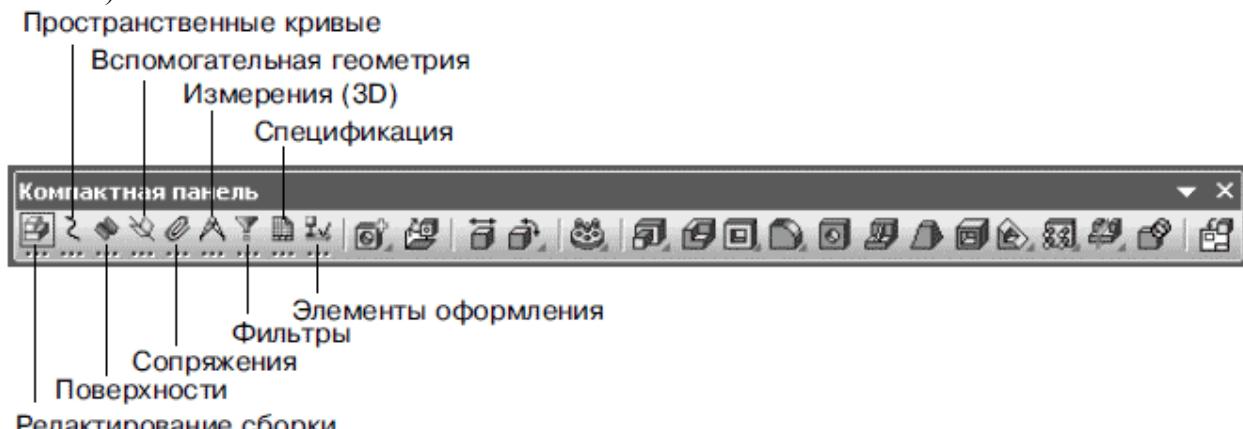


Рис. 1.37 Компактная панель при активном документе КОМПАС-Сборка

Часть панелей инструментов дублируют функции команд редактирования детали, другие – учитывают специфику документа КОМПАС-Сборка.

- Редактирование сборки – объединяет команды редактирования моделей сборки и те формообразующие операции, которые доступны в документе этого типа. На данной панели находятся кнопки вставки модели из файла, создания детали или подсборки «на месте» (в окне текущей сборки), команды для перемещения и поворота модели, а также операции по созданию отверстий сечений, массивов и пр. Завершает эту панель кнопка Новый чертеж из модели, с помощью которой можно создать новый чертеж и разместить в нем произвольный ассоциативный вид с текущей модели.

- Пространственные кривые – содержит команды, аналогичные инструментам одноименной панели для документа КОМПАС-Деталь.

- Поверхности – эта панель имеет такие же команды, как и для детали.

- Вспомогательная геометрия – повторяет команды, доступные при создании детали.

- Сопряжения – в ее состав входят инструменты наложения сопряжений между отдельными элементами (гранями, ребрами, вершинами) двух моделей. Эти команды служат для задания строго определенного взаимного положения всех компонентов сборки, а также для сохранения такого размещения при добавлении и перемещении новых компонентов сборки.

- Измерения (3D) – идентична панели для документа КОМПАС-Деталь, за исключением того, что в сборке добавляется возможность проверять пересечения между двумя произвольными компонентами.

- Фильтры – по составу и по функциональным возможностям аналогична одноименной панели для документа КОМПАС-Деталь.

- Спецификация – служит для управления объектами спецификаций, связанными с деталями сборки.

- Элементы оформления – назначение то же, что и для деталей: проставление обозначений резьбовых участков, а также создание трехмерных размеров и конструкторских обозначений в трехмерной сборке.

Особый случай компоновки компактной инструментальной панели – режим создания эскиза в трехмерном документе (рис. 1.38). При этом на компактной панели присутствует часть панелей инструментов, свойственных трехмерному документу, и почти все панели, характерные для графического документа (кроме панелей Ассоциативные виды и Спецификация). Это объясняется тем, что сам эскиз – это, по сути, двухмерное изображение, почти полная аналогия фрагменту, и при его создании можно пользоваться почти всеми командами, доступными при обычном черчении в графическом документе. Однако следует отметить, что некоторые команды на отдельных панелях (например, инструмент создания штриховки) всегда остаются неактивными.



Рис. 1.38. Компактная панель при создании эскиза в детали

В системе КОМПАС есть еще несколько важных панелей инструментов, очень часто применяемых в работе. Одна из них – панель Стандартная (рис. 1.39), уже упоминавшаяся в книге. Она по умолчанию присутствует в окне программы под главным меню. Эта панель независима от типа активного в данный момент документа. Частично кнопки на данной панели дублируют команды меню Файл, а также общие команды меню Редактор (Вырезать, Копировать, Вставить и т. п.). Кроме того, на панели Стандартная размещены кнопки для отображения диалоговых окон Менеджер библиотек, Менеджер документа и Переменные. Кнопка со стрелкой и знаком вопроса позволяет воспользоваться объектной

справкой КОМПАС-3D. Для этого нужно нажать данную кнопку, а потом щелкнуть на элементе, о котором вы хотите получить информацию.



Рис. 1.39. Панель инструментов Стандартная

Еще одним важным элементом пользовательского интерфейса является панель инструментов Текущее состояние (рис. 1.40).

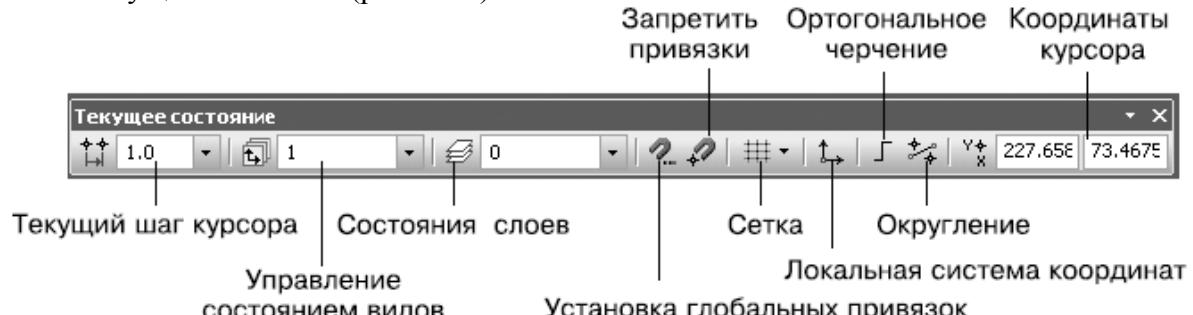


Рис. 1.40. Панель инструментов Текущее состояние

На этой панели размещены элементы управления, позволяющие изменять текущий шаг курсора, переключаться между видами и слоями чертежа, изменять состояния видов, устанавливать и запрещать глобальные привязки, размещать на чертеже локальную систему координат, включать режим ортогонального черчения и пр. Шаг курсора – это величина смещения курсора при его движении с помощью клавиш управления курсором (задается в миллиметрах). С помощью кнопки Округление (или клавиши F7) можно включить режим округления координат курсора. В этом режиме при вводе различных геометрических объектов линейные величины будут округляться до целых чисел. Если режим включен, то кнопка подсвечивается и становится как бы вжатой. В последних двух полях панели Текущее состояние отображаются текущие координаты указателя мыши над окном представления документа с учетом начала координат вида или начала локальной системы координат (если она была создана в документе).

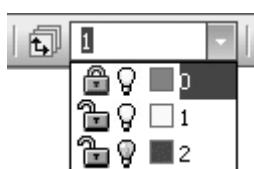


Рис. 1.41. Список для управления состоянием видов

Рассмотренные панели – это еще не все из множества элементов управления, предоставленных разработчиками программы, что делает работу в КОМПАС легкой и удобной. Можно сделать отображенными на экране и некоторые другие панели (Управление листами, Форматирование, Вставка в текст и др.). Напомню, что включить или отключить ту или иную панель инструментов можно двумя способами: выбрав соответствующую строку из контекстного меню (чтобы его вызвать, следует щелкнуть в любой точке уже отображенных панелей) или выполнив нужную команду, входящую в раздел системного меню Вид > Панели инструментов.

При двухмерном черчении всегда держать под рукой панель инструментов Глобальные привязки (рис. 1.42).



Рис. 1.42. Панель инструментов Глобальные привязки

Используя кнопки этой панели, можно быстро включать или отключать тот или иной тип привязок. Строить изображения на чертеже без привязок очень трудно, более того, потом могут возникнуть большие проблемы при создании штриховки, редактировании объектов и пр. Однако когда включено много привязок, также могут возникнуть неудобства, потому что некоторые привязки могут перекрываться, а в отдельных ситуациях даже противоречить друг другу, замедляя таким образом черчение. Поэтому присутствие на экране панели Глобальные привязки при работе с графическими документами иногда даже необходимо. Кроме установки набора глобальных привязок, с помощью этой панели можно запрещать действие всех привязок и даже управлять локальными привязками посредством раскрывающегося меню справа от последней кнопки (рис. 1.43). Локальные привязки – это тип привязок, применяемых при построении или редактировании какого-либо определенного объекта, для которых следует точно указать, к какому объекту и как привязываться. Локальная привязка всегда действует одна, перекрывая при этом все другие (глобальные) привязки. Для включения нужной локальной привязки можно использовать контекстное меню, вызывать которое необходимо после начала создания или редактирования графического элемента.

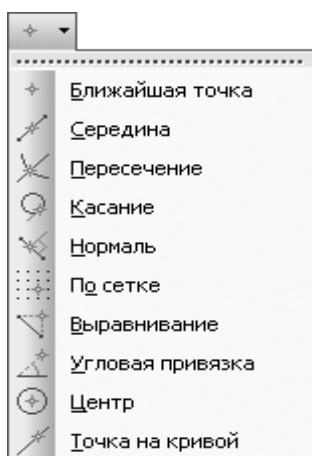


Рис. 1.43. Меню локальных привязок

Обратите также внимание, что некоторые панели инструментов, входящие в состав компактной панели, можно держать закрепленными в главном окне независимо от самой компактной панели. Для этого их не обязательно извлекать из компактной панели. Эти панели (в основном касающиеся трехмерного моделирования) можно отобразить с помощью уже знакомых вам команд контекстного или главного меню.

#### Настройка системы

Я уже говорил, насколько важно правильно настроить интерфейс системы. Ведь эргономичность интерфейса влияет на удобство, а значит, и на скорость работы с программой. В предыдущих разделах главы вы узнали о многих пунктах меню, диалоговых окнах и панелях инструментов, которые отображаются по умолчанию. В данном разделе рассмотрим, как можно настраивать интерфейс приложения, изменяя существующие элементы или создавая собственные панели инструментов.

#### Настройка интерфейса

Под настройкой интерфейса системы КОМПАС-3D следует понимать следующие возможности изменения внешнего вида программы:

- выбор стиля;

- настройка внешнего вида;
- изменение состава пунктов главного меню;
- изменение состава панелей инструментов;
- создание пользовательских компактных панелей и панелей инструментов с произвольным набором кнопок;
- назначение сочетаний клавиш для тех или иных команд.

Рассмотрим перечисленные возможности по порядку.

Стиль приложения выбирается в диалоговом окне Вид приложения (рис. 1.44).

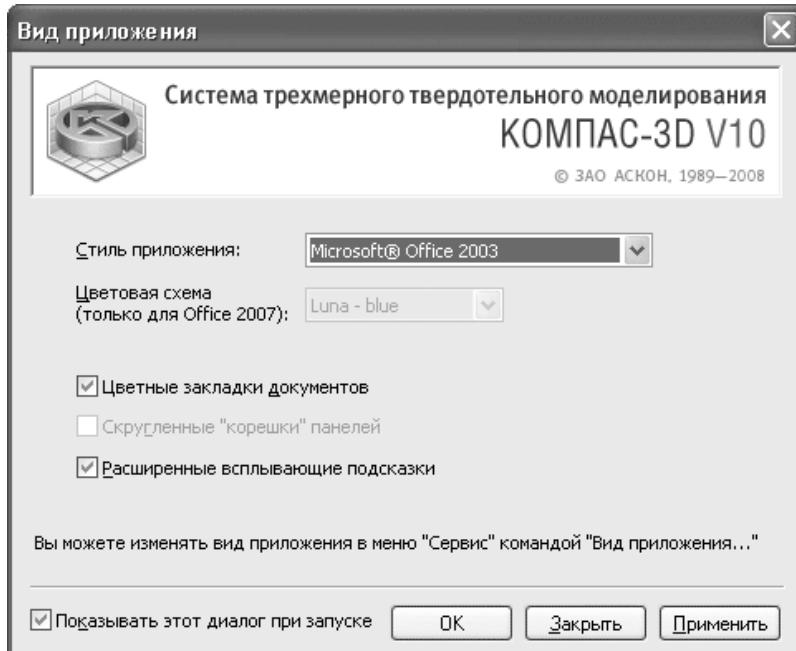


Рис. 1.44. Диалоговое окно Вид приложения

Это окно появляется при запуске системы КОМПАС. Его можно также вызвать командой Сервис > Вид приложения. С его помощью можно определить вид панелей инструментов, закладок и диалоговых окон. Доступны следующие стили: Microsoft Visual Studio 97, Microsoft Visual Studio.NET 2003, Microsoft Office 2003, Microsoft Visual Studio 2005, Microsoft Windows XP native look и Microsoft Office 2007. При создании иллюстраций в данной книге был выбран стиль Microsoft Office 2003. При желании вы можете выбрать любой другой. Все остальные настройки интерфейса находятся в окне Настройка интерфейса (рис. 1.45), которое можно вызвать командой меню Сервис > Настройка интерфейса.

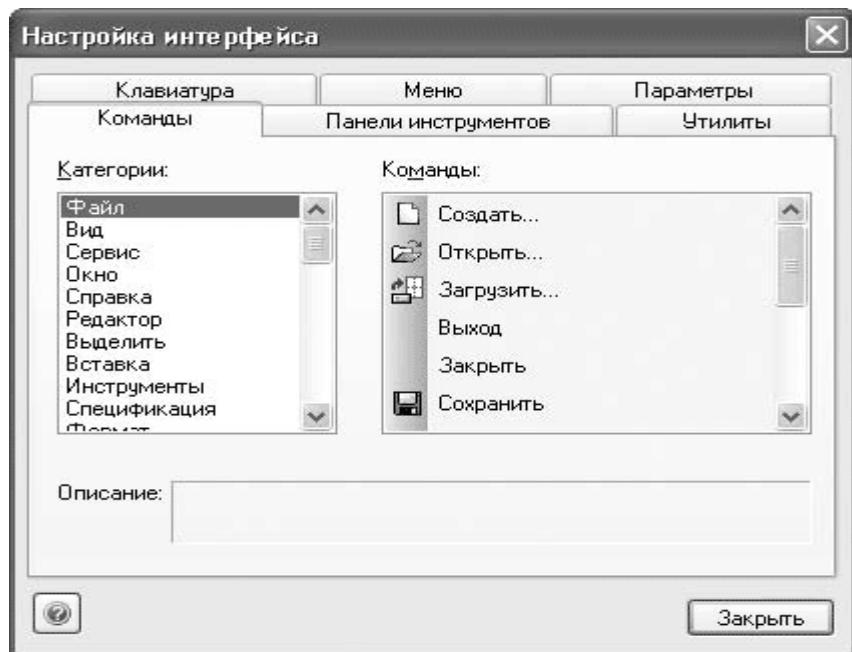


Рис. 1.45. Диалоговое окно Настройка интерфейса

При активном окне Настройка интерфейса система переходит в режим настройки интерфейса. Этот режим позволяет производить определенные действия с элементами интерфейса:

- изменять порядок следования кнопок на панелях инструментов;
- удалять и добавлять кнопки на панели инструментов. Для удаления кнопки необходимо воспользоваться командой Удалить контекстного меню, для вызова которого следует щелкнуть правой кнопкой мыши на кнопке панели инструментов;
- управлять отображением кнопок на панелях инструментов. Есть три варианта: только значок, только текст или значок вместе с текстом (рис. 1.46). Нужный вариант можно выбрать в контекстном меню кнопки;



Рис. 1.46. Способы отображения кнопок панели инструментов: значок (a), текст (b), значок и текст (c)

- устанавливать разделители (вертикальные черточки) между группами кнопок на панели;
- изменять расположение команд главного меню. Перемещать можно как отдельные команды, так и целые разделы: например, можно перетянуть весь раздел меню Редактор в меню Вид;
- удалять пункты меню или целые разделы, воспользовавшись контекстным меню команды. С помощью контекстного меню можно также сделать так, чтобы возле названия пункта меню не отображался соответствующий значок;
- добавлять новые команды в состав любого меню или панели инструментов из списка Команды диалогового окна Настройка интерфейса.

#### Примечание

При выборе кнопки на панели инструментов или пункта меню в режиме настройки интерфейса он выделяется черным прямоугольником (см. рис. 1.46). Все действия, связанные

ные с удалением, перемещением или изменением внешнего вида элемента управления, относятся именно к выделенному элементу.

Диалоговое окно Настройка интерфейса имеет шесть вкладок. Вкладка Команды включает в себя список всех команд системы КОМПАС. Они организованы по категориям. Вкладка Команды содержит два списка: в первом находятся категории команд, а во втором – команды, входящие в категорию, выделенную в данный момент в первом списке. Под списками размещено текстовое поле с кратким описанием выделенной команды. Данная вкладка позволяет добавить нужную команду в меню или кнопку на панель инструментов. Например, если требуется поместить команду Вид (позволяет создать новый вид в чертеже) на панель инструментов Текущее состояние графического документа, необходимо выполнить следующее.

1. Вызвать окно Настройка интерфейса с помощью команды Сервис > Настройка интерфейса. При этом система перейдет в режим настройки интерфейса.

2. В списке Категории выделить строку Вставка. В списке Команды сразу отобразится набор команд этой категории, второй в списке должна идти команда Вид.

3. Щелкнуть на строке с названием команды и, не отпуская кнопку мыши, перетащить команду в область, где размещена панель Текущее состояние. Во время перетаскивания возле указателя появится значок серой кнопки, а также маленький крестик, показывающий, что в этом месте окна программы кнопку поместить нельзя. Как только указатель мыши окажется над панелью, крестик исчезнет. Это значит, что здесь можно расположить кнопку. Чтобы кнопка появилась на панели, следует отпустить кнопку мыши.

4. После добавления кнопки Вид на панель Текущее состояние ее положение можно откорректировать, перетаскивая кнопку в пределах панели. Ее можно разместить, например, после раскрывающегося списка Состояния видов.

5. Можно организовать инструмент Вид в отдельную группу, ограниченную разделителями. Для этого нужно выделить кнопку Вид (вокруг нее появится черный контур) и выполнить команду контекстного меню Начать группу. Между кнопкой Вид и раскрывающимся списком будет отображена линия-разделитель. В результате панель Текущее состояние будет выглядеть, как показано на рис. 1.47.



Рис. 1.47. Новая кнопка на инструментальной панели Текущее состояние

Аналогичным образом можно изменять состав пунктов системного меню. После перетаскивания какой-либо команды она добавляется в меню, над которым была отпущена кнопка мыши. Добавленная команда может отображаться только текстом или текстом со значком (конечно, если для этой команды в системе назначена некая пиктограмма). Если команде отвечает определенное сочетание клавиш, оно отобразится справа от ее названия. Команды можно размещать не только в пунктах главного меню, но и в виде отдельных пунктов меню. В таких случаях они могут отображаться значками, подобно кнопкам на панелях инструментов.

В режиме настройки интерфейса можно удалять, менять местами, размещать на панелях инструментов одиночные или раскрывающиеся меню, состоящие из других подменю. Все перечисленные действия осуществляются путем перетаскивания групп меню или одиночных команд.

Вкладка Панели инструментов окна Настройка интерфейса позволяет изменять количество, вид и размещение панелей инструментов в главном окне программы (рис. 1.48).

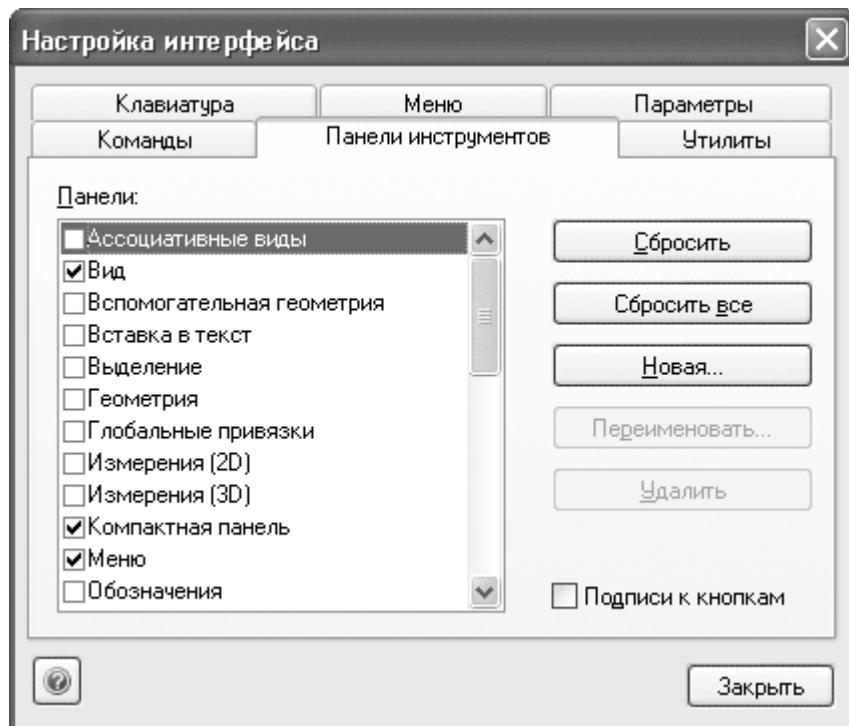


Рис. 1.48. Вкладка Панели инструментов

Слева от каждого элемента списка находится флажок, управляющий отображением панели (если флажок снят – панель спрятана, если установлен – размещена в пределах главного окна).

Кроме панелей инструментов, входящих в состав компактной панели, в списке Панели присутствует несколько необычных панелей. Например, панель Форматирование (рис. 1.49), которая объединяет команды для редактирования различных текстовых надписей при проставлении размеров, работе с техническими требованиями или обычным текстом. Насколько удобнее использовать эту панель инструментов, постоянно держа под рукой, решать вам.



Рис 1.49. Панель инструментов Форматирование

Вы можете создавать собственные панели инструментов и компактные панели. Для этого выполните следующие действия.

1. На вкладке Панели инструментов нажмите кнопку Новая (см. рис. 1.48).
2. В появившемся окне введите название создаваемой панели, например Пользовательская панель. В результате будет сформирована пока еще пустая панель инструментов.
3. Перейдите на вкладку Команды диалогового окна Настройка интерфейса. По очереди перетащите на только что созданную панель любые нужные вам команды. Поскольку система находится в режиме настройки интерфейса, на пользовательскую панель можно перетаскивать кнопки с других (стандартных) панелей или пункты системного меню.
4. Откорректируйте размещение кнопок панели и добавьте по своему усмотрению разделители между схожими командами.

На рис. 1.50 приведен пример пользовательской панели, содержащей следующие полезные команды:

- В текущем виде – служит для удаления всех вспомогательных кривых и точек в текущем виде чертежа;

- Подключить библиотеку – вызывает диалоговое окно открытия файла, с помощью которого можно подключить какую-либо прикладную библиотеку;
- Сменить режим работы – позволяет изменить режим работы библиотеки;
- Показать лист – раскрывающийся список для перехода к нужной странице многолистового чертежа;
- Выбрать материал – вызывает библиотеку материалов и сортаментов для выбора материала;
- Выносной элемент – создает выносной элемент на чертеже;
- Ввод текста – создает текст в документе;
- Вставить растровый объект – позволяет вставить и разместить на чертеже рисунок.

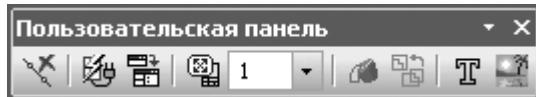


Рис. 1.50. Пользовательская панель инструментов

Аналогичным образом вы можете создавать любые панели инструментов, наполняя их различными элементами управления. Повторяя описанные выше действия, несложно создать панель инструментов Ввод текста (рис. 1.51), объединяющую команды создания и форматирования (редактирования шрифта, ввода индексов, подстрочных или надстрочных надписей и пр.) текстовых объектов на чертеже.



Рис. 1.51. Пользовательская панель Ввод текста

Система КОМПАС позволяет создавать пользовательские компактные панели, объединяя в них любое количество стандартных или пользовательских панелей инструментов (кроме панелей Стандартная, Вид и Текущее состояние). Для объединения двух панелей в компактную следует, удерживая нажатой клавишу Alt, перетащить за заголовок одну панель на другую. Когда возле указателя появится знак плюса, можно отпустить кнопку мыши и клавишу Alt. Точно так же в сформированную компактную панель добавляются другие панели. Например, соединив подобным образом панели инструментов, показанные на рис. 1.50 и 1.51, вы получите компактную панель, которая изображена на рис. 1.52.



Рис. 1.52. Пример пользовательской компактной панели

С помощью кнопок Переименовать и Удалить вкладки Панели инструментов окна Настройка интерфейса можно изменить название пользовательской панели (она должна быть выделенной в списке Панели) или удалить ее. После удаления восстановить пользовательскую панель будет невозможно (при необходимости нужно будет создавать ее заново). Обратите внимание, что пользовательские панели, входящие в состав компактной панели, удалить нельзя.

#### Примечание

Если добавляемая на панель команда не имеет значка, вы можете выбрать изображение, которое будет показано на кнопке вызова этой команды. Для этого после перетаскивания команды, не имеющей значка, на панель следует выполнить команду контекстно-

го меню Иконка. Поскольку для данной команды не существует значка, система предложит выбрать его самостоятельно в окне Свойства кнопки (рис. 1.53). Например, значок для команды В текущем виде (см. рис. 1.50) выбран подобным образом.

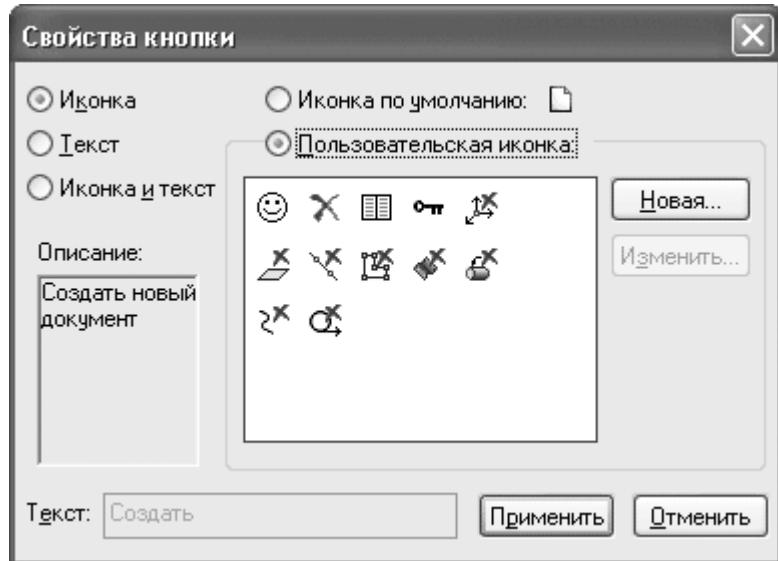


Рис. 1.53. Выбор значка для кнопки

С помощью кнопок Сбросить и Сбросить все вкладки Панели инструментов можно также отменить внесенные изменения в состав той или иной панели или одновременно для всех панелей, состав которых был изменен.

Вкладка Утилиты окна Настройка интерфейса позволяет подключить различные утилиты (как правило, EXE-файлы), которые будут вызываться с помощью команд главного меню. По умолчанию к системе КОМПАС-3D подключены только две утилиты – Калькулятор и Конвертер единиц измерения. Команды для вызова новых программ-утилит, подключенных с помощью элементов управления этой вкладки, будут размещаться в меню Сервис.

Важные возможности предоставляет еще одна вкладка диалогового окна Настройка интерфейса – Клавиатура (рис. 1.54). На ней вы можете просматривать, изменять или назначать сочетания клавиш для выполнения той или иной команды.

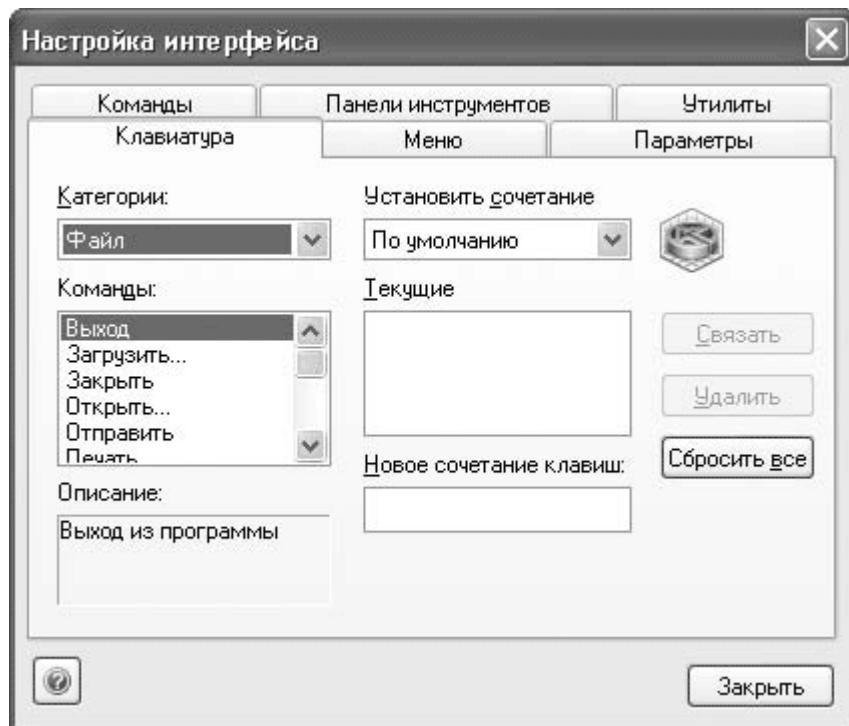


Рис. 1.54. Вкладка Клавиатура

Раскрывающийся список Категории содержит категории команд, полностью идентичные элементам списка Категории на вкладке Команды. Под ним находится список с перечнем всех команд выбранной категории. Под списком – знакомое текстовое поле Описание с краткой характеристикой выделенной команды. С помощью раскрывающегося списка Установить сочетание можно задать, в документе какого типа будет действовать установленное сочетание клавиш. Значение По умолчанию означает, что назначаемое (или уже назначенное) сочетание клавиш срабатывает в любом активном документе или вообще без открытого документа. Под списком Установить сочетание размещены два поля, в которых отображается текущее сочетание клавиш для выбранной команды (если оно есть, конечно) и новое сочетание клавиш, назначенное пользователем.

Для примера назначим сочетание клавиш для команды В текущем виде, которая служит для удаления всей вспомогательной геометрии с чертежа или фрагмента. По умолчанию для этой команды не предусмотрена отдельная кнопка, а пользоваться ею при двумерном черчении придется довольно часто. Каждый раз выполнять команду меню Редактор > Удалить > Вспомогательные кривые и точки > В текущем виде не очень удобно. Чтобы настроить сочетание клавиш, сделайте следующее.

1. На вкладке Клавиатура окна Настройка интерфейса из раскрывающегося списка Категории выберите пункт Редактор.

2. В списке Команды выделите строку В текущем виде, при этом в поле Описание должна появиться подсказка Удалить вспомогательные кривые и точки.

3. В раскрывающемся списке Установить сочетание оставьте значение По умолчанию (или выберите его, если установлено другое), так как вспомогательную геометрию, возможно, придется удалять как с чертежа, так и с фрагмента.

4. В поле Новое сочетание клавиш введите сочетание клавиш, с помощью которого вы планируете удалять вспомогательную геометрию. Для ввода достаточно просто нажать нужные клавиши на клавиатуре, например Alt+D.

5. Нажмите кнопку Связать. При этом набранное сочетание автоматически переместится в поле Текущие. Закройте окно Настройка интерфейса и попробуйте назначенное сочетание в действии.

Примечание

Если при вводе сочетания клавиш вы случайно наберете комбинацию, зарезервированную для другой команды, то появится сообщение об этом под полем Новое сочетание клавиш.

На вкладке Меню (рис. 1.55) размещены элементы, управляющие отображением главного и контекстных меню в программе. Из списка Показать меню области настроек Меню приложения можно выбрать тип документа, который нужно настроить. По умолчанию в этом списке указан тип документа, при котором было вызвано окно Настройка интерфейса. После выбора типа документа главное меню примет вид, характерный для этого документа. После этого вы можете перейти на вкладку Команды и добавлять в меню новые команды, перемещать или удалять подменю.

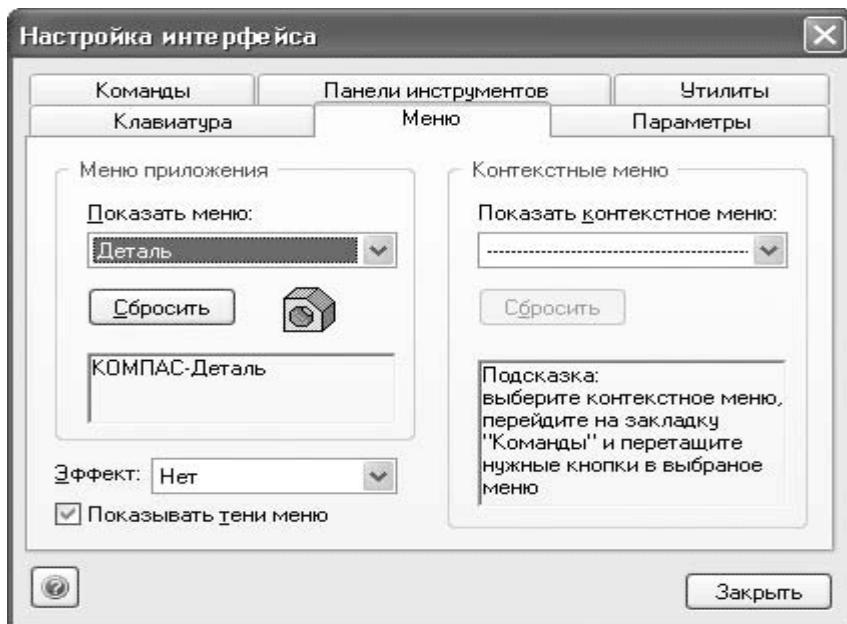


Рис. 1.55. Вкладка Меню

С помощью списка Эффект вкладки Меню можно настраивать различные эффекты, проявляющиеся при отображении или скрытии меню (соскальзывание, развертывание, дымку). Кнопка Сбросить позволяет отменить все внесенные изменения (то есть восстановить для меню настройки по умолчанию).

Вкладка Параметры окна Настройка интерфейса содержит несколько флагков, управляющих отображением подсказок к кнопкам панелей инструментов и порядком отображения пунктов меню. Кроме того, на данной вкладке есть кнопка Сбросить все настройки, которая позволяет отказаться от всех изменений, произведенных над стандартными панелями инструментов или пунктами меню. Обратите внимание, что нажатие этой кнопки не удаляет сформированных пользовательских меню или панелей.

Таким образом, мы описали параметры интерфейса КОМПАС-3D. В следующем разделе мы рассмотрим более тонкие настройки программы.

#### Системные настройки

Настройка системы подразумевает управление всеми элементами интерфейса системы КОМПАС-3D V10. Она позволяет изменять огромное количество параметров, существенно влияющих на работу программы. К этим параметрам относятся настройка представления чисел, единиц измерения длин, углов и т. п., цвета фона рабочего поля, вида указателя, толщины и цвета различных линий, параметры отображения размеров и многое другое. Все это настраивается в окне Параметры (рис. 1.56), вызываемом командой Сервис > Параметры.

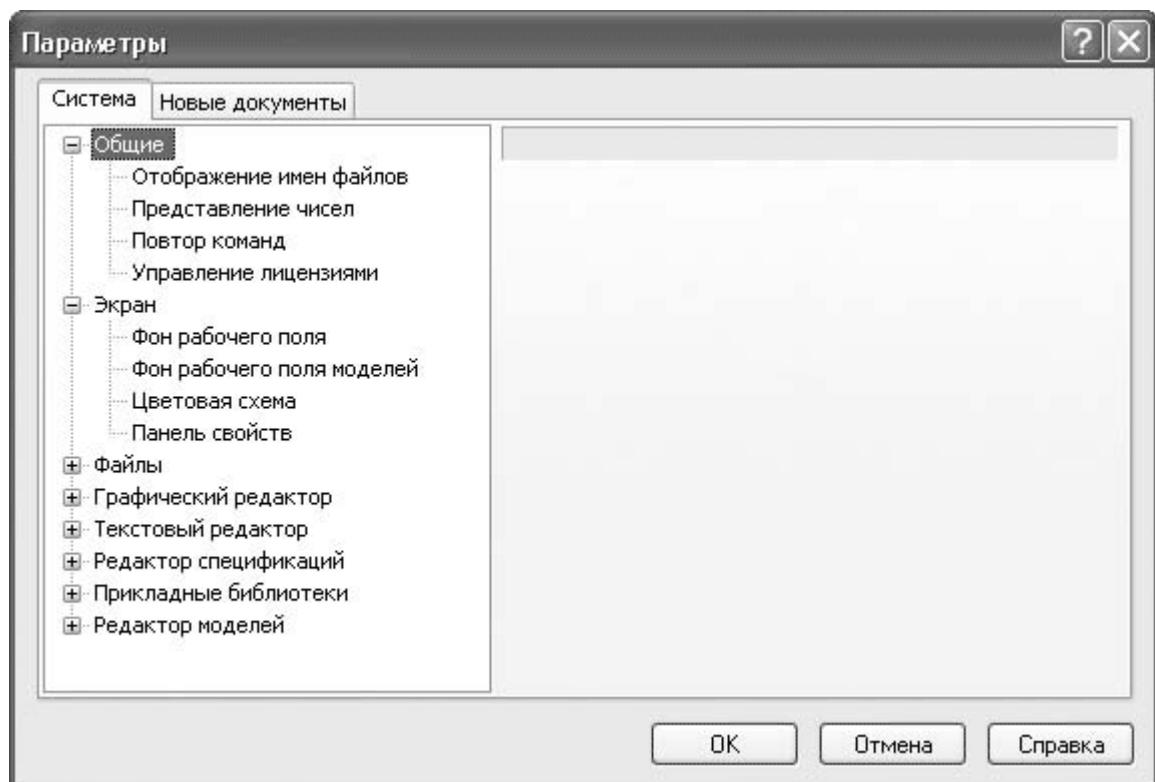


Рис. 1.56. Диалоговое окно Параметры

Обычно в окне Параметры присутствуют две вкладки: Система и Новые документы. При вызове этого окна для активного документа любого типа к ним добавляются еще две: Текущее окно (с настройками сетки и линеек прокрутки) и вкладка настроек текущего документа (Текущий чертеж, Текущая деталь, Текущая сборка или Текущий фрагмент соответственно). Вкладка настроек текущего документа содержит практически те же элементы управления, что и соответствующий раздел на вкладке Новые документы, с той только разницей, что все изменения настроек применяются только для активного документа и не распространяются на другие документы того же типа. Поэтому мы рассмотрим только две первые вкладки, всегда присутствующие в диалоговом окне Параметры.

На вкладке Система слева находится древовидный список различных групп настроек системы, а справа отображаются элементы управления, отвечающие выбранному в данный момент элементу дерева. Рассмотрим наиболее интересные группы настроек этой вкладки.

- Общие – содержит некоторые общие настройки системы КОМПАС:
- Отображение имен файлов – позволяет управлять отображением имени файла в заголовке программы (полный путь или только имя файла), а также указать количество последних открытых файлов, которые нужно помнить системе (максимальное количество – 9). Список файлов предыстории будет отображаться в меню Файл над командой Выход;
- Представление чисел – дает возможность настроить количество отображаемых знаков после запятой в полях ввода/вывода, а также выбрать единицы измерения углов (десятичная система исчисления – установлена по умолчанию, – градусы, минуты, секунды или радианы);
- Повтор команд – в этом подразделе настроек можно запретить или разрешить появление команды Повторить в меню Редактировать, а также количество команд, которые будет запоминать система и которые потом можно будет повторить с помощью вызова контекстного меню (по умолчанию 8 команд, максимальное количество – 11);

#### Примечание

Возможность повторного вызова ранее выполненных команд добавилась только в КОМПАС-3Д V9. Она состоит в том, что с помощью контекстного меню пользователь

может повторно выполнять ранее использованные им команды. Все эти команды представлены в виде подменю Последние команды контекстного меню программы. Данная функция действует как в графических, так и трехмерных документах системы.

- Управление лицензиями – содержит два флажка, позволяющих указать системе, нужно ли запрашивать лицензию на КОМПАС и редактор спецификаций при запуске системы.

- Экран – настройки этой группы позволяют изменять внешний вид окна КОМПАС, а также некоторых элементов интерфейса:

- Фон рабочего поля – позволяет изменять фон рабочего поля документов КОМПАС-Чертеж и КОМПАС-Фрагмент, а также цвет фона редактирования текста. Предусмотрена возможность задать цвет окна, установленный в Windows;

- Фон рабочего поля моделей – настройки аналогичны предыдущим, только предназначены для трехмерных документов. При определении цвета фона для моделей можно использовать градиентный переход между двумя цветами;

- Цветовая схема – дает возможность задать цвета отображения элементов документа и системы. Элементы документа – это геометрические объекты, тела и пр., создаваемые пользователем. Элементы системы – набор различных визуальных объектов, присутствующих в документе (сетка, курсор, подписи к курсору и т. п.). Наиболее приемлемый для нормальной работы с программой – цвет элементов, заданный по умолчанию;

- Панель свойств – позволяет настраивать оформление панели свойств (рис. 1.57). Аналогичное диалоговое окно можно вызвать с помощью команды Оформление панели свойств контекстного меню панели свойств.

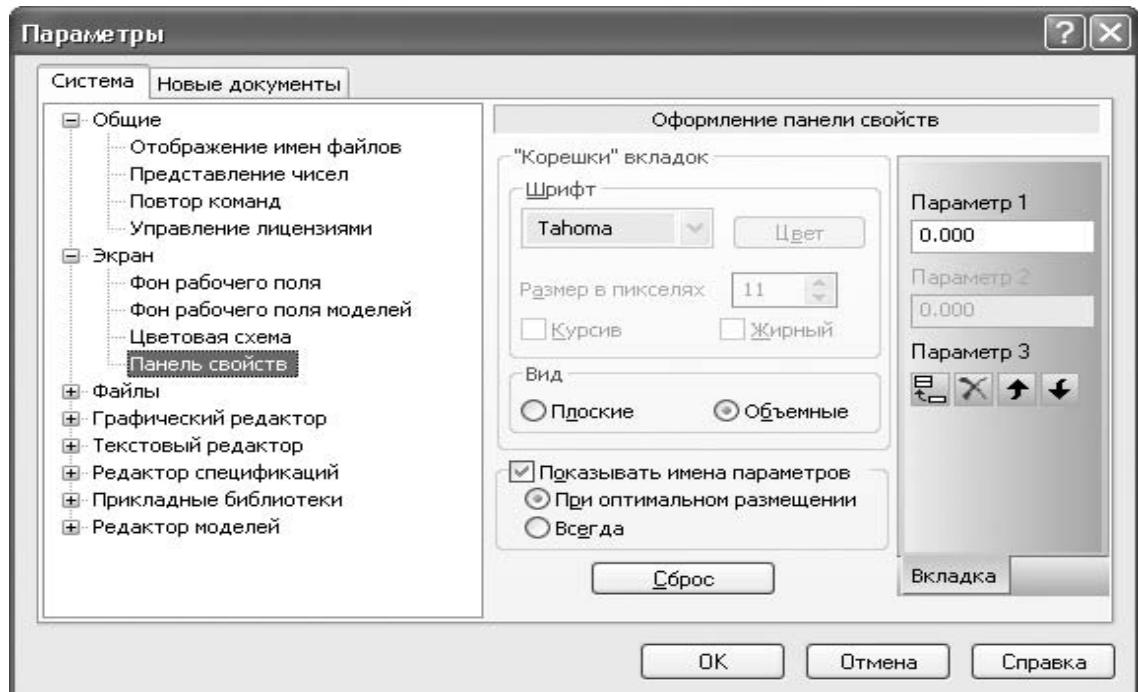


Рис. 1.57. Оформление панели свойств

Файлы – эта группа дает возможность настроить параметры работы с файлами системы КОМПАС:

- Расположение – показывает список путей к файлам настроек, профилей, шаблонов и т. д.;

- Установка прав доступа – позволяет разрешить чтение и запись или только чтение документов КОМПАС, а также включить контроль изменений файлов. Контроль предназначен для мониторинга совместно используемых файлов несколькими пользователями. Если контроль включен, то перед сохранением файла система будет проверять, не был ли

он изменен другим пользователем в течение вашего сеанса работы. При необходимости на экран будет выведено предупреждение;

- Резервное копирование – разрешает или запрещает резервное копирование документов. По умолчанию в системе включено сохранение предыдущих копий в одном каталоге с документом. Если вы не желаете засорять дисковое пространство ненужными BAK-файлами (BAK – расширение файла резервной копии модели), снимите флажок Сохранять предыдущую копию;

- Автосохранение – позволяет включить автоматическое сохранение файлов, настроить периодичность сохранения, а также выбрать каталог, куда эти файлы будут сохраняться;

- Сохранение конфигурации – определяет параметры сохранения настроек рабочего окна, а также документов при выходе из системы;

- Управление документами – дает возможность настроить совместную работу КОМПАС и PDM-системы, установленной на компьютере.

### Примечание

PDM-система (Product Data Management System) – это система инженерного документооборота, предназначенная для управления данными об изделии или продукте. Для системы КОМПАС оптимально использовать систему документооборота ЛОЦМАН:PLM компании «АСКОН».

• Графический редактор – эта группа содержит системные настройки графических документов:

· Курсор – включает в себя элементы управления, с помощью которых можно настроить размеры, цвет, шаг курсора;

· Сетка – содержит две вкладки (Параметры и Отрисовка), на которых можно выбирать тип сетки, задавать ее шаг, цвет и пр.;

· Линейки прокрутки – служит для управления отображением в документе полос прокрутки. Возможна установка вертикальной, горизонтальной, обеих полос вместе или отключение полос прокрутки;

· Системные линии – содержит полный список системных стилей для линий (рис. 1.58). Можно изменять толщину тонких, основных и утолщенных линий, как выводимых на экран (На экране), так и передаваемых на принтер (На бумаге). Кроме того, в этом окне можно выбрать цвет, которым линии определенного стиля будут отображаться в графическом документе;

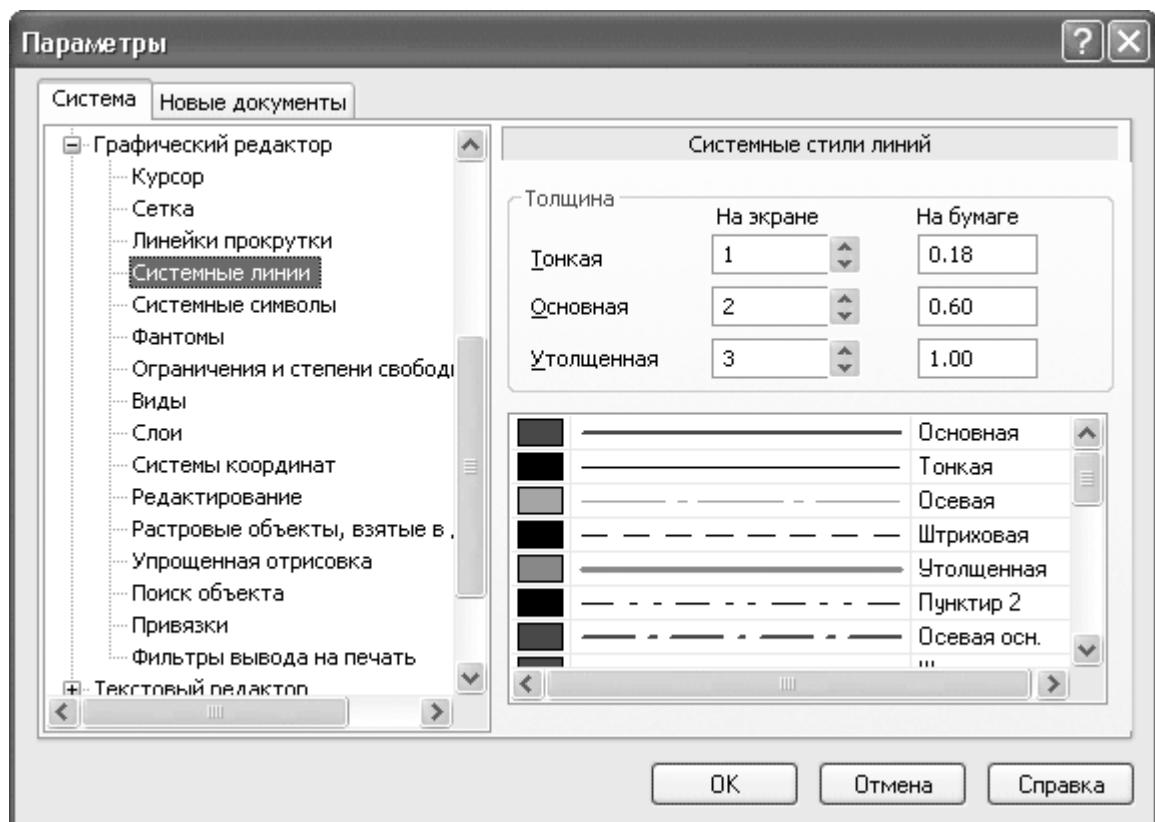


Рис. 1.58. Настройка отображения системных стилей линий

- Системные символы – позволяет задать цвет для системных символов (как правило, с помощью этих символов на чертеже отображаются вспомогательные точки);
- Фантомы – дает возможность управлять отрисовкой фантомов. *Фантом* – это временное изображение графических объектов, показывающее процесс их создания или размещения на чертеже. Как правило, фантомы всегда рисуются тонкими линиями в серых тонах. Фантомы используются практически для всех команд ввода и редактирования графических объектов. Например, при построении отрезка на чертеже, после фиксации первой его точки, вы можете видеть фантомное изображение (рис. 1.59), начальной точкой которого будет только что указанная, а конечной – указатель мыши. При перемещении указателя фантом отрезка передвигается за ним. Существование фантома прекращается сразу после фиксации второй точки, а отрезок размещается на чертеже. При вставке библиотечного элемента в документ он сначала также отображается фантомом и лишь после указания точки вставки и угла поворота окончательно фиксируется на чертеже;

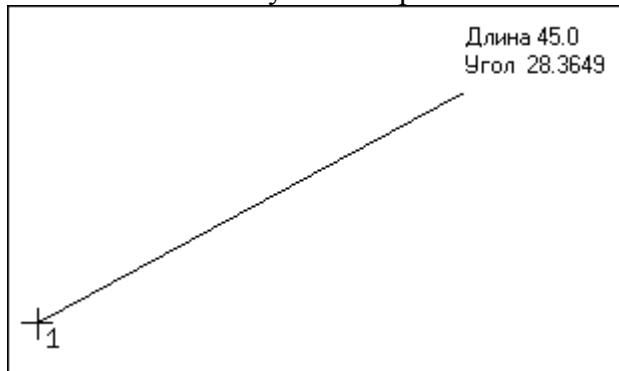


Рис. 1.59. Фантомное отображение отрезка

- Ограничения и степени свободы – позволяет задать цвет для значков, отображающих ограничения и степени свободы на параметризованном чертеже или эскизе трехмерной операции;

- Виды – дает возможность управлять отрисовкой фоновых, выключенных и ассоциативных видов на чертеже;
- Слои – задает параметры отрисовки слоев;
- Системы координат – позволяет настроить отрисовку осей локальных систем координат;
- Редактирование – важный раздел (рис. 1.60), дающий возможность выбрать цвет, которым будут подсвечиваться выделенные объекты или объекты указания (то есть объекты, определенные пользователем при выполнении той или иной операции, например исходные элементы для копирования по массиву и пр.). Здесь также можно задать коэффициент изменения масштаба – величину, показывающую, во сколько раз будет увеличен или уменьшен текущий масштаб при выполнении команд Увеличить масштаб или Уменьшить масштаб. Кроме того, вы можете задать количество шагов построения чертежа, которые могут быть отменены с помощью команды Отмена (максимальное значение – 100);

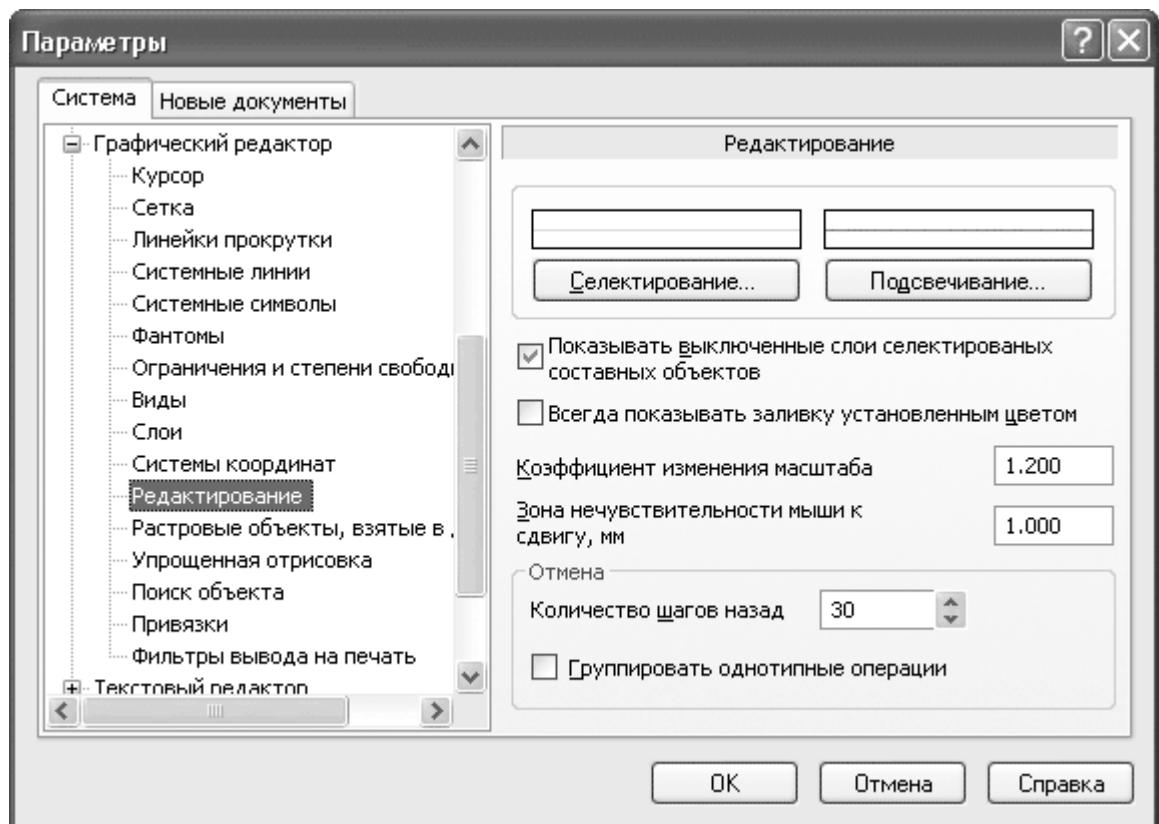


Рис. 1.60. Параметры редактирования графических документов

- Растворные объекты, взятые в документ – позволяет настраивать параметры редактирования вставленных в графический документ растворных объектов прямо в окне КОМ-ПАС;
- Упрощенная отрисовка – позволяет указать максимальную высоту текста на экране, при которой текст отображается, а не заменяется габаритным прямоугольником. Кроме того, в данном разделе можно определить масштаб, при котором все линии изображаются как сплошные и не рисуются стрелки размеров и линий-выносок;
- Поиск объекта – единственная функция диалога настройки поиска, включает или выключает динамический поиск объектов. При включении динамического поиска становится возможным указание (выбор) одного из близко расположенных (в том числе наложенных друг на друга) объектов;

- Привязки – дает возможность указать набор привязок, отслеживаемых системой при создании каждого нового геометрического объекта, а также задать шаг угловой привязки;

- Фильтры вывода на печать – важный раздел системных настроек. Он разрешает определять, какие объекты будут выведены на печать. Например, вы можете запретить печатать вспомогательную геометрию, вставленные растровые рисунки, OLE-объекты. В результате вам не придется удалять их с чертежа перед печатью.

- Текстовый редактор – эта группа настроек содержит разделы с параметрами правописания, редактирования, линеек прокрутки текстовых документов и пр. Изменять эти настройки приходится крайне редко, так как значения, установленные по умолчанию, подходят для любых случаев.

- Редактор спецификаций – содержит только одну группу настроек Линейки прокрутки, предназначенную для управления отображением полос прокрутки в документе КОМПАС-Спецификация.

- Прикладные библиотеки – эта группа предназначена для настройки отключения прикладных библиотек при выходе из системы, а также для включения/отключения возможности редактировать библиотечные элементы посредством характерных точек. Подробнее о таком способе редактирования читайте в гл. 5.

- Редактор моделей – в этой группе объединены системные настройки, касающиеся работы с трехмерными документами КОМПАС-3D:

- Сетка – аналогичен одноименному разделу в группе Графический редактор, но служит для настройки сетки в трехмерном документе;

- Библиотеки конструкторских элементов – содержит ссылки на файлы библиотеки отверстий и библиотеки эскизов. При необходимости эти ссылки можно сделать другими, заменив системные библиотеки фрагментов на собственные;

- Управление изображением – предназначен для управления изображением модели в окне представления документа (рис. 1.61). В раскрывающемся списке Шаг перемещения изображения модели (%) окна) задается процентное соотношение перемещения изображение к текущим размерам окна при однократном нажатии, например, сочетания клавиш Shift+®. Точно так же можно задать шаг угла поворота модели при однократном нажатии сочетания клавиш для поворота изображения в окне. С помощью переключателя Прозрачность можно выбрать один из двух возможных способов отображения полупрозрачных моделей: сетчатая или реалистичная прозрачность;

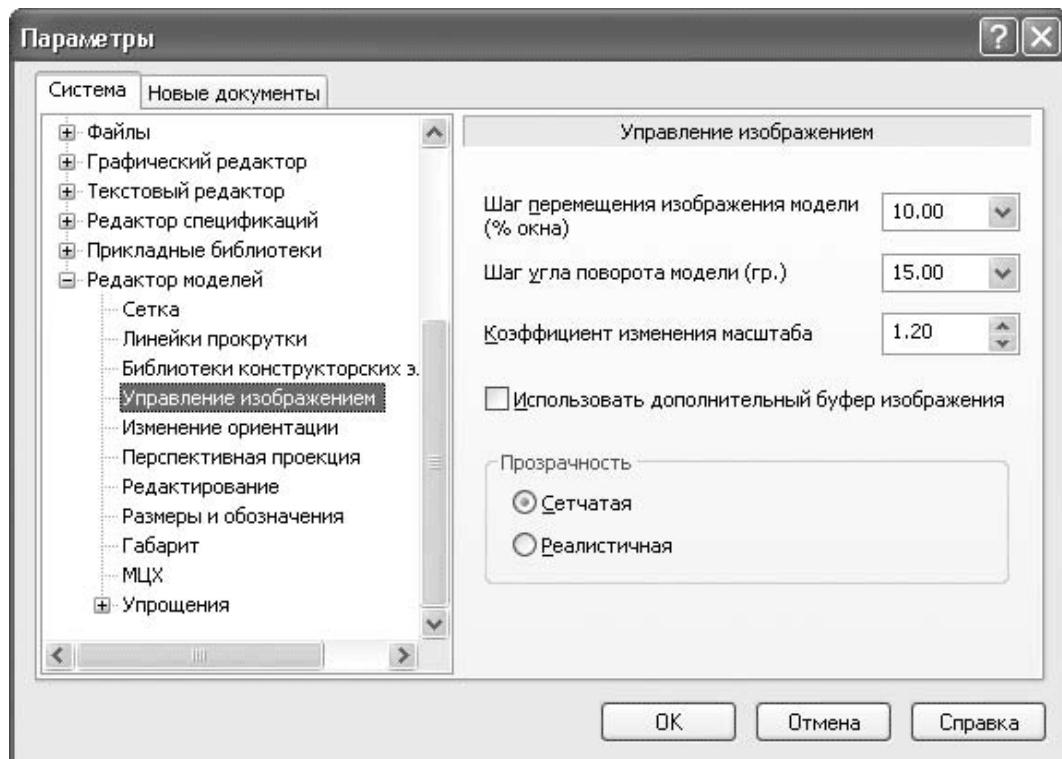


Рис. 1.61. Параметры управления изображением

- Изменение ориентации – позволяет настраивать плавность изменения ориентации при переходе модели в режим редактирования эскиза и обратно;
- Перспективная проекция – доступен лишь один параметр для редактирования Расстояние в габаритах модели. Это расстояние определяет, во сколько раз расстояние от модели до плоскости изображения (воображаемого оптического аппарата) больше, чем максимальный габарит модели. Данная величина имеет значение лишь в случае, если для модели включено перспективное отображение;
- Редактирование – позволяет назначать цвета, которыми будут отображаться элементы геометрии модели при выделении, подсвечивании, а также при редактировании детали в составе сборки (то есть цвета активного и пассивных компонентов при редактировании). На вкладке также присутствует флажок, включающий или отключающий закрашивание граней при выборе элементов модели (селектировании), и флажок, разрешающий использовать инверсию при подсвечивании. Инверсное подсвечивание – это подсвечивание ребер модели при выделении их не постоянным цветом, а цветом, инверсным окрашиванию трехмерного элемента, которому принадлежит то или иное ребро;
- Размеры и обозначения – эта группа настроек содержит три флажка, позволяющих управлять оптимизацией размеров в эскизах. При включенной оптимизации длина стрелок, высота символов размерной надписи отображаются в соответствии с настройками текущего эскиза и не зависят от масштаба представления. Более того, при вращении эскиза размерная надпись всегда остается параллельной плоскости экрана. Если флажок Оптимизировать отображение размеров снят, то все размеры эскиза масштабируются, как и любые другие геометрические объекты, а при повороте эскиза в пространстве размерные надписи будут отображаться лежащими в плоскости эскиза.
- Кроме того, вы можете вообще запретить отображать размеры в эскизах и трехмерных операциях или же запретить отображать соединительные линии;
- Габарит – перечень трехмерных объектов, учитывающихся при определении габаритных размеров модели;
- МЦХ – установка параметров пересчета МЦХ при перестроении и/или сохранении трехмерной модели;

• Упрощения – позволяет настраивать режим упрощенного отображения сборки, а начиная с версии 9 – и детали. Эти параметры предусматривают регулировку уровня детализации сборки при вращении или перемещении, а также дают возможность включать режимы быстрого отображения линий, скрытия конструктивных элементов (осей, плоскостей и пр.), скрытия поверхностей и отключать режим отображения полутоновое с каркасом. Одновременное включение всех этих параметров максимально повысит производительность системы при работе с очень большими сборками.

Структура элементов управления вкладки Новые документы аналогична вкладке Система. Слева размещен иерархический список групп настроек, справа – элементы управления выделенной группы. Параметры, установленные на этой вкладке, применяются для всех вновь создаваемых документов. Рассмотрим эти настройки.

- Имя файла по умолчанию – позволяет задавать шаблон имени файла, предлагаемый системой по умолчанию.

- Свойства документа – разрешает или запрещает системе выводить запрос общих сведений о документе. Общие сведения состоят из имени автора созданного документа, организации, где этот документ разработан, и произвольного комментария. Окно, в котором можно ввести эту информацию, система выводит при первом сохранении документа (рис. 1.62). В разделе Свойства документа окна Параметры вы можете указать имя автора документа (если уверены, что кроме вас больше никто не будет работать с программой) и название организации, которые будут вводиться по умолчанию в окно Информация о документе. Кроме того, эти данные будут выводиться во всплывающей подсказке при наведении указателя мыши на значок документа в Проводнике Windows.

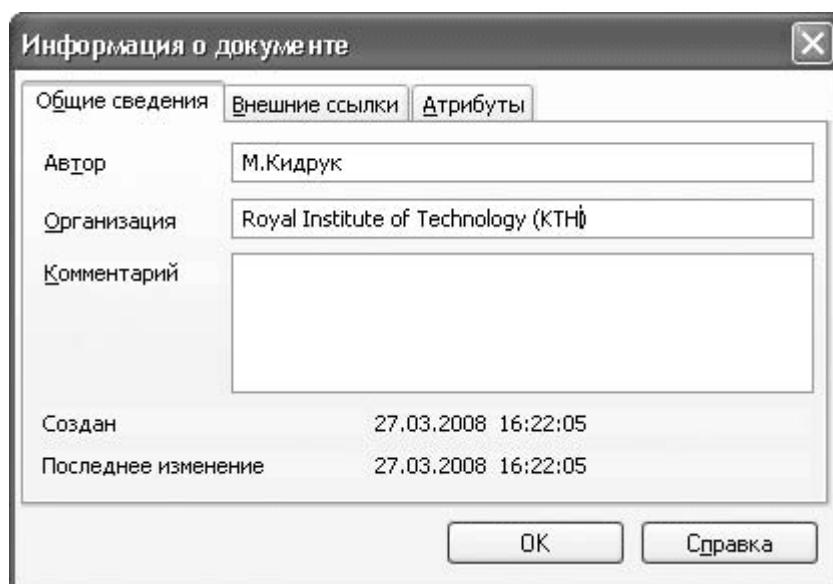


Рис. 1.62. Диалоговое окно сведений о документе

### Примечание

Посмотреть сведения об уже созданном документе можно с помощью команды Файл > Свойства.

- Текстовый документ – содержит параметры листа текстового документа (формат, ориентацию, оформление основной надписи), предлагаемый по умолчанию шрифт и пр. Вы также можете настроить отступы, интервалы и выравнивание текста документа, параметры текста заголовка и текста ячеек таблицы.

- Спецификация – позволяет указать стиль спецификации, который будет применяться по умолчанию для всех документов КОМПАС-Спецификация. Для стандартных настроек это стиль Простая спецификация ГОСТ 2.106—96. Кроме того, вы можете задать стили спецификаций для дополнительных листов (если нужно, чтобы они отличались от первого листа или от стиля, установленного по умолчанию).

- Графический документ – управляет видом и параметрами создаваемых графических документов:

- Шрифт по умолчанию – в этом пункте можно выбрать шрифт, который будет предлагаться системой по умолчанию для всех текстовых объектов графического документа;

- Единицы измерения – содержит переключатель, позволяющий выбрать единицы измерения длины: миллиметры, сантиметры или метры;

- Линии – позволяет настроить фильтры линий, а также размеры штрихов и промежутков осевой линии. Настройка фильтра линий (рис. 1.63) подразумевает выбор стилей линий, которые будут доступны при вводе геометрических объектов на чертеже, задание их последовательности в списке типов линий при вводе объектов, а также определение стиля по умолчанию. В области Фильтр линий находится список всех доступных стилей линий. Стили, отмеченные флажком, отображаются в раскрывающемся списке Стиль, который появляется на панели свойств при создании графических объектов (рис. 1.64). Стиль, находящийся в верхней части списка Фильтр линий, и будет предлагаться по умолчанию (на рис. 1.63 и 1.64 это стиль Основная). С помощью кнопок, на которых изображены стрелки, любой стиль можно перемещать в пределах списка;

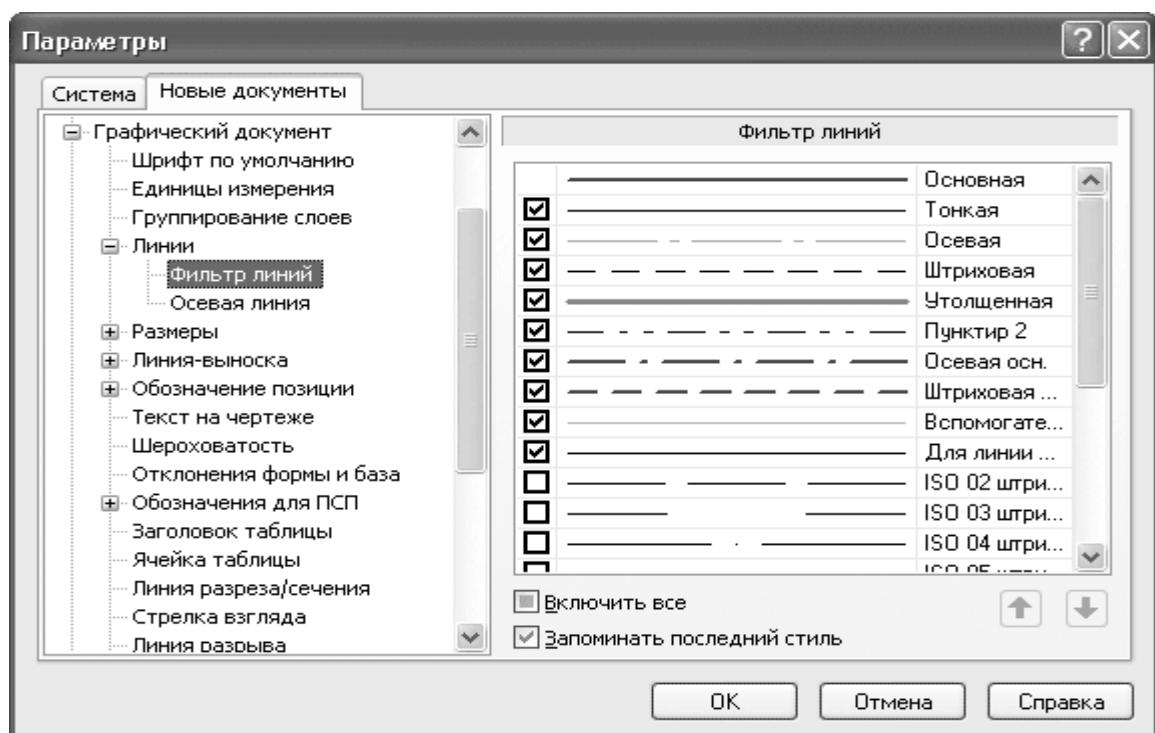


Рис. 1.63. Настройка фильтра линий

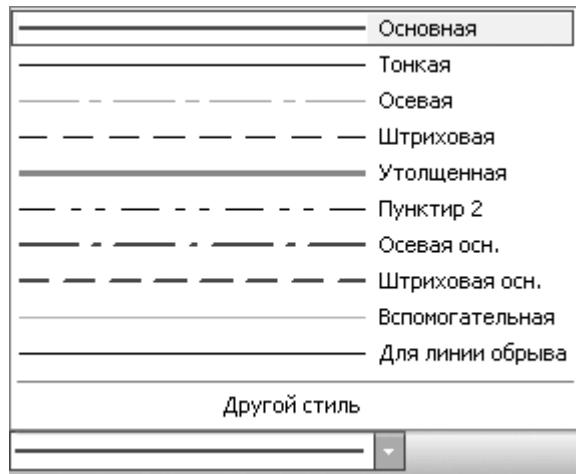


Рис. 1.64. Список доступных стилей линий при построении геометрических объектов

· Размеры – большая группа настроек, управляющая отрисовкой стрелок, размерных надписей, размерами, допусками, предельными значениями и пр. В этой группе настроек, аналогично стилям линий, можно настроить фильтр стрелок для линейных размеров, размеров окружностей и дуг и угловых размеров (рис. 1.65). Он содержит набор стрелок различных типов (собственно стрелки, засечки, вспомогательные точки), который будет доступен при проставлении размеров в графическом документе;

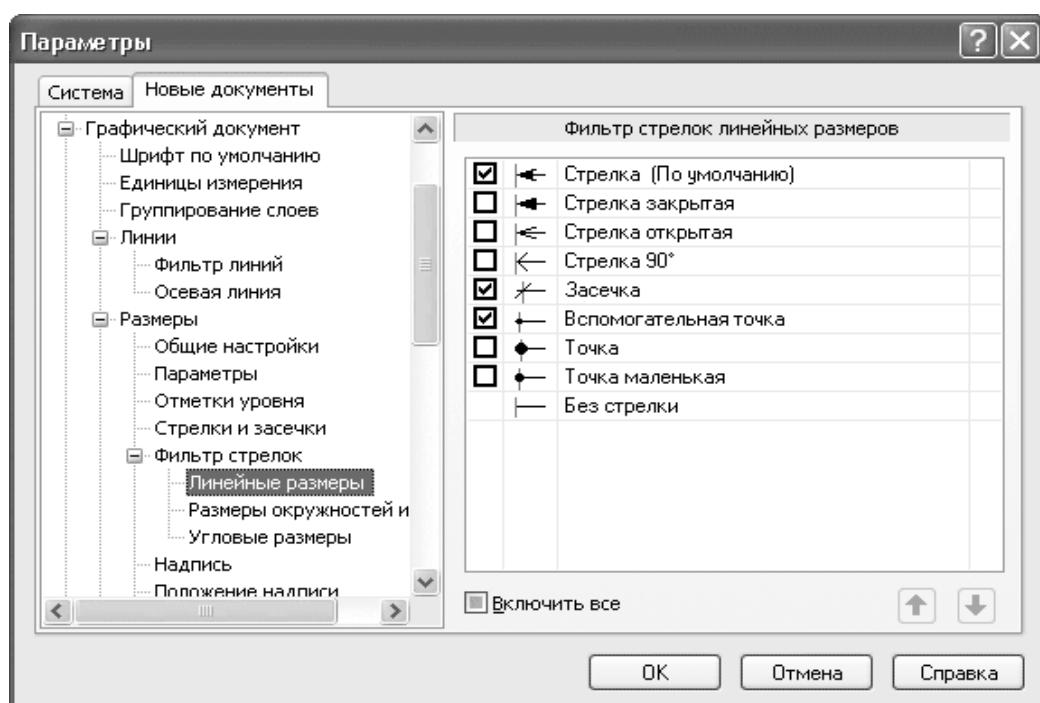


Рис. 1.65. Фильтр стрелок

· Линия-выноска – подобна группе Размеры и содержит параметры отображения линии выноски, то есть геометрические размеры стрелок (рис. 1.66), фильтр стрелок, шрифт текста, отображаемого над, под и за полкой линии выноски;

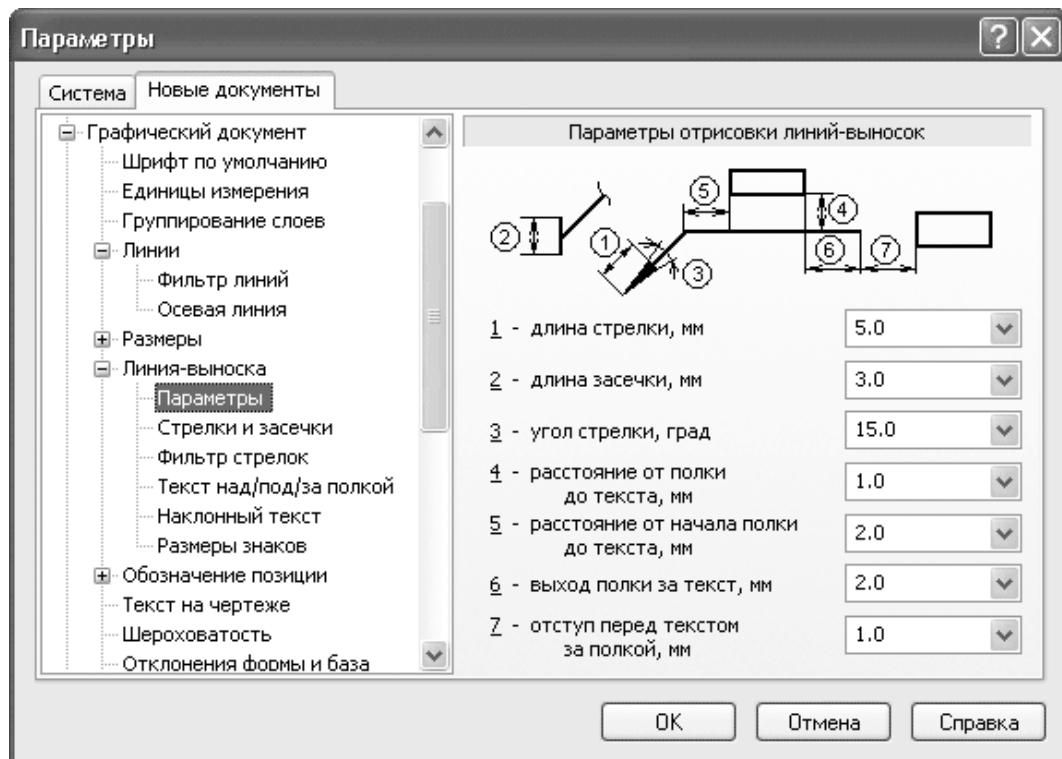


Рис. 1.66. Параметры отрисовки линий-выносок

- Обозначение позиции – параметры отображения позиций на сборочном чертеже. Почти полностью повторяет настройки линий-выносок;
- Текст на чертеже – позволяет настраивать шрифт, межстрочный интервал, отступы и выравнивание, применяемые для всех текстовых объектов на чертеже или фрагменте;
- Шероховатость, Отклонения формы и база, Линия разреза/сечения, Стрелка взгляда, Линия разрыва – данные группы дают возможность управлять отображением одноименных элементов оформления чертежа;
- Обозначения для ПСП – большой раздел, содержащий настройки внешнего вида и параметров отображений для знаков и обозначений, применяемых в промышленно-строительном проектировании;
- Линии обрыва – параметры, которые будут предлагаться по умолчанию при создании линий обрыва графических изображений;
- Автосортировка – установка порядка сортировки буквенных обозначений при оформлении чертежа (простановка баз, разрезов/сечений, выносных элементов и пр.);
- Перекрывающиеся объекты – управляет отображением перекрывающихся объектов, в частности размеров, линий-выносок, позиций со штриховкой и линиями изображения чертежа. По умолчанию в системе принято прерывать линии геометрических объектов и штриховки при пересечении с размерными стрелками, надписями и обозначениями. В этом окне вы также можете указать зазор между разорванным концом линии или штриховки и перекрывающим их объектом;
- Параметры документа – позволяет настраивать масштаб новых видов в чертеже, указать объекты детали (тела, поверхности и обозначения резьбы) или компоненты сборки (скрытые и библиотечные), которые будут передаваться в ассоциативный вид. В этом разделе вы также можете настроить синхронизацию данных основной надписи и модели, а также включить режим разбиения листа чертежа на зоны и задать размеры этих зон;
- Параметры первого листа – дает возможность указать свойства (стандартный или пользовательский формат, ориентация или оформление) листа чертежа, которые будут применяться при создании документа КОМПАС-Чертеж;

Совет

Очень часто параметры документа КОМПАС-Чертеж (особенно формат и ориентация листа) нужно изменять. Для этого после создания чертежа следует выполнить команду Сервис > Параметры. В появившемся диалоговом окне Параметры необходимо перейти к разделу настроек Параметры первого листа вкладки Текущий чертеж (рис. 1.67). Вы можете настроить формат и ориентацию листа, и после нажатия кнопки ОК все изменения в настройках будут применены к текущему листу чертежа.

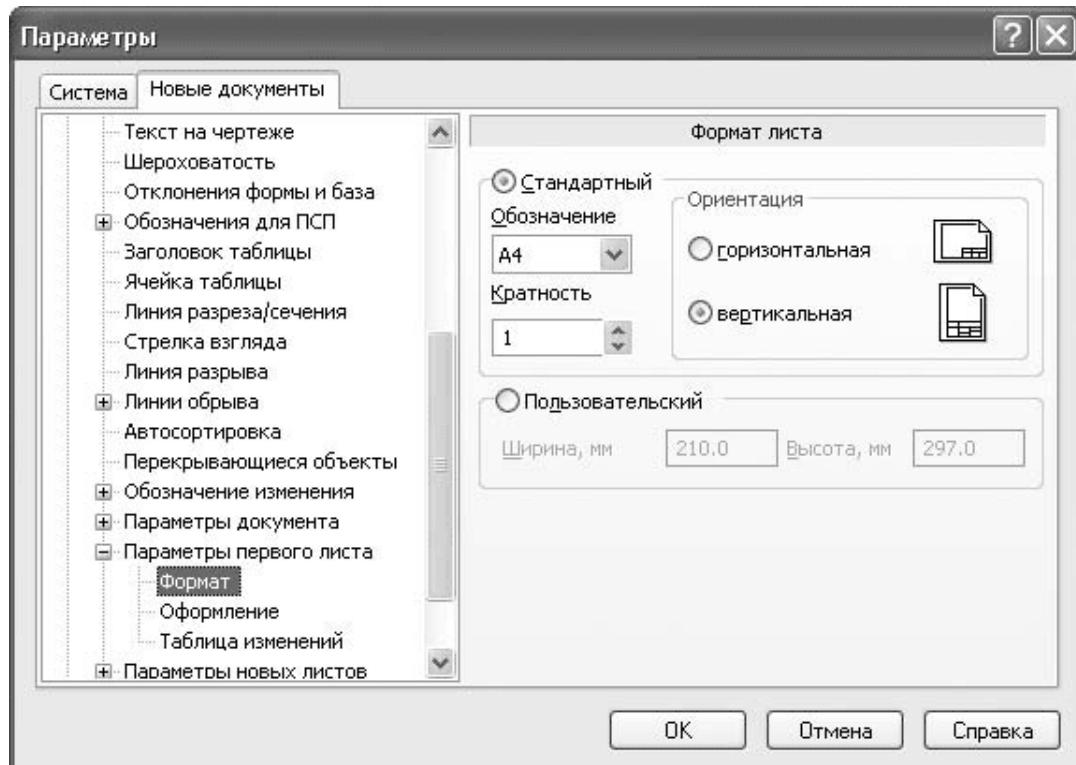


Рис. 1.67. Изменение формата и ориентации текущего листа чертежа

- Параметры новых листов – содержит те же настройки, что и раздел Параметры первого листа, только они применяются для всех новых листов данного чертежа;
- Параметризация – позволяет управлять параметризацией чертежей (только чертежей, не эскизов!) системы КОМПАС посредством указания связей и ограничений, которые будут автоматически накладываться на геометрические объекты в процессе их построения.
- Модель – эта группа системных настроек содержит все параметры отображения трехмерных моделей КОМПАС-3D:
  - Размеры и Условные обозначения – данные разделы содержат группы настроек, задающих условия отрисовки трехмерных размеров и обозначений в трехмерной модели;
  - Деталь – позволяет изменять свойства (обозначение, наименование, материал) и цвет детали. Кроме того, здесь можно задать цвет, которым будет отображаться тот или иной тип трехмерных объектов (вспомогательная геометрия, поверхности, формообразующие операции), импортированный в деталь или созданный средствами КОМПАС-3D. Однако менять стандартные настройки не рекомендуется, так как это приведет к специфическим изменениям внешнего вида детали. Это может помешать другим пользователям, работающим с вашей деталью. Очень важным параметром настройки отображения модели является точность отрисовки и масс-центровочных характеристик (рис. 1.68). Чем выше точность отрисовки, тем медленнее работает система, но тем лучше представление объектов трехмерного документа. Следует, правда, отметить, что влияние этого параметра на быстродействие системы КОМПАС не столь ощутимо (за исключением больших сборок), поэтому я рекомендую всегда устанавливать максимальную точность отрисовки;

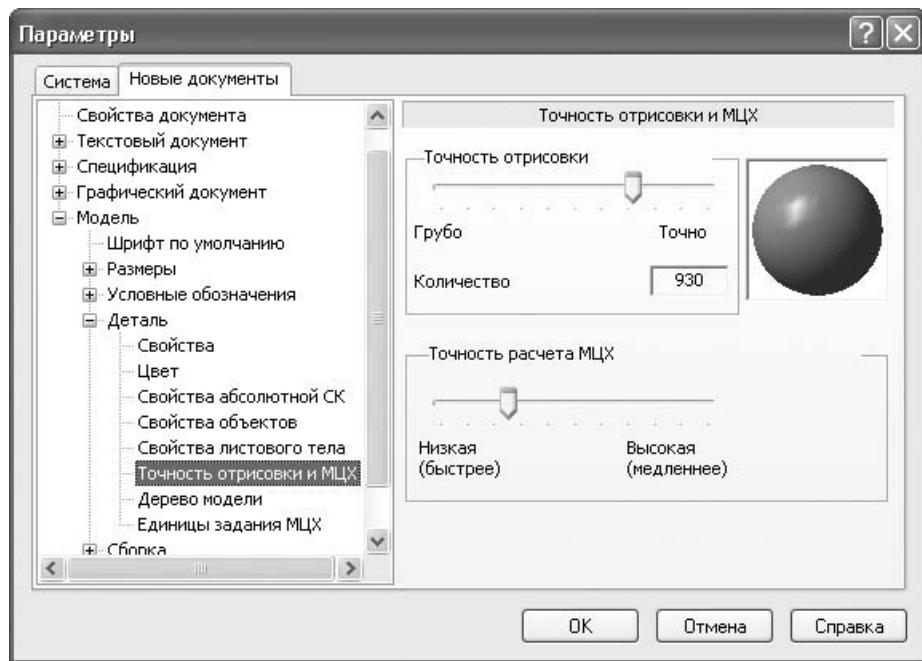


Рис. 1.68. Настройка точности отрисовки и МЦХ модели

- Сборка – настройки документа КОМПАС-Сборка, аналогичные параметрам детали;
- Эскиз – позволяет задать шрифт, применяемый по умолчанию, для текстовых объектов эскиза (собственно текст или текст размерных надписей), настроить отображение размеров, а также управлять параметризацией (то есть включать или отключать связи и ограничения, автоматически накладываемые системой на элементы эскиза при его построении).

#### Сохранение и восстановление настроек

Изучив все описанное выше, вы теперь можете изменять интерфейс и параметры системы, удобно подстраивая их под свои потребности или специфические задачи. Однако очень часто возникают различные неприятные ситуации, связанные с изменением конфигурации системы. Например, как восстановить свои настройки после сбоя и аварийного завершения работы программы? Что делать, если за одним и тем же компьютером работают двое или более человек с абсолютно разными требованиями и вкусами? Как поступить, если вас не устраивают изменения, которые вы сами внесли в систему, и вы уже не знаете, как их отменить? Поверьте, такое случается довольно часто. Для решения этих проблем в системе КОМПАС-3D предусмотрены профили.

**Профиль** – это структура данных, описывающих все настройки системы. Профили хранятся в файлах с расширением PFL. Созданные разработчиками КОМПАС-3D профили размещаются в папке Profiles, находящейся в каталоге, в котором установлена текущая версия КОМПАС.

Система КОМПАС позволяет сохранять и загружать пользовательские профили. Эти действия можно выполнять в диалоговом окне Профили пользователя (рис. 1.69), вызываемого командой Сервис > Профили.

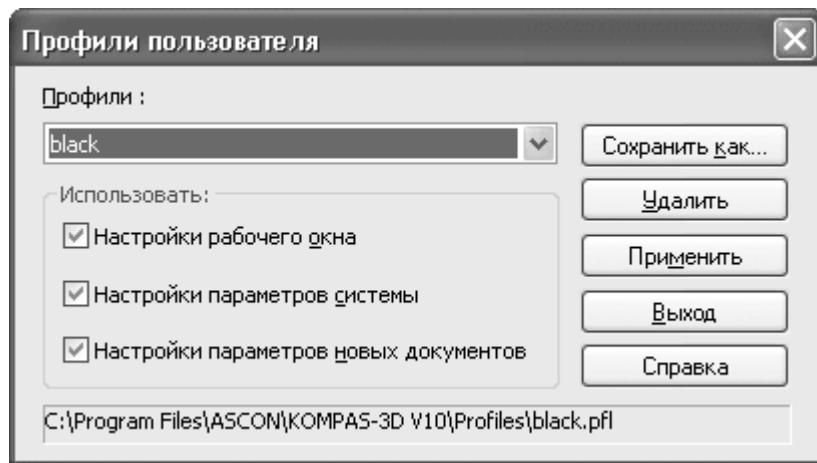


Рис. 1.69. Диалоговое окно Профили пользователя

При сохранении или загрузке профиля можно использовать следующие категории настроек:

- Настройки рабочего окна – размеры окна, вид приложения, все настройки интерфейса, размещение и состав панелей, меню и т. п.;
- Настройки параметров системы – настройки, сделанные на вкладке Система диалогового окна Параметры;
- Настройки параметров новых документов – настройки, выполненные на вкладке Новые документы диалогового окна Параметры.

#### Совет

Загружая новый профиль, нужно быть осторожным, так как при этом автоматически будут аннулированы все предыдущие настройки. В частности, будут удалены из Менеджера библиотек все подключенные пользователем (не входящие в стандартный пакет) библиотеки. Подключать их заново вручную не всегда удобно. По этой причине перед применением нового профиля желательно всегда сохранять копию старого.

Чтобы восстановить все стандартные настройки системы, достаточно в раскрывающемся списке Профили выбрать профиль *mcad* и нажать кнопку Применить. Из данного списка можно также выбрать любой стандартный профиль (рис. 1.70).

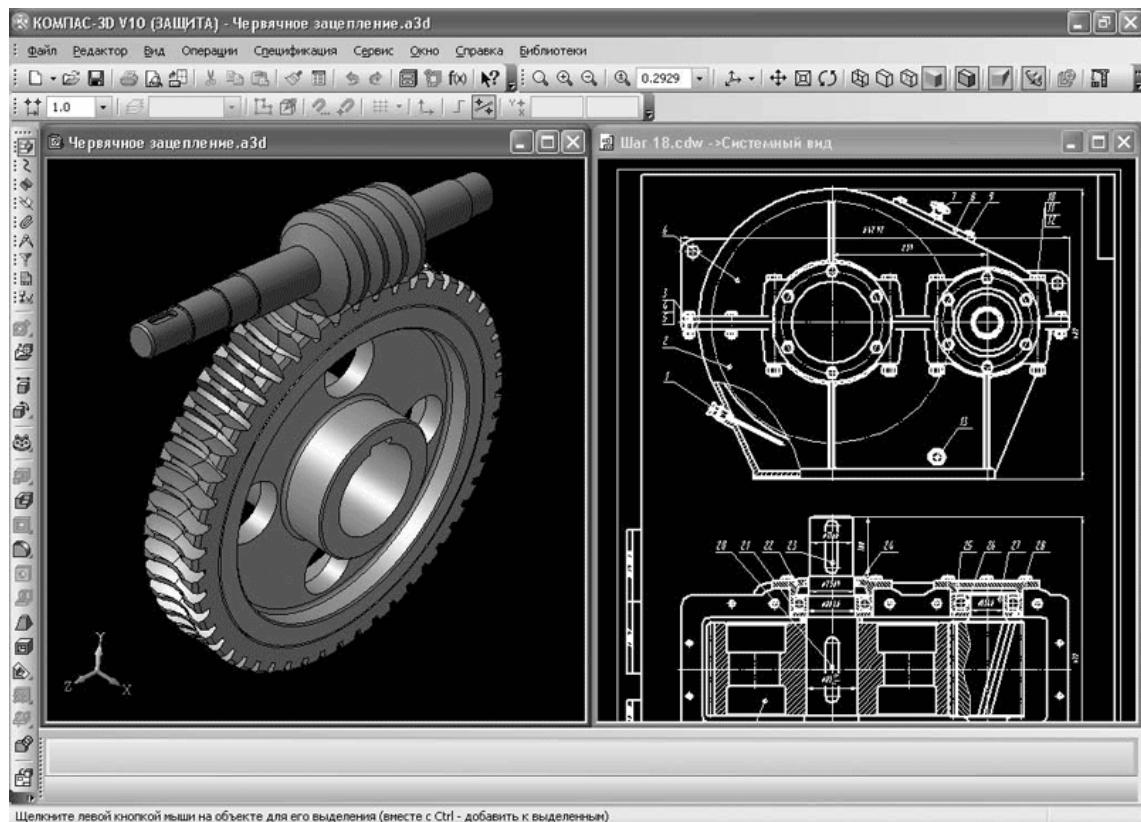


Рис. 1.70. Внешний вид системы КОМПАС-3D после применения стандартного профиля black

### Лабораторная работа №1 (1 час).

Тема: «Двухмерное черчение».

1.1.1 Цель работы: Построение чертежей в графической среде КОМПАС 3D

1.1.2 Задачи работы:

1. Изучить работу с примитивами.

2. Освоить построение чертежей и примитивов с помощью элементарных команд в графической среде КОМПАС 3D

3. Освоить методы построения углов.

1.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.1.4 Описание (ход) работы:

**Создание и редактирование геометрических объектов**

Удобство и, как следствие, популярность графического редактора полностью зависят от реализованного в нем набора команд для создания и редактирования изображения на чертежах. Функциональность этих команд должна максимально приближать компьютерное черчение к ручному, вместе с тем избавляя пользователя от рутинных операций копирования однотипных элементов, упрощать редактирование чертежа, разрешать повторно применять различные фрагменты. При этом команды должны быть интуитивно понятны пользователю. Очень скоро вы сможете убедиться, что чертежный редактор КОМПАС-График отвечает этим требованиям.

Однако выполнение сложных чертежей зависит не только от возможностей команд для создания геометрических примитивов. При построении каждого нового объекта приходится отталкиваться от уже существующей геометрии на чертеже, другими словами, «привязываться» к ней. Для этого в системе КОМПАС предусмотрены привязки. Начнем данный раздел именно с рассмотрения привязок, так как без них построение даже совсем не сложного чертежа может занять очень много времени.

## Привязки

Суть действия привязок заключается в следующем. Система анализирует объекты, ближайшие к текущему положению указателя, чтобы определить их характерные точки (например, конец или центр отрезка, центр окружности, точку пересечения двух линий и т. п.) и затем предоставить пользователю возможность зафиксировать указатель в одной из этих точек. Можно настроить параметры, по которым система будет искать характерные точки близлежащих объектов. Применение привязок позволяет точно установить указатель в некоторую точку, причем не обязательно, чтобы координаты указателя в момент щелчка точно совпадали с координатами нужной точки.

Приведу пример. Допустим, в системе установлен лишь один тип привязок – Середина, а в графическом документе построены два произвольных отрезка, размещенных близко друг от друга. При запуске команды построения любого другого объекта и при установке указателя между отрезками должна сработать привязка Середина. Несмотря на то, что при этом указатель не наведен точно на середину, при щелчке кнопкой мыши (то есть при начале построения нового объекта) указатель будет установлен в ближайшую середину отрезка. Обратите внимание, привязка осуществляется не к ближайшему отрезку, а к отрезку, середина которого была ближе к положению указателя в момент щелчка.

Привязки бывают двух видов: глобальные и локальные. Глобальные действуют постоянно при вводе или редактировании объектов. Напомню, что установить набор глобальных привязок можно в диалоговом окне Параметры (вкладка Система, подраздел Привязки раздела Графический редактор). Для текущего сеанса работы с графическим документом можно настроить типы привязок при помощи панели инструментов Глобальные привязки (см. рис. 1.42) или диалогового окна Установка глобальных привязок (рис. 2.1). Для вызова этого диалогового окна необходимо щелкнуть на кнопке Установка глобальных привязок  панели Текущее состояние.

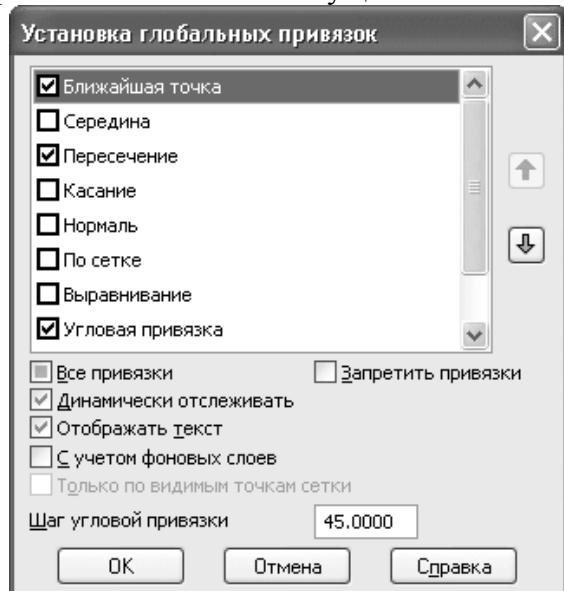


Рис. 2.1. Диалоговое окно Установка глобальных привязок

Локальные привязки могут вызываться при вводе конкретного объекта и не запоминаются системой для последующих вызовов команд построения геометрии. Локальные привязки имеют более высокий приоритет по сравнению с глобальными. Это означает, что при вызове локальной привязки установленные глобальные привязки действовать не будут. Чтобы воспользоваться той или иной локальной привязкой, следует вызвать одну из команд контекстного меню Привязка или воспользоваться раскрывающимся меню кнопки локальных привязок (см. рис. 1.43), которая размещена последней на панели Глобальные привязки.

В чертежном редакторе КОМПАС-График доступны следующие типы привязок.

- Ближайшая точка – позволяет привязаться к ближайшей для указателя характерной точке (начало отрезка, точка начала системы координат и пр.).
- Середина – разрешает фиксировать указатель на середине ближайшего прямолинейного объекта.
- Пересечение – включение этой привязки указывает системе на необходимость отслеживать ближайшие к указателю пересечения линий.
- Касание – действие этой привязки размещает указатель таким образом, чтобы создаваемый объект (отрезок, дуга) касался ближайшей к текущему положению указателя точки объекта, расположенного рядом.
- Нормаль – действует аналогично предыдущей, с той только разницей, что создаваемый объект размещается по нормали к ближайшему объекту.
- По сетке – выполняет привязку указателя к точкам координатной сетки (даже если отображение самой сетки в этот момент выключено).
- Выравнивание – при перемещении указателя система выполняет выравнивание (по горизонтали или по вертикали) по характерным точкам близлежащих объектов или по последней зафиксированной точке (например, по первой точке отрезка, предыдущей точке ломаной или кривой Безье и т. п.).
- Угловая привязка – позволяет фиксировать указатель под определенным углом к последней зафиксированной точке создаваемого объекта. Шаг угловой привязки можно настроить в диалоговом окне настройки привязок.
- Центр – выполняет привязку к центрам окружностей, дуг или эллипсов.
- Точка на кривой – просто размещает указатель на произвольной кривой.

#### Совет

Привязки оказывают неоценимую помощь при вводе и редактировании геометрических объектов. Однако, как уже отмечалось, слишком большое их количество лишь затруднит работу. Это может привести к перекрытию действия отдельных привязок, что просто не позволит щелкнуть кнопкой мыши в нужном месте. По собственному опыту, рекомендую оставлять включенными четыре типа привязок: Ближайшая точка, Пересечение, Выравнивание и Точка на кривой. Этого вполне достаточно для эффективной работы. Хотя вы, конечно, можете включать любые другие привязки, который посчитаете удобными.

При срабатывании определенной привязки система тонкой пунктирной линией указывает характерную точку привязки, предполагаемую точку вставки курсора (отображается крестиком), а возле указателя мыши всплывает текст с названием типа привязки (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Отображение привязки Выравнивание

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

#### Команды создания геометрических объектов

Все команды, предназначенные для создания различных геометрических объектов на чертеже, объединены на панели инструментов Геометрия (рис. 2.3). По умолчанию эта панель размещается первой на компактной панели.



Рис. 2.3. Панель инструментов Геометрия

Рассмотрим инструментарий, предоставленный разработчиками КОМПАС-График для построения изображения на чертеже. В первой главе было отмечено, что большинство

команд этой панели объединено в группы по своему функциональному назначению. Это облегчает поиск нужной команды и существенно уменьшает габариты панели инструментов. По этой причине будем описывать инструменты, исходя из порядка размещения групп команд и самих команд внутри группы.

Напомню, что на панели всегда отображается кнопка «верхней» команды группы, то есть последней вызванной. Чтобы получить доступ к другим командам, следует щелкнуть кнопкой мыши и удерживать ее на кнопке группы, пока не раскроется панель с другими командами, после чего можно выбрать из них любую.

Начнем с команд группы кнопок, предназначенных для создания точки (точка служит лишь вспомогательным объектом на чертеже).

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

• Точки по кривой – строит определенное количество точек, равномерно размещенных по какой-либо кривой (рис. 2.4).

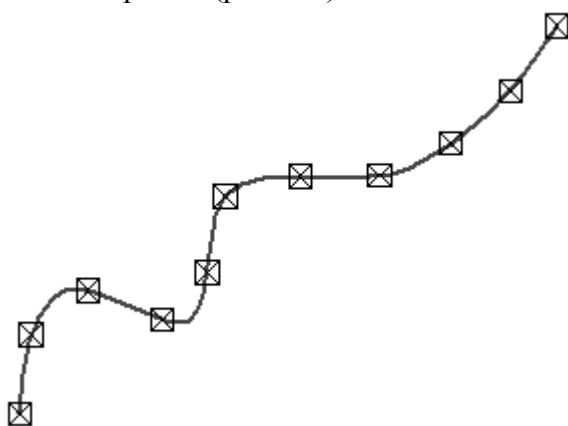


Рис. 2.4. Результат выполнения команды Точки по кривой

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

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

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

Следующая группа команд также предназначена для построения вспомогательной геометрии. Она объединяет команды создания вспомогательных прямых на чертеже. Назначение этих команд очевидно из их названия, поэтому достаточно ограничиться лишь их перечислением:

- Вспомогательная прямая;
- Горизонтальная прямая;
- Вертикальная прямая;
- Параллельная прямая;
- Перпендикулярная прямая;
- Касательная прямая через внешнюю точку;

• Касательная прямая через точку на кривой;

• Прямая, касательная к 2 кривым;

• Биссектриса.

Далее идет группа команд, позволяющих строить отрезки.

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

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

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

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

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

☒ Отрезок, касательный к 2 кривым – создает отрезок (или отрезки), касательный к двум указанным кривым.

Рассмотрим небольшой пример, в котором создадим отрезки с использованием некоторых из приведенных команд.

1. Создайте документ КОМПАС-Чертеж. Для этого вызовите диалоговое окно Новый документ (команда Файл > Создать), на вкладке Новые документы выберите пункт Чертеж и нажмите кнопку OK. По умолчанию должен создаться документ, содержащий стандартный лист машиностроительного чертежа формата А4, а компактная панель и меню примут вид, свойственный графическим документам.

2. Активизируйте панель инструментов Геометрия. Для этого щелкните на одноименной кнопке компактной панели.

3. На панели Геометрия нажмите кнопку Отрезок. Станет активной команда создания отрезка, а на панели свойств появятся элементы управления, отвечающие параметрам этой команды (рис. 2.5).

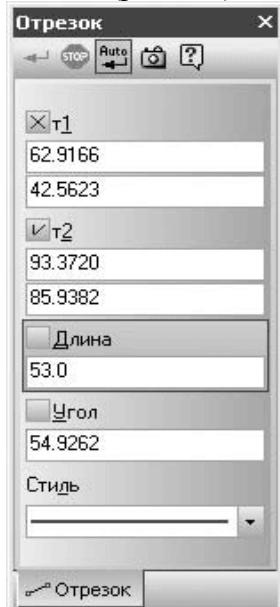


Рис. 2.5. Параметры команды ввода отрезка

4. Один из способов создания отрезка состоит в том, чтобы просто указать две точки. Для этого следует щелкнуть кнопкой мыши в двух произвольных местах документа, задав таким образом начальную и конечную точки отрезка.

5. После фиксации второй точки отрезок будет построен на чертеже, но вы все еще останетесь в режиме ввода отрезка (то есть система еще не завершит команду, а будет ожидать от вас дальнейших действий). Построим еще один отрезок, отталкиваясь от первого. Подведите указатель мыши к концу первого отрезка, при этом должна сработать привязка Ближайшая точка (рис. 2.6). Щелкните кнопкой мыши для фиксации первой точки второго отрезка.



Рис. 2.6. Начало ввода второго отрезка

6. Для построения второго отрезка введите в поле Длина значение 50, а в поле Угол – 0. После нажатия клавиши Enter вы увидите, что на чертеже создан горизонтальный отрезок точно по указанным вами параметрам. Убедитесь, что его начальная точка совпадает с конечной точкой первого отрезка.

7. Для выхода из команды Отрезок можно использовать кнопку Прервать команду или клавишу Esc.

Рассмотрим работу еще одной команды – Касательный отрезок через внешнюю точку. Поскольку в документе пока нет ни одного криволинейного объекта, по касательной к которому мы могли бы построить отрезок, данная команда неактивна. По этой причине начнем с создания такого объекта.

1. Нажмите кнопку Окружность на панели инструментов Геометрия. Щелкните кнопкой мыши в любой точке документа, в которой будет находиться центр создаваемой окружности. Отведите мышь в сторону, «растягивая» окружность, и щелкните кнопкой мыши, зафиксировав значение радиуса, например 30 мм (рис. 2.7).

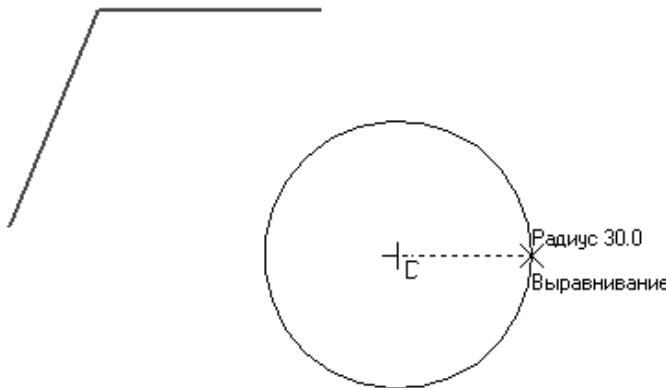


Рис. 2.7. Создание окружности

2. Выберите инструмент Касательный отрезок через внешнюю точку. Обратите внимание, что в строке подсказок внизу окна отобразилась фраза Укажите кривую для построения касательного отрезка. Подведите указатель к построенной окружности (она при этом подсветится красным цветом) и щелкните на ней. После этого необходимо указать начальную точку отрезка. Пусть ею будет конечная точка второго отрезка, созданного до этого на чертеже (рис. 2.8).

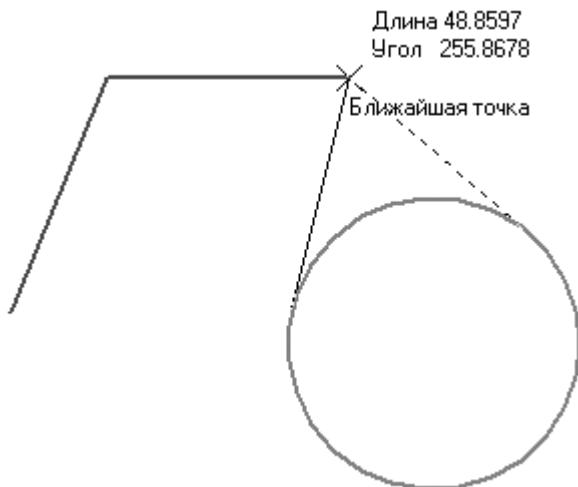


Рис. 2.8. Построение касательного отрезка

Совет

Рекомендую всегда обращать внимание на текст строки подсказок. Это в 99 % случаев поможет вам быстро создать объект, не прибегая к вызову справки. Особенno важно читать подсказку при создании объектов, требующих выполнения последовательных действий (выбор объектов, указание точек, направлений и пр.).

3. Как видите, из указанной точки к окружности можно построить два касательных отрезка. Если сейчас завершить команду, нажав кнопку Создать объект или сочетание клавиш **Ctrl+Enter**, то будет создан отрезок, фантом которого изображен сплошной тонкой линией. Чтобы переключиться на другой вариант касательного отрезка (на рис. 2.8 показан пунктирной линией), нужно воспользоваться кнопками Следующий объект или Предыдущий объект на панели специального управления. Всегда применяйте эти кнопки, если система предлагает несколько вариантов построения одного и того же объекта, отображаемых пунктирной линией.

4. Выбрав второй вариант касательного отрезка и завершив выполнение команды, вы получите изображение на чертеже, подобное приведенному на рис. 2.9.

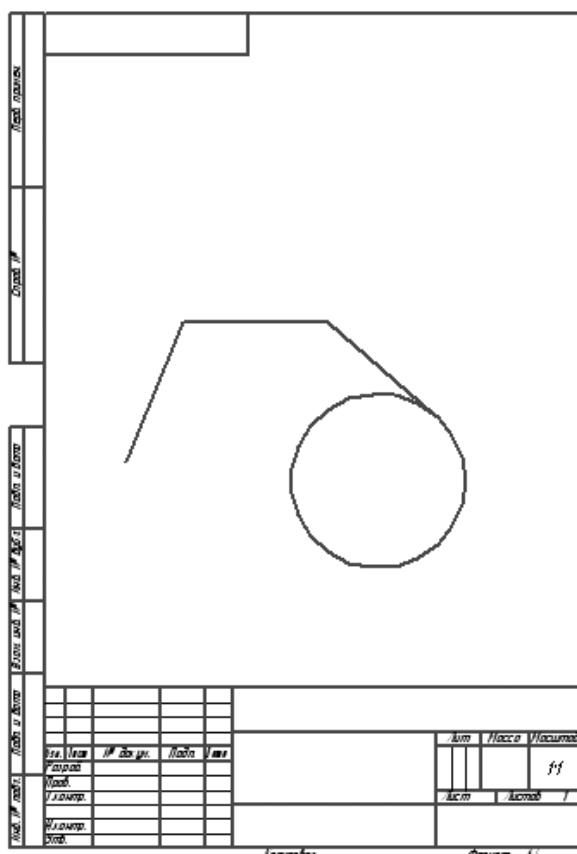


Рис. 2.9. Результат построения

Следующая за отрезками группа команд предназначена для построения окружностей.

Ⓐ Окружность – самая простая и наиболее используемая команда, с которой мы уже познакомились в предыдущем примере. Построение окружности проходит путем указания координат (точки) центра и величины радиуса.

Ⓑ Окружность по 3 точкам – строит окружность через три заданные точки. Точки не должны лежать на одной прямой.

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

Ⓓ Окружность, касательная к 1 кривой,

Ⓔ Окружность, касательная к 2 кривым,

Ⓕ Окружность, касательная к 3 кривым – эти три команды строят касательные окружности к кривым, которые указал пользователь. Как правило, при выполнении каждой из команд система предлагает несколько вариантов создания окружностей (рис. 2.10). Выбрать необходимый можно с помощью кнопок Следующий объект или Предыдущий объект.

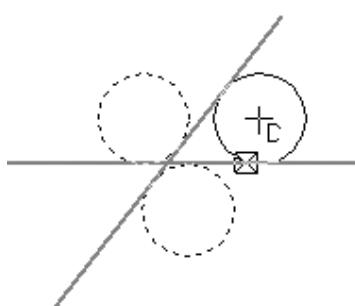


Рис. 2.10. Разные варианты построения при выполнении команды Окружность, касательная к двум кривым

⌚ Окружность по 2 точкам – создает окружность, проходящую через две точки. Другими словами, перемещая указатель мыши после фиксации первой точки, вы изменяете диаметр фантомного изображения окружности.

При построении окружностей с использованием любой приведенной команды вы можете включить автоматическую расстановку осевых линий. Это можно сделать при помощи кнопок-переключателей Без осей/С осьми на панели свойств.

Для создания дуг окружностей в КОМПАС-График предназначены следующие команды.

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

⏜ Дуга по 3 точкам – соединяет три указанные на чертеже точки. Радиус дуги система определяет автоматически. Точки не должны лежать на одной прямой.

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

⏜ Дуга по 2 точкам – служит для создания дуги (полуокружности) по двум точкам.

⏜ Дуга по 2 точкам и углу раствора – для создания такой дуги сначала необходимо ввести значение угла раствора (по умолчанию  $90^\circ$ ), после чего указать начальную и конечную точки дуги. Центр и радиус будут определены автоматически.

При вводе дуги вы можете задавать ее направление (по или против часовой стрелки) при помощи кнопок на панели свойств. Исключение составляет команда Дуга по 3 точкам, где направление дуги однозначно определяется размещением характерных точек.

Редактор КОМПАС-График содержит много команд для создания эллипсов.

Ellipse – позволяет построить эллипс, указав его центр, а также конечные точки его полуосей.

Ellipse по диагонали прямоугольника – вписывает эллипс в габаритный прямоугольник, который задает пользователь путем указания двух точек диагонали (двух противоположных вершин).

Ellipse по центру и вершине прямоугольника – как и предыдущая, эта команда вписывает эллипс в прямоугольник. Отличие состоит в том, что прямоугольник задается указанием его центра и одной из вершин.

Ellipse по центру, середине стороны и вершине параллелограмма – позволяет вписать эллипс в параллелограмм, заданный центром, серединой одной из сторон и вершиной (рис. 2.11).

Длина1 28.6777  
Длина2 10.4923  
Угол 195.9599



Рис. 2.11. Создание эллипса по центру, середине стороны и вершине параллелограмма

Ellipse по 3 вершинам параллелограмма – дает возможность построить эллипс, вписанный в параллелограмм, который задан тремя вершинами (рис. 2.12).

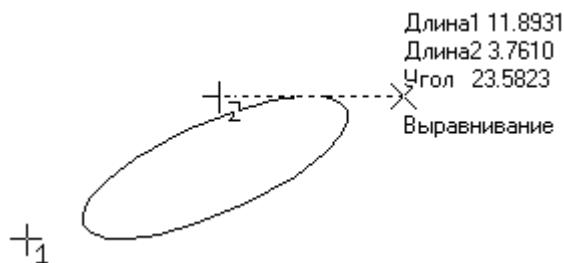


Рис. 2.12. Создание эллипса по трем вершинам описанного параллелограмма

Эллипс по центру и 3 точкам – для создания данного эллипса нужно указать его центр (точку пересечения осей) и три произвольные точки.

Эллипс, касательный к 2 кривым – чтобы выполнить этот эллипс, необходимо указать две кривые, касательно к которым будет строиться эллипс, а также одну произвольную точку, фиксирующую объект (рис. 2.13).

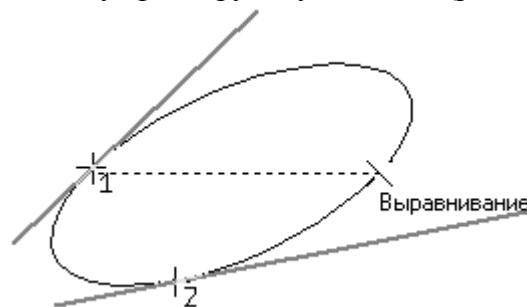


Рис. 2.13. Построение эллипса касательного к двум кривым

Как и при построении окружностей, при создании эллипсов есть возможность включить режим автоматического построения осевых линий.

Следующая функция заслуживает пристального внимания. Команда Непрерывный ввод объектов

предназначена для последовательного ввода отрезков, дуг и сплайнов, причем последняя точка предыдущего объекта автоматически становится первой точкой нового. Элементы управления этой команды (рис. 2.14) дают возможность при каждом новом вводе выбирать тип объекта и способ его создания.

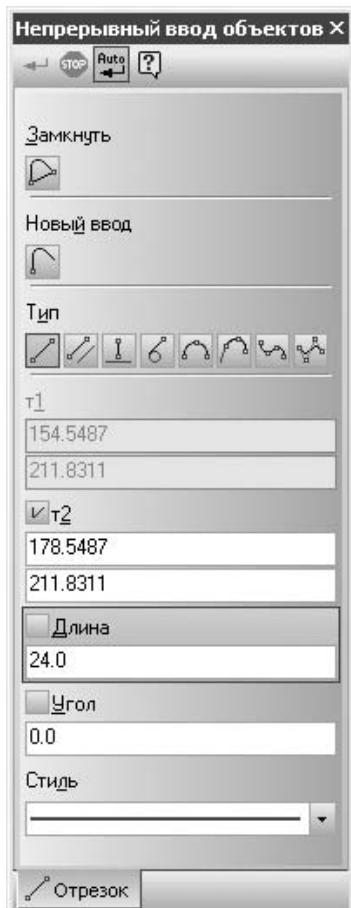


Рис. 2.14. Элементы управления команды Непрерывный ввод объектов

При непрерывном вводе вы можете использовать такие команды:

- Отрезок;
- Параллельный отрезок;
- Перпендикулярный отрезок;
- Касательный отрезок;
- Дуга по 3 точкам;
- Сопряженная дуга – позволяет строить дугу по двум точкам, которая обязательно должна быть касательной к последнему объекту;
- Кривая Безье;
- NURBS-кривая.

Выбрать нужную команду перед вводом очередного объекта можно при помощи кнопок-переключателей группы Тип (см. рис. 2.14).

Рассмотрим работу команды Непрерывный ввод объектов на небольшом примере.

1. Создайте новый документ Чертеж, как это было описано ранее.
2. Нажмите кнопку Непрерывный ввод объектов. По умолчанию будет создаваться отрезок. Не изменяйте ничего, просто начните ввод горизонтального отрезка в любой точке листа чертежа.
3. Зафиксируйте конечную точку отрезка (примем его длину равной 60 мм). В группе кнопок Тип на панели свойств щелкните на кнопке Сопряженная дуга, после чего система должна перейти в режим построения дуги по двум точкам. При этом начальная точка дуги совпадет с конечной точкой отрезка, а сама дуга будет строиться касательной к нему.
4. Используя привязку Выравнивание, растяните дугу так, чтобы ее конечная точка лежала на одной вертикальной линии с начальной, а радиус дуги был равен 30 мм (рис. 2.15). После этого зафиксируйте конечную точку дуги.

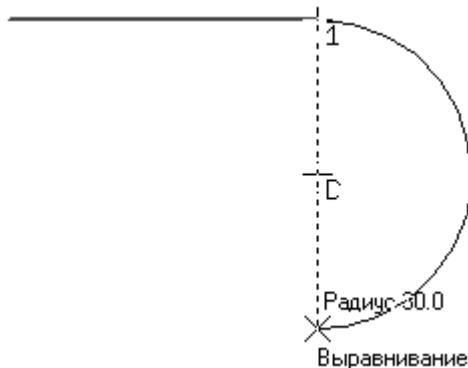


Рис. 2.15. Ввод касательной дуги при включенной команде Непрерывный ввод объектов

5. Опять перейдите в режим построения отрезка, для чего щелкните кнопкой мыши на кнопке Отрезок группы переключателей Тип. Перемещайте указатель мыши влево до тех пор, пока не сработают привязки так, как показано на рис. 2.16. Щелкните в этот момент кнопкой мыши, тем самым вы создадите отрезок с началом в конечной точке дуги и концом в точке фиксации указателя.

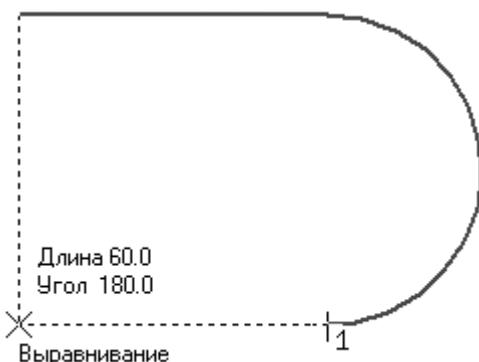


Рис. 2.16. Построение геометрической фигуры путем последовательного ввода графических объектов

6. Для замыкания кривой можно просто щелкнуть кнопкой мыши на начальной точке первого отрезка или нажать кнопку Замкнуть  на панели свойств. После щелчка на кнопке Замкнуть вы можете продолжить вводить объекты, начиная из произвольной точки листа. Если вы замкнули контур простым щелчком кнопкой мыши, то ввод объектов не прекращается (то есть вы продолжаете построение того же объекта с точки, по которой щелкнули). Чтобы принудительно начать ввод из новой точки, следует использовать кнопку Новый ввод .

7. Полученная фигура показана на рис. 2.17. Сохраните этот чертеж под именем Фигура.cdw.

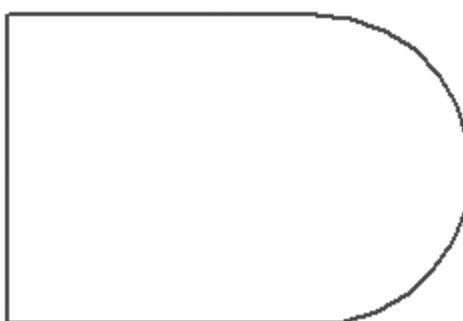


Рис. 2.17. Фигура, построенная при помощи одного вызова команды Непрерывный ввод объектов

Еще одна очень полезная команда – Линия 

Эта команда позволяет строить на чертеже линию, состоящую только из отрезков и дуг кривых, последовательно соединенных друг с другом. Отличительная особенность данной команды – автоматическое определение системой способа создания отрезка или дуги в зависимости от типа базовых объектов, указанных пользователем. Возможны следующие способы построения элементов линии:

- при вводе первого отрезка – параллельно, перпендикулярно или касательно указанному объекту (рис. 2.18, *a*), касательно к одному и параллельно другому объекту (рис. 2.18, *б*), посередине между двумя параллельными прямыми, касательно к двум объектам и на биссектрисе угла;
  - при вводе последующих отрезков – параллельно, перпендикулярно или касательно к базовому объекту;
  - при вводе первой дуги – касательно к объекту (рис. 2.18, *в*) или произвольно;
  - при вводе последующих дуг – касательно к базовому объекту или касательно к нормали предыдущего объекта линии (рис. 2.18, *г*).

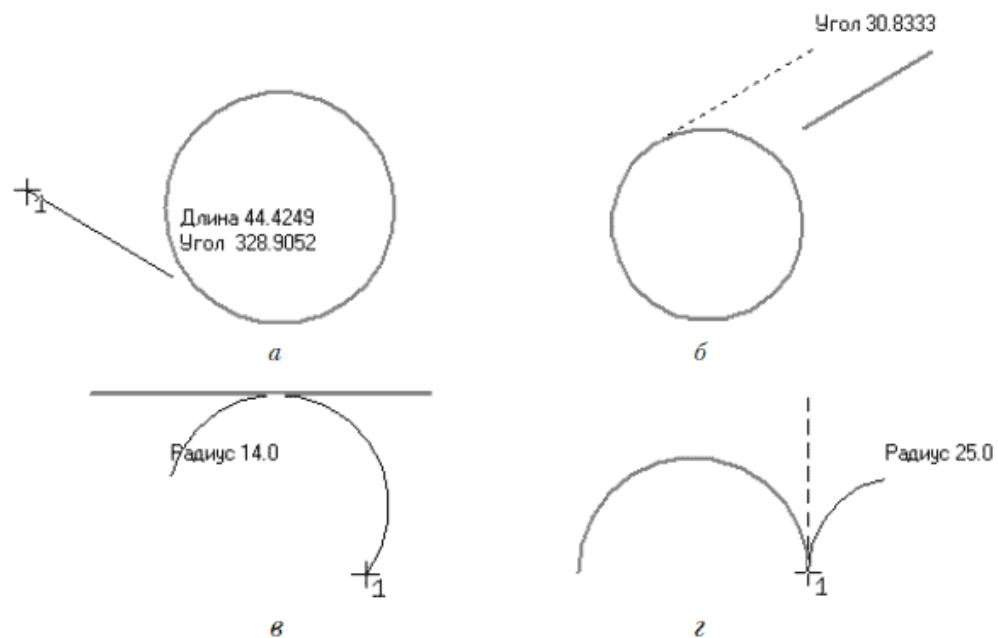


Рис. 2.18. Примеры создания отрезка или дуги, составляющих линию: отрезок касательно к объекту (а), отрезок касательно одному и параллельно другому объекту (б), окружность касательно к объекту (в), окружность касательно к нормали предыдущего объекта (г)

## Примечание

Объект, созданный при нажатых кнопках Непрерывный ввод объектов и Линия, не является единым. При их использовании формируется последовательность отдельных геометрических примитивов, как если бы они создавались по отдельности соответствующими командами.

Следующая группа содержит команды для построения более сложных объектов.

Кривая Безье – служит для построения кривой Безье (рис. 2.19, а) путем ввода или указания координат опорных точек. Опорные точки кривой Безье имеют два отрезка, расположенных на касательной к кривой. Эти отрезки называются направляющими. Длина каждой направляющей задает кривизну следующего или предыдущего сегмента кривой, а угол касательной задает направление, в обе стороны от опорной точки. Для создания кривой необходимо последовательно ввести координаты ее опорных точек. Чтобы за-

вершить построение, обязательно нужно нажать кнопку Создать объект на панели специального управления (если вы просто прекратите выполнение команды, построенная кривая исчезнет). Не выходя из команды, можно изменить кривую, отредактировав ее опорные точки (рис. 2.19, б). Для этого необходимо нажать кнопку Редактировать точки  на панели специального управления и перемещать опорные точки или направляющие.

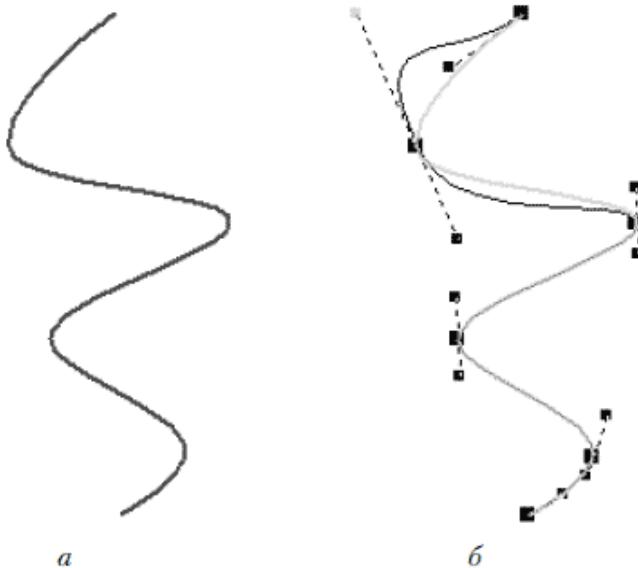


Рис. 2.19. Кривая Безье (а) и редактирование ее опорных точек (б)

 Ломаная – предназначена для построения линии, состоящей из отрезков (полилинии).

 NURBS – с помощью данной команды вы можете создавать NURBS-кривую в графическом документе. *NURBS&кривая* (рис. 2.20) – это нерегулярный рациональный В-сплайн (Non-Uniform Rational B-spline). Характерными параметрами такой кривой являются вес ее опорных точек и порядок кривой. Вес опорной точки NURBS – это величина, определяющая степень влияния данной точки на конфигурацию кривой (чем больше вес – тем ближе к точке кривая). Порядок NURBS-кривой равен количеству степени полиномов, описывающих участки кривой, плюс единица. Значения обоих характерных параметров вы можете вводить в соответствующих полях панели свойств при построении NURBS (рис. 2.21). Для окончательного создания кривой не забывайте нажимать кнопку Создать объект на панели специального управления.

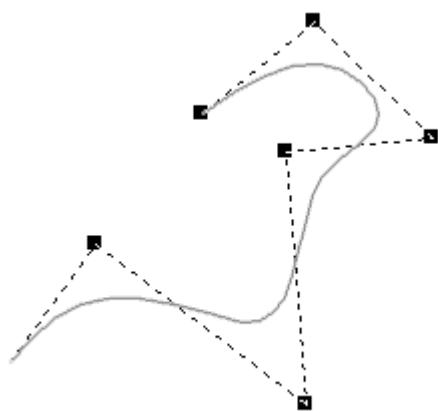


Рис. 2.20. NURBS-кривая

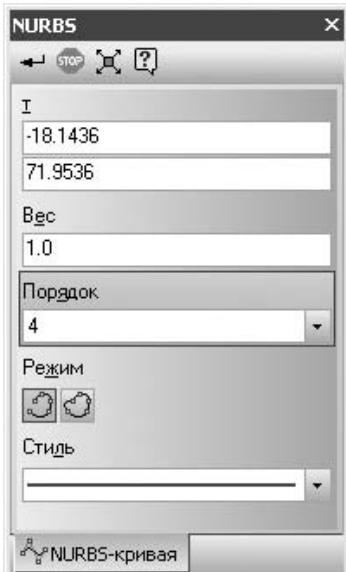


Рис. 2.21. Параметры NURBS-кривой

В настройках любой из трех описанных выше команд при помощи переключателей Режим можно указать, нужно ли замыкать кривую.

#### Примечание

Объект, построенный с помощью кривой Безье, полилинии или NURBS-кривой, является на чертеже одним целым. Это значит, что он выделяется, редактируется и удаляется как единый объект.

Две следующие группы команд очень похожи между собой и служат для создания фасок и сопряжений между пересекающимися объектами.

Команды Фаска и Скругление позволяют создавать соответственно фаску и скругление заданного радиуса между двумя пересекающимися объектами. Фаску можно выполнить, указав два ее катета или один катет и угол наклона. Для построения скругления достаточно определить радиус и два объекта, между которыми должно быть создано скругление.

Команды Фаска на углах объекта и Скругление на углах объекта предназначены для построения однотипных фасок или скруглений с одинаковым радиусом на всех углах объекта (например, на углах полилинии).

Группа кнопок для построения многоугольников содержит следующие команды.

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

Прямоугольник по центру и вершине – предназначена для построения прямоугольника путем указания его центра и вершины. Как и для предыдущей команды, после указания центра прямоугольника можно просто ввести значения его ширины и высоты в соответствующие поля панели свойств. Кроме того, при помощи переключателей Оси можно задать или отключить автоматическую отрисовку осей.

Многоугольник – позволяет создать многоугольник. Для этого нужно указать количество его вершин, способ построения (по описанной или по вписанной окружности), радиус этой окружности, а также точку центра многоугольника.

Следующая команда – Собрать контур – очень полезна при работе в КОМПАС-График. Она позволяет сформировать единый объект (контур) из нескольких примитивов, пересекающихся или соприкасающихся между собой. Рассмотрим пример.

1. Откройте чертеж, выполненный в последнем примере (Фигура.cdw).

2. Щелкните по очереди на каждой линии объекта, чтобы убедиться, что система распознает их как отдельные объекты (на чертеже три отрезка и одна дуга).
3. Щелкните на кнопке Собрать контур.
4. В группе Режим на панели свойств щелкните на кнопке Удалять исходные объекты (рис. 2.22). Это позволит избежать загромождения чертежа ненужными примитивами после их объединения.

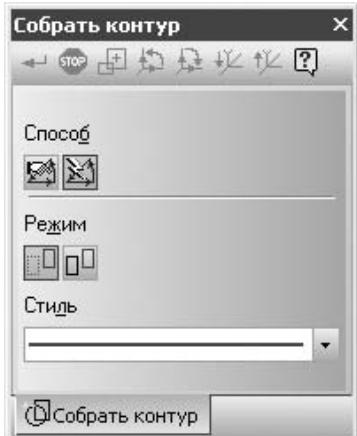


Рис. 2.22. Элементы управления команды Собрать контур

5. Посмотрите на строку подсказок. В ней должна отображаться фраза Укажите точку около первого элемента, включаемого в контур. Выполните требуемое действие. Поскольку существующие геометрические примитивы в документе последовательно соприкасаются (то есть нет узлов, из которых исходили бы две и более линии), больше ничего делать не надо.

6. Завершите выполнение команды.

Щелкнув на контуре кнопкой мыши, вы можете убедиться, что вместо четырех объектов на чертеже у вас получился один (рис. 2.23). Его можно редактировать, перетаскивать, удалять как единый объект.



Рис. 2.23. Контур, собранный из отдельных примитивов

#### Примечание

Чтобы разбить контур на составляющие, нужно выделить необходимый объект и выполнить команду Разрушить контекстного меню или команду Редактор > Разрушить главного меню.

Следующая группа содержит две кнопки:

- Эквидистанта кривой – позволяет построить эквидистанту любой кривой (геометрического объекта);
- Эквидистанта по стрелке – дает возможность построить эквидистанту контура, сформированного обходом пересекающихся объектов по стрелке, то есть контура, указанного пользователем.

Команда Штриховка применяется практически в каждом чертеже. Она позволяет использовать различные типы штриховок (вы можете выбрать стандартную из списка

Стиль или создать собственную), а также заливать цветом замкнутые контуры на чертеже. Если какой-либо контур является незамкнутым и вы не можете определить точку разрыва, то можно вручную указать контур штриховки. Для этого предназначена кнопка Ручное рисование границ на панели специального управления. Обратите внимание, что эта кнопка недоступна в режиме создания эскиза трехмерного документа, так как при создании эскиза не возникает необходимости в штриховке или заливке цветом. Вы также можете также использовать градиентную заливку. Для этого предназначена появившаяся в десятой версии программы команда Заливка (рис. 2.24).

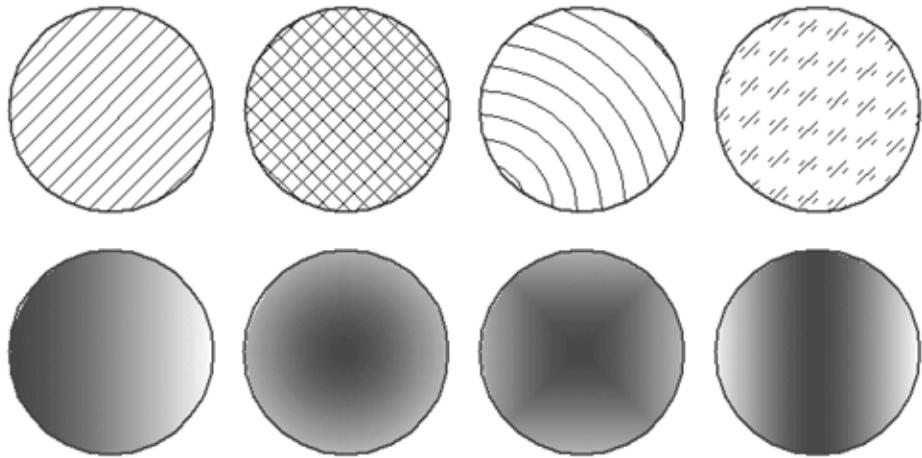


Рис. 2.24. Различные стили штриховок и заливок

Чтобы создать свой стиль штриховки, выполните следующее.

1. Щелкните на кнопке Штриховка. В раскрывающемся списке Стиль выберите последний пункт – Другой стиль.
2. Появится диалоговое окно Выберите текущий стиль штриховки (рис. 2.25). Щелкните на кнопке Библиотеку и загрузите библиотеку стилей штриховок GRAPHIC.LHS. После этого перейдите на вкладку Библиотека, на которой должны отобразиться различные стили штриховок.

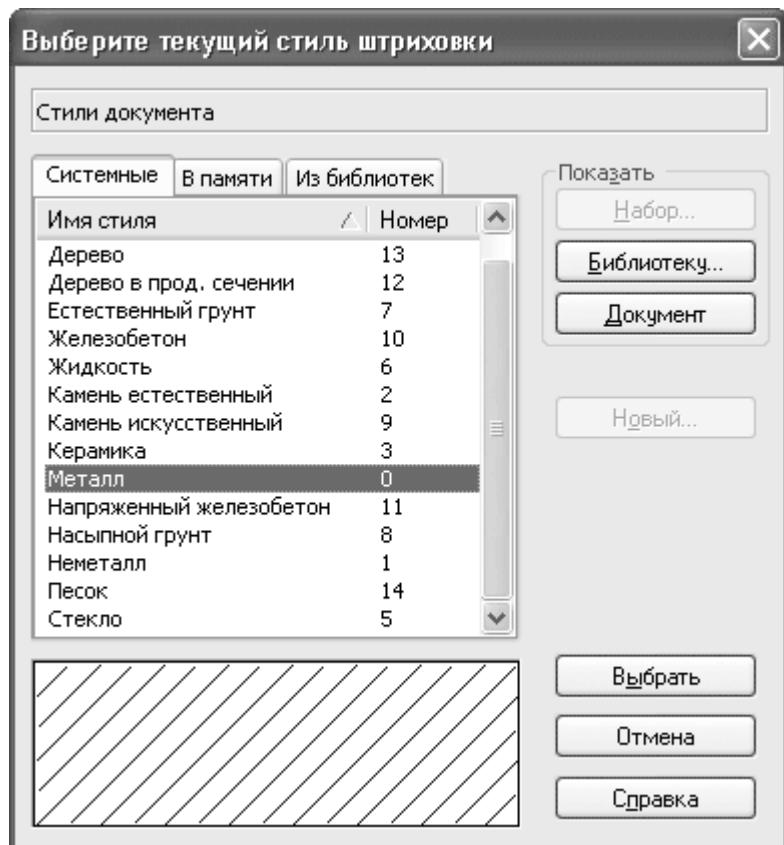


Рис. 2.25. Окно выбора стиля штриховки

3. Выберите любой стиль и щелкните на кнопке Новый. Откроется окно Создание нового стиля штриховки (рис. 2.26), в котором можно настроить или изменить выбранный стиль.

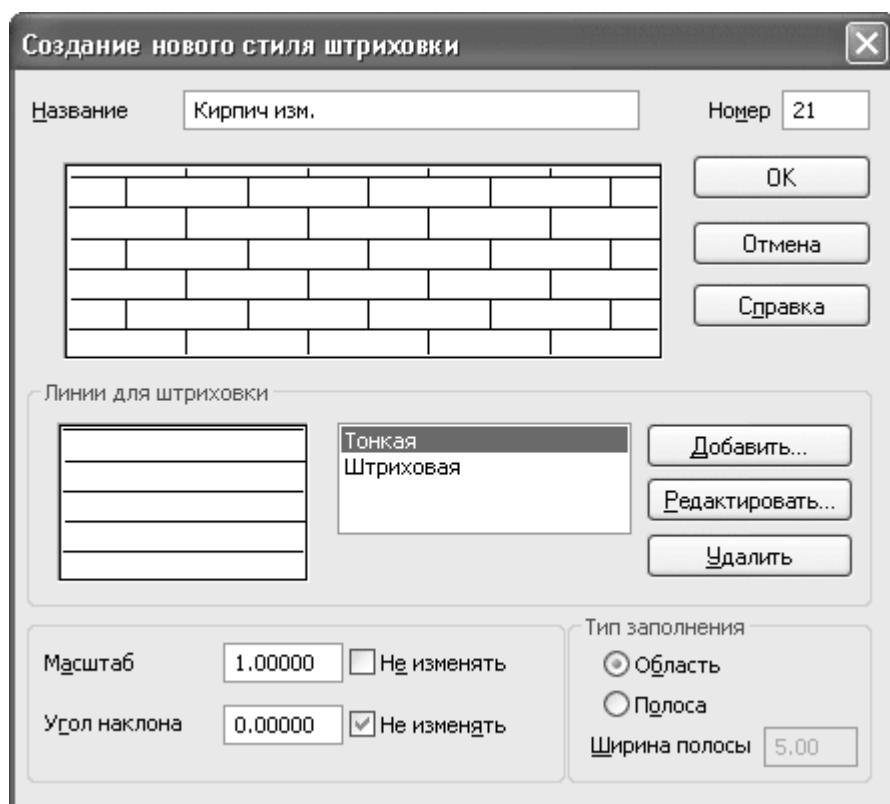


Рис. 2.26. Создание нового стиля штриховки на основе уже существующего

4. Сохранив стиль под новым именем (для этого нужно изменить его название в соответствующем поле и нажать кнопку OK после завершения настроек), вы можете использовать его в своих чертежах.

Последняя кнопка панели инструментов Геометрия, которая называется Спроектировать объект



недоступна при работе с графическим документом, однако она очень важна. Она активируется только при создании или редактировании эскиза в трехмерном документе и позволяет проецировать элементы трехмерной модели (вершины, ребра, грани) на плоскость текущего эскиза. Команда работает следующим образом. После ее вызова вы выделяете мышью различные объекты модели, а они автоматически проецируются на эскиз. Вершины проецируются во вспомогательные точки, ребра – в отрезки, дуги и сплайны, а при выборе грани на плоскости эскиза создаются линии – проекции ребер грани. Эта команда незаменима, когда создаваемый эскиз нужно тем или иным образом привязать к уже существующей геометрии модели.

Если вы внимательно смотрели на рисунки панели свойств для той или иной команды создания графических примитивов, то наверняка обратили внимание на то, что последним всегда размещается раскрывающийся список Стиль (исключение составляют команда Штриховка и команды построения вспомогательной геометрии). В этом списке содержатся стили линий, которые применяются при построении графических объектов. Напомню, что состав данного списка формируется на вкладке Новые документы окна Параметры, в разделе Графический документ > Линии > Фильтр линий. По умолчанию установлен стиль Основная. Если вы изменили стиль линии для объекта, он запоминается и при следующем вызове любой команды будет использоваться по умолчанию. Чтобы запретить системе запоминать стиль линии (то есть всегда предлагать по умолчанию стиль, указанный в фильтре линий), необходимо снять флажок Запоминать последний стиль в окне настройки фильтра.

Как уже говорилось, в версии КОМПАС-3D V8 Plus была введена поддержка международного стандарта ISO для оформления конструкторской документации. В результате в системе значительно расширился набор стилей линий (рис. 2.27).

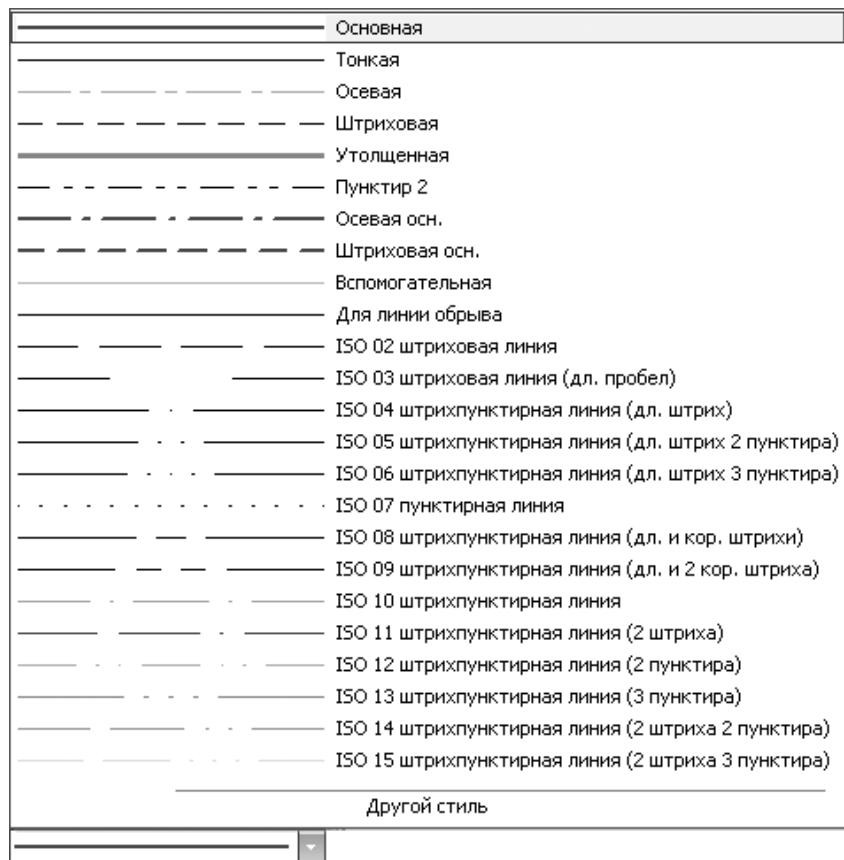


Рис. 2.27. Раскрывающийся список со всеми системными стилями линий

Вы также можете создавать собственные стили линии. Для этого сделайте следующее.

1. После вызова команды создания какого-либо геометрического объекта раскройте список Стиль и выберите пункт Другой стиль.
2. В появившемся окне выбора стиля линии перейдите на вкладку В памяти.
3. Щелкните на кнопке Новый. Перед вами должно появиться окно Создание нового стиля кривой (рис. 2.28), которое содержит параметры для создания собственного стиля линии: прототипа для стиля, тип кривой, параметры штрихов и промежутков, цвета линии и пр.

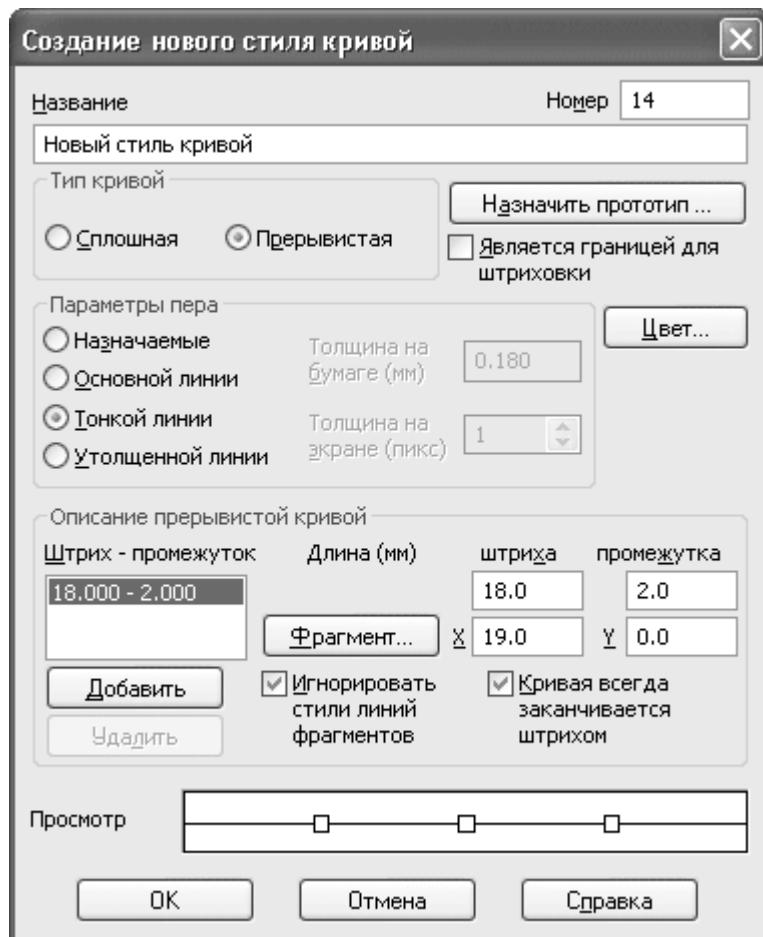


Рис. 2.28. Создание нового стиля линии

4. Присвойте имя стилю (введите его в поле Название) и нажмите OK.

#### Редактирование геометрических объектов

В системе КОМПАС редактировать все графические объекты (включая и библиотечные) можно тремя способами:

- использовать режим редактирования (для этого нужно дважды щелкнуть кнопкой мыши на объекте);
- при помощи характерных точек (для этого следует щелкнуть на объекте кнопкой мыши один раз);
- с применением специальных команд редактирования.

После двойного щелчка на объекте система запускает команду, при помощи которой этот объект создавался (для библиотечных элементов – вызывает соответствующую команду библиотеки с диалоговым окном, если это необходимо). При этом все элементы управления содержат параметры запущенного на редактирование объекта (координаты характерных точек, стиль линии и др.). Значения данных параметров можно изменять. Чтобы принять все изменения, нужно нажать кнопку Создать объект.

Создайте какой-либо простой объект на чертеже (например, отрезок или окружность), потом щелкните на нем дважды. На панели свойств сразу появятся элементы управления, свойственные соответствующему объекту. Измените координаты какой-либо точки отрезка или центра окружности и завершите редактирование (кнопка Создать объект или сочетание клавиш **Ctrl+Enter**). Убедитесь, что внесенные изменения отобразились на чертеже.

#### Примечание

Для макрообъектов, созданных пользователем, а также графических объектов, полученных в результате применения команды Собрать контур, при двойном щелчке не выполняется переход в режим редактирования.

Однако каждый раз запускать на редактирование весь объект, если необходимо изменить лишь один параметр, согласитесь, не совсем удобно. Кроме того, при редактировании объекта хотелось бы иметь возможность применять привязки. Однако режим редактирования, в который можно перейти, дважды щелкнув на объекте, не предоставляет возможности использовать привязки. По этой причине для повышения удобства редактирования чертежей в системе КОМПАС есть еще один режим редактирования, в который можно перейти, один раз щелкнув кнопкой мыши.

Такой режим редактирования (его также можно назвать редактированием при помощи характерных точек) можно использовать для всех графических объектов КОМПАС-График (в том числе для размеров, обозначений и пр.), за исключением пользовательских макроэлементов. Принцип редактирования основан на изменении формы, конфигурации, размещения или ориентации объекта путем перетаскивания его характерных точек. Характерные точки графических объектов (начало и конец отрезка, опорные точки кривой Безье и т. п.), как правило, дублируют точки, координаты которых задавал пользователь, создавая объект. При перетаскивании характерных точек вы можете применять как глобальные, так и локальные привязки.

Чтобы войти в режим редактирования характерных точек, необходимо один раз щелкнуть на объекте. При этом объект выделится (подсветится), а характерные точки отобразятся маленькими черными квадратами. Изменить положение характерной точки просто. Для этого подведите указатель к черному квадрату, а когда он примет форму четырехнаправленной стрелки, нажмите кнопку мыши и перетаскивайте точку. Следом будет изменяться и форма, размещение или ориентация объекта (в зависимости от назначения точки). После завершения редактирования просто отпустите кнопку мыши.

Рассмотрим все описанное на примере.

1. Создайте документ КОМПАС-Чертеж.
2. Нажмите кнопку Непрерывный ввод объектов и постройте квадрат без верхней стороны (с длиной стороны 50 мм), а также отрезок, произвольно размещененный на чертеже (рис. 2.29).



Рис. 2.29. Результат построения

3. Представьте, что вам нужно разместить отрезок так, чтобы на чертеже получился правильный квадрат. Выделите отрезок, один раз щелкнув на нем кнопкой мыши. Отрезок подсветится зеленым цветом, а на его концах появятся характерные точки (рис. 2.30). У отрезка только две характерные точки – начальная и конечная.

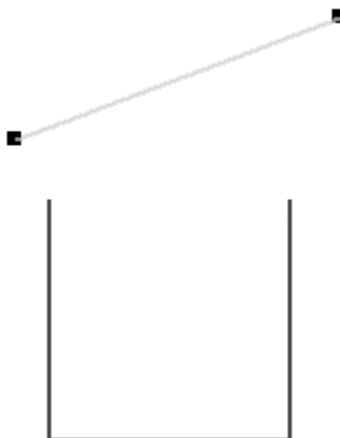


Рис. 2.30. Выделение отрезка

4. Подведите указатель к первой характерной точке, нажмите кнопку мыши и перетащите точку к одному из свободных концов незамкнутой фигуры таким образом, чтобы сработала привязка Ближайшая точка. Отпустите кнопку мыши.

5. Аналогично перетащите вторую точку отрезка. В результате у вас должен получиться квадрат.

Попробуйте самостоятельно создать и отредактировать путем изменения характерных точек окружность, кривую Безье, полилинию и многоугольник.

Очень часто для удобного и быстрого редактирования не хватает возможностей, предоставляемых описанными выше способами (попробуйте, например, создать эллиптическую дугу, редактируя только названными выше способами любые геометрические объекты КОМПАС-График). По этой причине основным способом редактирования считается использование специальных команд, которые находятся на панели инструментов Редактирование (рис. 2.31).



Рис. 2.31. Панель Редактирование

Чтобы активизировать эту панель, нужно нажать кнопку Редактирование  на компактной панели инструментов. Панель Редактирование содержит как отдельные кнопки, так и группы кнопок, объединяющих однотипные операции редактирования. Рассмотрим главные из них.

Первая группа команд предназначена для перемещения графических объектов на чертеже.

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

 Сдвиг по углу и расстоянию – позволяет перемещать выделенные объекты или группы объектов на определенную величину и в определенном направлении (то есть пропадает необходимость указания точки привязки и точки нового размещения изображения – величина и угол смещения задаются в соответствующих полях панели свойств).

Применение почти всех команд редактирования мы рассмотрим на одном большом примере. Начнем с того, что подготовим документ КОМПАС-Чертеж, в котором создадим три горизонтальных отрезка, а также изображение болта (рисунок может быть произвольным, поскольку точные размеры для нас сейчас не важны). Разместите их так, как показано на рис. 2.32.

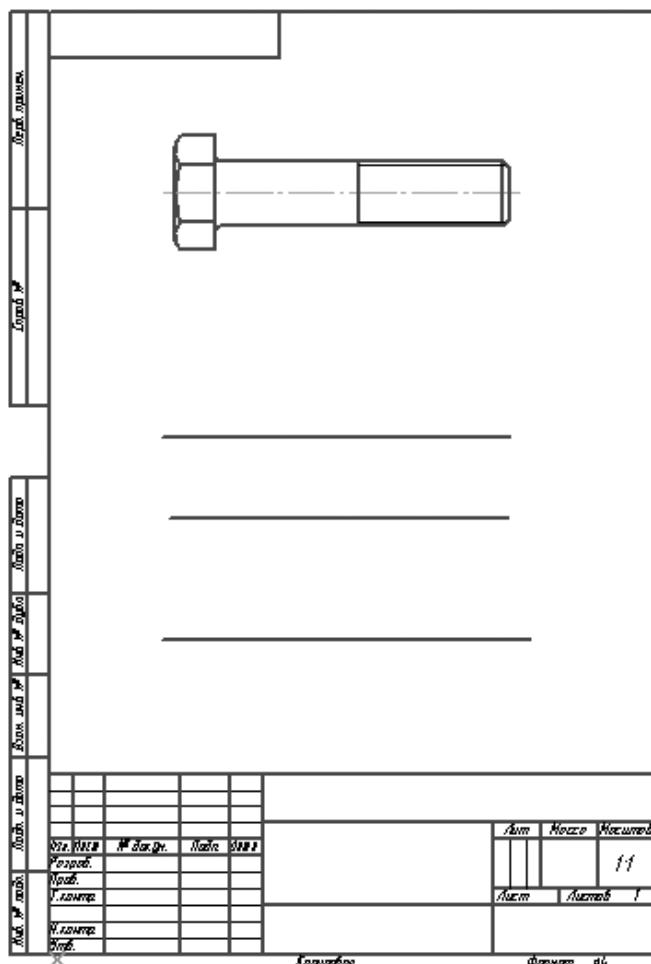


Рис. 2.32. Подготовка изображения к редактированию

Обратите внимание на то, что изображение болта на рис. 2.32 не является библиотечным элементом! Это лишь набор графических примитивов. Однако если вам пока еще трудно самостоятельно нарисовать болт, вы можете использовать изображение этого крепежного элемента из библиотеки. Для этого откройте менеджер библиотек, перейдите в категорию Машиностроение, затем в категорию Конструкторская библиотека, там откроите папку БОЛТЫ, потом БОЛТЫ НОРМАЛЬНЫЕ и дважды щелкните на объекте Болт ГОСТ 7798—70. В появившемся окне настройки выбранного объекта нажмите ОК и разместите элемент на чертеже. Выделите вставленный болт и выполните команду контекстного меню Разрушить, чтобы разбить библиотечный макроэлемент на составляющие (для примера, иллюстрирующего редактирование, нам требуется просто набор графических примитивов). Если у вас возникнут какие-нибудь затруднения, можете открыть файл Заготовка.cdw, находящийся в папке примеров для второй главы.

Редактирование начнем с перемещения изображения болта. Поскольку болт состоит из множества графических объектов, перед редактированием их необходимо выделить. Специальные команды для выделения представлены на панели Выделение (рис. 2.33), но чаще всего объекты на чертеже выделяются щелчком кнопкой мыши или при помощи рамки выделения (если необходимо выделить сразу несколько объектов).



Рис. 2.33. Панель инструментов Выделение

Если вы, удерживая нажатой левую кнопку мыши, перемещаете указатель справа налево, то формируется секущая рамка выделения; если слева направо – обычная. Отли-

чие секущей рамки заключается в том, что после отпускания кнопки мыши выделяются все объекты, даже те, часть которых попала в рамку, тогда как при использовании обычной рамки выделяются лишь те объекты, которые полностью попали в рамку.

Таким образом, выделите все объекты, составляющие изображение болта, с помощью рамки. Поскольку болт является полностью заключенным изображением, а также учитывая то, что нам не раз придется применять по отношению к нему различные команды редактирования, я советую сформировать пользовательский макрообъект из примитивов, входящих в него. Для этого выполните команду Сервис > Объединить в макроэлемент главного меню или команду Объединить в макроэлемент контекстного меню, которое появляется при щелчке правой кнопкой мыши на выделенной группе объектов. Убедитесь, что система распознает выделенную группу объектов как единое целое – один геометрический объект. Выделять, удалять, перемещать и производить любые другие действия с ним можно как с обычным простым графическим объектом (например, отрезком, окружностью и т. п.). Единственным недостатком пользовательского макроэлемента по сравнению с библиотечным является отсутствие характерных точек для быстрого редактирования.

Теперь перейдем к редактированию.

1. Выделите сформированный макроэлемент, щелкнув на нем кнопкой мыши.
2. Нажмите кнопку Сдвиг на панели Редактирование. Укажите базовую точку для сдвига, в качестве которой выберите точку пересечения оси болта с основанием его головки. Подведите указатель к требуемой точке и, когда сработает привязка Ближайшая точка, щелкните кнопкой мыши. Изображение болта перейдет в фантомное и «приклейтесь» к указателю мыши в базовой точке.
3. После этого вы можете перемещать выбранный объект в пределах документа. Чтобы зафиксировать объект в новом месте, просто щелкните там кнопкой мыши. Система удалит фантом и разместит изображение на чертеже, совместив указанную базовую точку с точкой, в которой вы щелкнули на чертеже.

В нашем примере достаточно опустить болт по вертикали вниз до пересечения с первым отрезком (рис. 2.34).

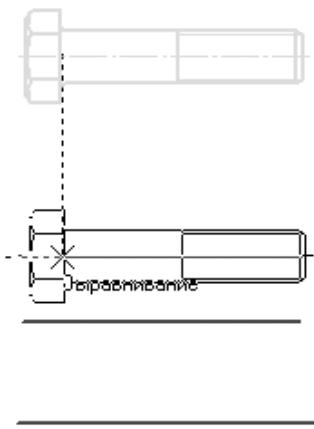


Рис. 2.34. Перемещение (сдвиг) объекта

4. Завершите выполнение команды.

**Примечание**

Перемещать графические объекты можно и без применения команды Сдвиг. Выделенный объект можно просто перетаскивать мышью, однако в этом случае вы не сможете привязаться к конкретной точке изображения, следовательно, не сможете точно позиционировать перемещаемый объект.

Следующая команда – Поворот – позволяет повернуть выбранные элементы чертежа или фрагмента вокруг определенной точки. Рассмотрим действие команды на примере.

1. Выделите изображение болта, щелкнув на нем кнопкой мыши (если оно не осталось выделенным после операции сдвига).
2. Щелкните на кнопке Поворот на панели Редактирование. Укажите точку центра поворота. В нашем случае она совпадет с базовой точкой при сдвиге.
3. Укажите вторую точку, перемещая которую, вы будете задавать угол поворота изображения. Это может быть любая точка, как изображения, так и документа вообще. Но для удобства позиционирования ее лучше разместить на оси болта.
4. Передвигайте указатель мыши вниз. Вы увидите, как изображение (фантом) поворачивается относительно первой указанной точки. Выровняйте вторую точку по вертикали с первой и зафиксируйте изображение, щелкнув кнопкой мыши (рис. 2.35).

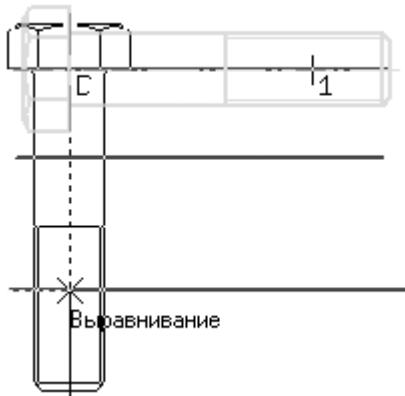


Рис. 2.35. Поворот объекта

##### 5. Завершите выполнение команды.

После указания точки поворота можно было поступить немного по-другому. В поле Угол панели свойств ввести значение  $-90$  и нажать кнопку Создать объект. Результат был бы тем же. Таким образом, если вы точно знаете, на какой угол нужно повернуть изображение, лучше задать этот угол в поле на панели свойств.

Команда Масштабирование служит для увеличения или уменьшения изображения на чертеже. Для этого необходимо указать точку масштабирования и масштаб увеличения изображения по осям  $X$  и  $Y$  (если масштаб меньше единицы, то изображение уменьшается). Масштаб по обеим осям может отличаться, за исключением случаев, когда в масштабируемом изображении присутствуют дуги или масштабируется весь вид целиком. В таких случаях масштаб по оси  $Y$  принимается равным масштабу по оси  $X$ , а поле Масштаб $Y$  на панели свойств становится недоступным.

Команда Симметрия позволяет получить симметричное, относительно произвольной прямой, изображение выбранного объекта.

Продолжим работу над нашим примером.

1. Снова выделите изображение болта.
2. Нажмите кнопку Симметрия на панели Редактирование. Укажите две точки прямой, относительно которой нужно получить симметричное изображение (прямая отрисовывается пунктиром). Пусть, например, это будет вертикальная прямая, немного смещенная вправо от отображаемого болта (рис. 2.36).

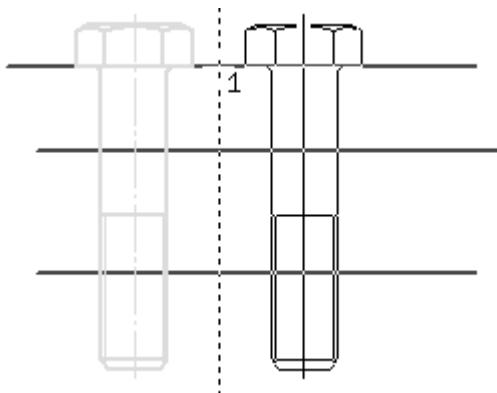


Рис. 2.36. Создание симметричного изображения

3. Завершите выполнение команды.

Следующая группа команд предназначена для копирования выделенных объектов документа.

▣ Копирование – позволяет копировать выделенные объекты чертежа или фрагмента. Копирование осуществляется указанием базовой точки, с последующим заданием точки размещения копии или путем определения смещения по осям относительно базовой. За один вызов команды можно сделать сколько угодно копий выделенных объектов.

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

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

▣ Копия по концентрической сетке – копии объекта располагаются в узлах концентрической сетки (то есть по концентрическим окружностям).

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

Создадим еще один болт, применяя команду Копирование.

1. Выделите щелчком кнопкой мыши правый болт.

2. Нажмите кнопку Копирование на панели Редактирование. Укажите точку привязки для копируемого объекта. В качестве этой точки примем точку пересечения оси болта с основой головки левого болта.

3. После указания базовой точки переместите указатель вправо, совместив его с точкой пересечения оси и основания головки копируемого болта (рис. 2.37). При этом фантом копии окажется на таком же расстоянии от оригинала, что и левый болт. Зафиксируйте копию.

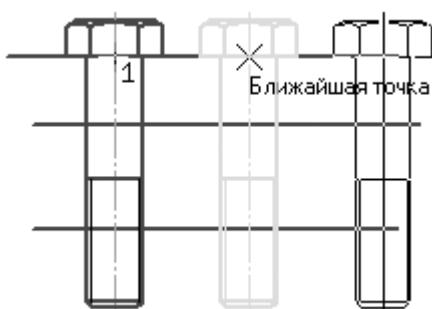


Рис. 2.37. Копирование объектов

4. Завершите выполнение команды.

Далее идет группа инструментов, позволяющих деформировать объекты графических документов.

▣ Деформация сдвигом – позволяет редактировать часть (область) фрагмента или чертежа, растягивая или смещая ее относительно базовой точки.

▣ Деформация поворотом – деформирует часть графического документа, поворачивая ее относительно базовой точки.

▣ Деформация масштабированием – увеличивает или уменьшает указанную область изображения чертежа или фрагмента.

Следующая группа содержит кнопки, предназначенные для удаления участков кривой.

▣ Усечь кривую – одна из самых нужных команд редактирования. Удаляет часть кривой между точками ее пересечения с другими кривыми. Если вы щелкнули на участке кривой, имеющей лишь одно пересечение с другим объектом, то удаляется весь участок до пересечения. Если кривая не имеет пересечений с окружающими объектами, то она удаляется полностью. Возможен также другой режим работы этой команды, когда указанный участок остается на чертеже, а удаляется вся оставшаяся кривая. Переключение режимов осуществляется при помощи кнопок в группе Режим на панели свойств.

▣ Усечь кривую 2 точками – удаляет часть кривой между двумя точками, указанными пользователем.

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

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

▣ Удалить фаску/скругление – удаляет указанные фаску или скругление.

Попробуем удалить ненужные фрагменты кривых в нашем примере.

1. Нажмите кнопку Усечь кривую на панели Редактирование.
2. По очереди щелкайте кнопкой мыши на тех участках кривой, которые должны быть удалены с чертежа. В результате у вас должно получиться что-то похожее на рис. 2.38. Если вы удалили не тот участок, то можете отменить удаление, выполнив команду Редактор > Отменить или нажав сочетание клавиш **Ctrl+Z**.

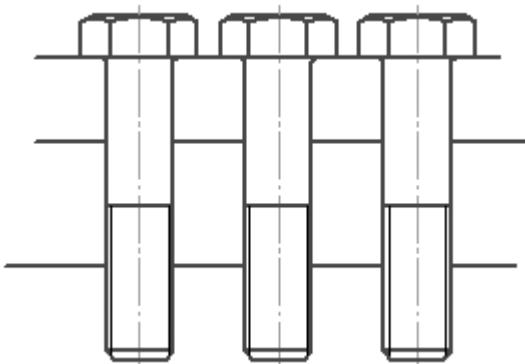


Рис. 2.38. Изображение после удаления лишних кривых

3. Завершите выполнение команды.

Добавив две кривых Безье, выполненных стилем Для линии обрыва, а также штриховку, вы получите болтовое соединение двух деталей, правда, без шайб и гаек (рис. 2.39).

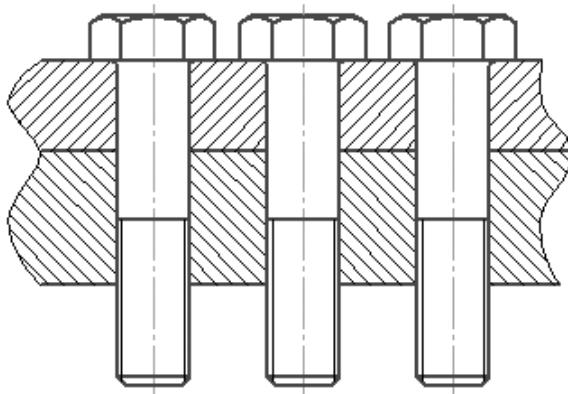


Рис. 2.39. Финальное изображение на чертеже

Две следующих команды – Разбить кривую

и Разбить кривую на N частей

– позволяют разбить геометрический объект на несколько частей (на две произвольные части или на некоторое количество равных по длине частей соответственно).

Команда Очистить область предназначена для удаления всех объектов внутри или снаружи некоторой замкнутой области (полилинии, окружности, многоугольника и т. п.).

Последняя команда на панели Редактирование – Преобразовать в NURBS Она преобразовывает в NURBS-кривую любой указанный объект на чертеже. На первый взгляд в этой функции нет ничего необычного. Рассмотрим ее применение на таком примере. Представьте, что на чертеже необходимо зеркально отобразить текст, например, фразы «КОМПАС-3D V10». Попробуйте выполнить эту задачу самостоятельно, без применения команды Преобразовать в NURBS. Уверен, у вас ничего не получится!

На самом деле это просто сделать. Создайте новый чертеж. Используя команду Ввод текста на панели инструментов Обозначения, введите текст КОМПАС-3D V10. Нажмите кнопку Преобразовать в NURBS на панели инструментов Редактирование и щелкните на созданном тексте. Теперь вместо объекта текст вы имеете набор кривых, которые можно редактировать. Выделите всю надпись, состоящую из NURBS-кривых, и нажмите кнопку Симметрия. Укажите две точки прямой, относительно которой желаете зеркально отобразить надпись. Полученное изображение на чертеже будет приблизительно таким, как показано на рис. 2.40.



Рис. 2.40. Зеркально отобразить текст можно после его преобразования в NURBS-кривые

#### Примечание

Команды редактирования недоступны, если в документе нет ни одного графического объекта. Если в документе ни один объект не выделен, то остаются неактивными кнопки команд Сдвиг, Сдвиг по углу и расстоянию, Поворот, Масштабирование, Симметрия, Копирование, Копия по кривой, Копия по окружности, Копия по концентрической сетке и Копия по сетке.

В завершение этого раздела хочу рассказать о еще одной немаловажной возможности. Очень часто при редактировании чертежей приходится изменять стиль линий. Вызы-

вать настройки для каждого объекта, щелкая на нем дважды кнопкой мыши, долго и неудобно. В КОМПАС-График есть средство для одновременного изменения стиля нескольких выделенных объектов – команда Изменить стиль контекстного меню. Она вызывает окно Изменение стилей выделенных объектов (рис. 2.41), в котором вы можете назначить любой новый стиль группе объектов, для которых вызывалось контекстное меню.



Рис. 2.41. Окно Изменение стилей выделенных объектов

Если в раскрывающемся списке в области Чем заменять нет нужного стиля линии, нажмите кнопку >>, после чего появится окно Выберите текущий стиль (рис. 2.42), в котором вы можете выбрать любой из имеющихся в системе стилей или создать свой.

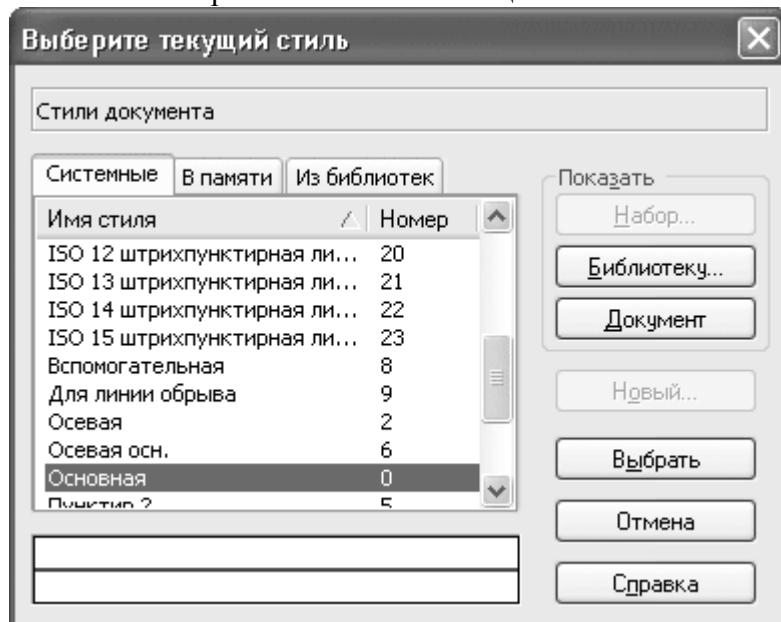


Рис. 2.42. Окно Выберите текущий стиль

Изменение стилей сразу для нескольких объектов возможно только для графических примитивов, но не для текста, обозначений и прочих элементов чертежа.

## 1.2 Лабораторная работа №2 (1 час).

**Тема: «Размеры и обозначения. Создание деталировочного чертежа зубчатого колеса».**

**1.2.1 Цель работы:** Освоить методику построения размеров редактирования размерных

### 1.2.2 Задачи работы:

1. Изучение набора средств для создания размеров и различных знаков обозначений.

1.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).

2. Программа КОМПАС-3D

1.2.4 Описание (ход) работы:

#### Размеры и обозначения

Ни один чертеж не может считаться полноценным, если в нем нет размеров и различных обозначений (знаков шероховатостей, баз, отклонений, линий выносок и пр.), предусмотренных стандартами. Система КОМПАС-График содержит большой набор средств для создания размеров и различных знаков обозначений.

Построение размеров и редактирование размерных надписей

Кнопки для вызова команд простановки размеров собраны на панели инструментов Размеры (рис. 2.43). Эту панель можно вызвать, щелкнув на одноименной кнопке переключения компактной панели.



Рис. 2.43. Панель Размеры

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

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

 **Линейный размер** – предназначен для простановки линейного размера на чертеже. Создание размера состоит из последовательного указания трех точек: две первые определяют собственно величину размера, а третья указывает (фиксирует) местоположение размерной линии на чертеже. В отдельных случаях трудно задать точки, определяющие величину размера. При этом лучше указать сам прямолинейный объект, чтобы система самостоятельно определила его габариты. Это можно сделать, нажав кнопку Выбор базового объекта

 на панели специального управления. Кроме команды Линейный размер в этой же группе находятся другие команды, реализующие частные случаи построения линейных размеров (Линейный от общей базы, Линейный цепной и пр.). Эти команды используются значительно реже.

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

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

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

🖼 Размер дуги окружности – предназначен для построения размера, показывающего длину дуги окружности (рис. 2.44).

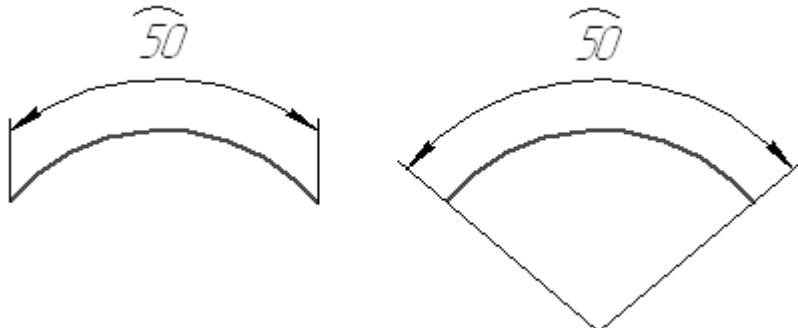


Рис. 2.44. Варианты отрисовки размеров дуги окружности

蚪 Размер высоты – позволяет создавать ряд размеров, обозначающих отметки высоты (рис. 2.45).

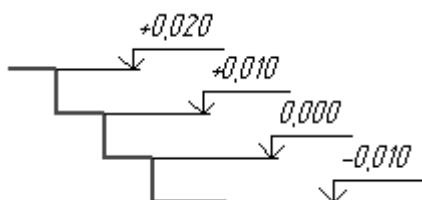


Рис. 2.45. Размер высоты

При вводе размера любого типа вы можете управлять различными настройками их отображения. Их можно изменять на вкладке Параметры панели свойств (рис. 2.46).

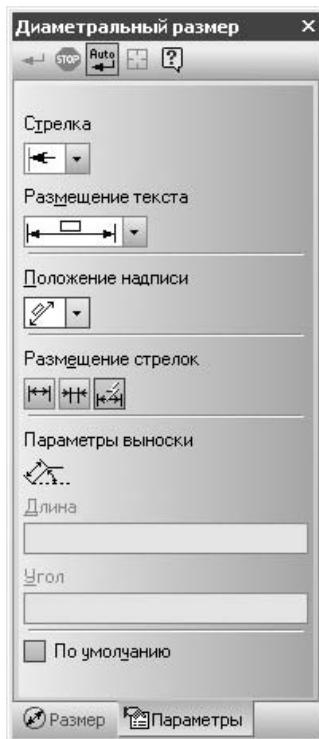


Рис. 2.46. Параметры отображения размера (на примере команды Диаметральный размер)

Доступны следующие параметры отображения размера и размерной надписи (приведены типовые параметры для всех разновидностей размеров):

- выбор типа стрелки на концах размерной линии (раскрывающийся список Стрелка):

— стрелка; — засечка; — вспомогательная точка; — без стрелки;

- выбор способа размещения текста размерной надписи и линии выноски (раскрывающийся список Размещение текста):

— автоматическое (текст размещается посередине размерной линии);

— ручное (размещение текста размера определяется пользователем);

— на полке, влево;

— на полке, вправо;

— на полке, вверх;

— на полке, вниз;

- настройка положения надписи (раскрывающийся список Положение надписи):

— параллельно, над линией;

— параллельно, в разрыве линии;

— горизонтально, в разрыве линии.

Кроме того, можно задать размещение стрелок (внутри или снаружи выносных линий) при помощи группы команд Размещение стрелок. По умолчанию включено авторазмещение стрелок, при котором система самостоятельно располагает стрелки снаружи при слишкомом размещении выносных линий (малом значении номинала размера).

Очень хорошие возможности КОМПАС-График предлагает для оформления текстовой надписи (простановки различных знаков, квалитетов, отклонений и пр.). Все элементы оформления настраиваются в окне Задание размерной надписи (рис. 2.47), для вызова которого следует щелкнуть на поле Размерная надпись вкладки Размер настроек любого размера.

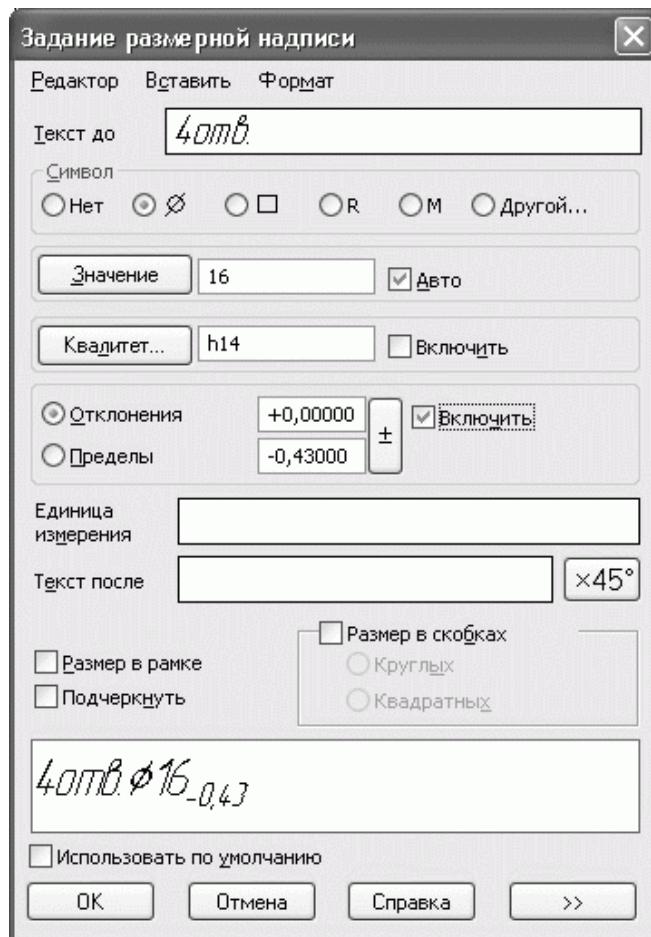


Рис. 2.47. Диалоговое окно Задание размерной надписи

В этом окне можно ввести текст и символ, которые разместятся до значения размера, а также текст после размера (например,  ${}^{\circ}45$ ). Вы также можете вводить значение размера, согласованное со стандартным рядом (Ra5, Ra10, Ra20 или Ra40), или включить автоматическое определение размера указанного объекта (флажок Авто). Данное окно также содержит элементы управления для настройки квалитета и отклонений, отображаемых в размерной надписи, причем значения отклонений автоматически согласовываются с выбранным квалитетом. Выбор квалитета производится в окне Выбор квалитета, которое появляется при щелчке на кнопке Квалитет. Это избавляет вас от долгого поиска в справочнике нужного квалитета для отверстия или вала, а также значений отклонений, соответствующих ему. В текстовом поле в нижней части окна Задание размерной надписи отображается размерная надпись, которая является результатом сделанных настроек. Установив флажок Использовать по умолчанию, вы можете сохранить настройки (символ, квалитет, значение), и они будут применяться при последующих вызовах этого окна.

Применение различных команд нанесения размеров будет рассмотрено на примере в конце главы. Сейчас я приведу небольшой, но очень ценный практический пример, показывающий создание наклонного линейного размера (рис. 2.48). Такие размеры часто используются в строительных чертежах.

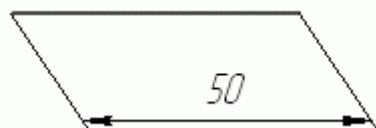


Рис. 2.48. Наклонный размер

1. Создайте новый чертеж и постройте в нем какой-либо прямолинейный объект, например отрезок произвольной длины.

2. Нажмите кнопку Линейный размер на панели инструментов Размеры.  
3. Отключите режим автосоздания размера, то есть режим завершения построения после последнего щелчка кнопкой мыши. Для этого, если кнопка Автосоздание объекта  на панели специального управления нажата, то щелкните на ней (если данная кнопка не нажата, ничего делать не нужно).

4. Укажите точки размера по краям отрезка или сам отрезок в качестве базового объекта для построения размера (во втором случае предварительно нужно нажать кнопку Выбор базового объекта).

5. В группе кнопок Тип нажмите кнопку Параллельно объекту 

6. После фиксации размерной линии нажмите кнопку Наклонить размер  на панели специального управления. При этом на панели свойств должно отобразиться поле Угол для задания угла наклона (рис. 2.49).

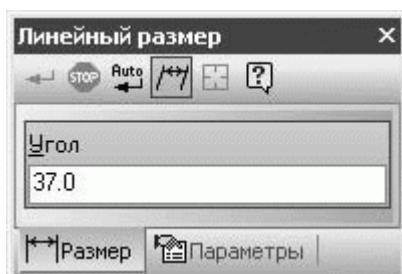


Рис. 2.49. Задание угла наклона линий-выносок

7. Задайте необходимый угол (или просто наклоните размер, перетащив его за характерные точки сбоку от размерной линии), после чего отожмите кнопку Наклонить размер.

8. Щелкните на кнопке Создать объект, чтобы завершить построение размера. Полученный размер должен напоминать показанный на рис. 2.48.

#### Обозначения на чертеже

Команды для простановки обозначений (а также некоторые другие) находятся на панели инструментов Обозначения (рис. 2.50). Эта панель вызывается, как и прочие, щелчком на одноименной кнопке компактной панели.



Рис. 2.50. Панель Обозначения

Для создания элементов оформления предназначены следующие кнопки.

 Шероховатость – позволяет размещать на графических объектах (или на их продлении) знаки шероховатости (рис. 2.51). Можно использовать структуру обозначения знака по ГОСТ 2.309—73 или более позднюю редакцию, соответствующую изменению № 3 от 2003 года в ГОСТ 2.309—73. Выбрать структуру обозначения можно на вкладке Новые документы диалогового окна Параметры в разделе Графический документ > Шероховатость. Для установки знака шероховатости достаточно указать кривую, на которой он будет размещен, выбрать тип знака, а также при необходимости заполнить надписи.

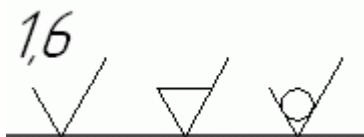


Рис. 2.51. Примеры обозначения шероховатости в КОМПАС

 База – предназначена для создания обозначения базы на чертеже. Кнопка недоступна, если документ пуст. Система автоматически отслеживает имеющиеся в чертеже базы, исходя из чего, самостоятельно подбирает букву для обозначения.

 Линия-выноска – позволяет создавать на чертеже произвольное количество линий-выносок (рис. 2.52, а).

 Знак клеймения – позволяет создать линию-выноску для обозначения клеймения (рис. 2.52, б).

 Знак маркировки – дает возможность разместить на чертеже линию-выноску с обозначением маркировки (рис. 2.52, в).

 Знак изменения – позволяет обозначить изменения (рис. 2.52, г).

 Обозначение позиций – команда, без которой не обойтись при создании сборочного чертежа. Она позволяет размещать на чертеже обозначения позиций, при этом система автоматически следит за нумерацией. Отображение позиционной выноски можно настраивать на вкладке Параметры панели свойств (рис. 2.53). Вы можете изменять тип стрелки (точка, стрелка или без стрелки), направления полки и текста относительно базовой точки, а также выбирать тип формы (рис. 2.54). Флажок Полка служит для управления отображением полки позиционной линии-выноски.

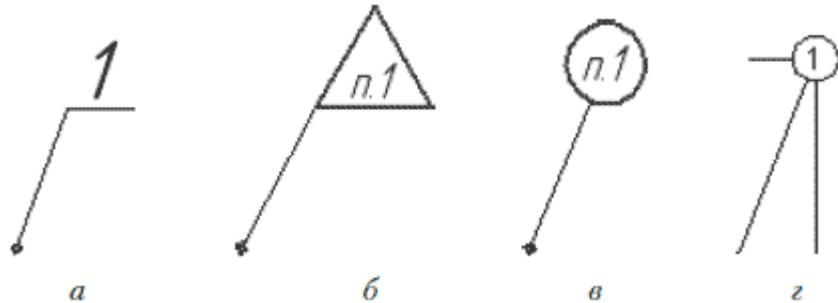


Рис. 2.52. Варианты линий-выносок: произвольная (а), знак клеймения (б), маркировка (в), обозначение изменения (г)

Примечание

Кнопки Линия-выноска, Знак клеймения, Знак маркировки и Знак изменения на панели Обозначения объединены в одну группу.

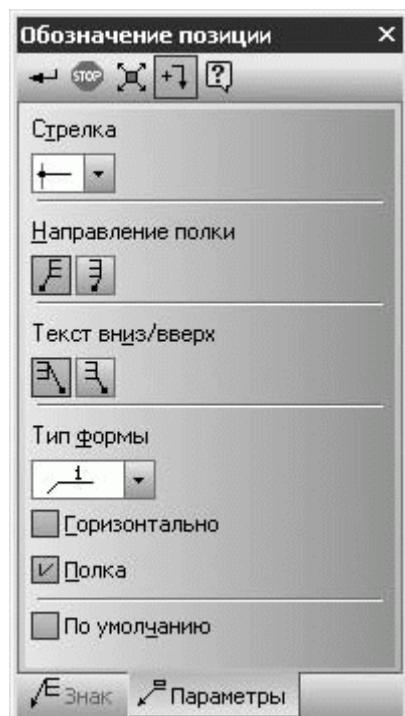


Рис. 2.53. Параметры отображения позиционной линии-выноски

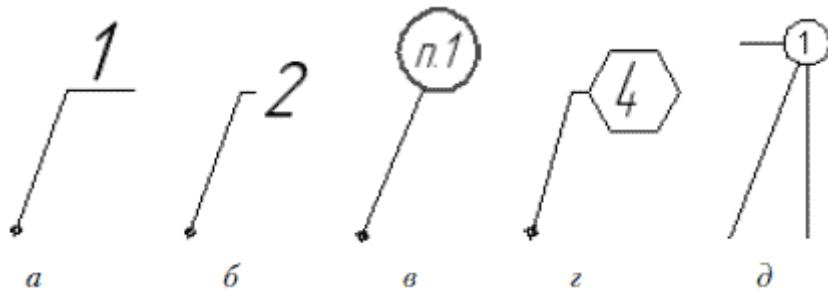


Рис. 2.54. Формы отображения обозначения позиций: простой текст (а), открытый текст (б), круг (в), шестиугольник (г), круг с разделителем (д)

 Допуск формы – позволяет вставить в чертеж допуск формы и расположения поверхности.

 Линия разреза – дает возможность создавать простую или ступенчатую линию разреза на чертеже. Буквенное обозначение разреза устанавливает система. При этом она не использует буквы, которые уже заняты для обозначения баз или других разрезов.

 Стрелка взгляда – позволяет строить стрелку, указывающую направление взгляда.

 Выносной элемент – создает на изображении обозначение выносного элемента (круг с линией-выноской). Обратите внимание, эта команда создает лишь обозначение выносного элемента! Само изображение, которое попало в пределы, охваченные этим обозначением, вы должны чертить сами (за исключением изображений ассоциативных видов).

#### Примечание

После завершения выполнения команд Линия разреза, Стрелка взгляда или Выносной элемент запускается команда создания нового вида в чертеже и, соответственно, его обозначения. Это обычный текстовый объект, в состав которого входит буквенное обозначение вида, знак «развернуто» или «поворнуто», масштаб и угол поворота вида, номер листа и обозначение зоны. Особенность обозначения вида заключается в том, что оно ассоциативно связано с тем видом, на который указывает. Разместив локальную систему координат, после завершения формирования линии разреза, сечения, вида по стрелке или выносного элемента вы можете приступить к созданию изображения этого вида.

Большинство рассмотренных команд используется в примере, приведенном в конце главы.

Вы наверняка заметили, что я описал не все команды панели инструментов Обозначения. Причина состоит в том, что на этой панели есть несколько команд, не связанных с обозначениями.

 Ввод текста – служит для создания текстовых надписей на чертеже или фрагменте. При оформлении текста вы можете выбирать любой шрифт, устанавливать междустрочный и междусимвольный интервалы, задавать выравнивание текста, вставлять в текст различные символы, спецзнаки, использовать дроби, верхние/нижние индексы и пр. Все перечисленные параметры настраиваются на панели свойств.

 Ввод таблицы – позволяет поместить на чертеж таблицу. После указания точки привязки таблицы в документе (верхнего левого угла размещаемой таблицы) появится окно создания новой таблицы (рис. 2.55). В нем можно задать количество строк и столбцов, а также их размеры. Чтобы изменить ширину столбцов, можно просто перетащить границы ячеек таблицы мышью.

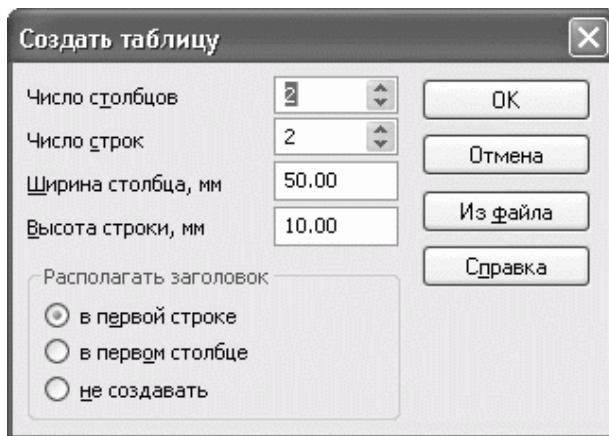


Рис. 2.55. Диалоговое окно Создать таблицу

---

Осевая линия по двум точкам – строит осевую линию по двум указанным точкам. Особенность этой команды заключается в том, что она автоматически формирует выступы (их величину можно настраивать на панели свойств) слева и справа от указанных точек. Таким образом, осевая хорошо «ложится» на объект, и ее не нужно дополнительно растягивать.

— Автоосевая – также создает осевую линию. Ее преимущество перед кнопкой Осевая линия по двум точкам состоит в том, что она распознает тип указанного пользователем объекта, в зависимости от чего предлагает оптимальный способ построения осевой. Например, при указании окружности команда без каких-либо дополнительных настроек создаст оси симметрии этой окружности. При последовательном указании двух параллельных отрезков осевая линия будет размещена посередине между ними и т. д.

⊕ Обозначение центра – предназначена для обозначения центра окружностей, дуг, эллипсов, прямоугольников и пр. По умолчанию обозначение центра формируется в виде двух пересекающихся осей. Можно также указывать центр одной осью или точкой.

⌚ Волнистая линия – позволяет автоматически создать волнистую линию обрыва по двум указанным крайним точкам.

↗ Линия с изломами – составляет одну группу с предыдущей кнопкой и позволяет строить на чертеже линию обрыва с изломами.

КОМПАС-3Д позволяет создать в графическом документе любой из предусмотренных стандартом вариантов размеров. Возможна простановка нескольких типов линейных, угловых, радиальных, а также диаметрального, размера высоты и размера дуги.

Для простановки размеров выберите раздел меню Инструменты Размеры, либо нажмите кнопку на Компактной панели.

Общая последовательность действий при простановке большинства размеров следующая:

1. Настройка свойств размера.
2. Вызов команды простановки размера нужного типа.
3. Указание объектов (объекта), к которым требуется проставить
4. Редактирование (при необходимости) размерной надписи, задание ее положения.

Некоторые свойства размеров (например, зачернение стрелок, геометрические параметры) должны быть одинаковы для всего документа.

Для настройки свойства размеров для всего документа, вызовите команду Сервис-Параметры Текущий чертеж Размеры.

На экране появится диалог настройки В списке объектов настройки (в левой части диалога) есть пункт Стрелки и засечки и группа пунктов Размеры. При их выборе в правой части диалога появляются соответствующие элементы управления для настройки. После закрытия диалога все размеры текущего документа перестроются. Сделанная настройка будет сохранена в текущем документе и не изменится при передаче его на другое рабочее место.

## Настройте параметры свойств размеров

Если в большинстве документов используется одинаковый набор параметров, то можно сделать так, чтобы каждый новый документ по умолчанию создавался с необходимыми настройками размеров. Для этого вызовите команду СервисПараметрыНовые ДокументыГрафический документ. Набор объектов настройки новых графических документов аналогичен набору объектов настройки текущего графического документа.

Вы можете установить комбинацию параметров, которая будет использоваться для создаваемых размеров до конца сеанса работы. Для этого при вычерчивании первого размера каждого типа (линейный, угловой и т.д.) настройте его необходимым образом и включите опцию По умолчанию на вкладке Параметры Панели свойств.

Можно настроить систему так, чтобы и в последующих сеансах по умолчанию использовался заданный набор параметров. Для этого вызовите команду СервисПараметрыСистема. В левой части появившегося диалога выберите пункт Графический документ Параметры новых размеров. В правой части диалога появятся элементы для настройки параметров новых размеров.

Познакомиться с содержимым панели Размеры.

1. Команда Авторазмер – позволяет построить размер, тип которого автоматически определяется системой в зависимости от того, какие объекты указаны для простановки размера.

Проставьте с помощью команды Авторазмер размеры для нескольких объектов на своем чертеже, а затем удалите проставленные размеры.

2. Ознакомьтесь с вариантами простановки линейных размеров с помощью кнопки Линейный размер, вызовите команду –Линейный.

Задайте ЛКМ либо на Панели свойств точки привязки размера (точки выхода выносных линий) т1 и т2 (р1 и р2). Выберите на Панели свойств Тип размера Горизонтальный. Затем задайте точку, определяющую положение размерной линии т3 (р3).

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

Если выбрано размещение размерной надписи на полке, то точка р3 определяет не только положение размерной линии, но и начало линии выноски. В этом случае для задания положения текста необходимо задать ЛКМ либо на Панели свойств точку начала полки т4.

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

Иногда бывает трудно указать точки привязки размера (например, если рядом с этими точками расположены другие примитивы). В этих случаях можно указать сам объект для автоматического определения точек привязки размера. Для этого нажмите кнопку Выбор базового объекта или вызовите из контекстного меню одноименную команду. Затем укажите нужный объект. Его начальная и конечная точки будут определены автоматически и использованы в качестве точек привязки создаваемого размера. Базовым объектом может являться отрезок (в том числе звено ломаной и сторона многоугольника), дуга или сплайн.

3. Чтобы построить группу линейных размеров с общей базой, вызовите команду Линейные размеры от общей базы. Задайте первую точку привязки т1 (р1). Она будет общей для двух создаваемых размеров. Задайте вторую точку привязки т2 (р4) для первого размера группы. Задайте точку, определяющую положение размерной линии т3 (р5). Последовательно задайте точку т2, т3 (р6, р7) для второй размерной группы.

Чтобы перейти к простановке группы размеров от другой базы, расфиксируйте первую базовую точку (поле т1 на вкладке Размер Панели свойств) и задайте ее новое положение.

4. Ознакомьтесь с работой команды Линейный цепной. Последовательно задайте ЛКМ или на Панели свойств первую и вторую точки привязки размера т1, т2 (р1, р2).

Группа размеров, построенная с помощью этой команды, не является единым объектом – это несколько простых линейных размеров, общие точки привязки которых совпадают. Поэтому, если у всех размеров группы должны быть одинаковые параметры (например, расположенные на полке надписи или стрелки определенного типа), необходимо после настройки первого размера включить на закладке Параметры Панели свойств опцию По умолчанию.

Задайте точку, определяющую положение размерной линии т3 (р3). Это положение будет одинаковым для всех размеров цепи. Если выбрано размещение размерной надписи на полке, задайте точку начала полки т4. Последовательно задайте точки т2 (р4) для остальных размеров цепи.

Чтобы перейти к простановке следующего цепного размера, расфиксируйте первую точку привязки цепи (поле т1 на вкладке Размер Панели свойств) и задайте ее новое положение:

Линейный с общей размерной линией;

Линейный от отрезка до точки.

5. Чтобы построить диаметральный размер, вызовите команду Диаметральный размер. Укажите окружность, которую требуется обмерить. Размерная линия может быть полная или с обрывом. Для выбора нужного варианта воспользуйтесь группой переключателей Тип на вкладке Размер Панели свойств. При необходимости отредактируйте размерную надпись и выберите параметры отрисовки размера.

Если выбрано автоматическое или ручное размещение размерной надписи, задайте точку т1 (р1 на рисунке 9), определяющую положение размерной линии и надписи. Выберите на закладке Параметры Панели свойств размещение текста На полке, задайте точку начала полки т2 (р на рисунке 9).

Проставьте диаметральный размер на левой окружности, выбрав на закладке Параметры Панели свойств, размещение текста Автоматическое.

6. Ознакомьтесь с командой Радиальный размер дуги окружности, радиусом R15, которую требуется обмерить. При необходимости отредактируйте размерную надпись и выберите параметры отрисовки размера. Если выбрано автоматическое или ручное размещение размерной надписи, задайте точку т1 (р3 на рисунке 9), определяющую положение размерной линии. Если выбрано размещение размерной надписи на полке, задайте точку т1 (р4 на рисунке 9), а затем точку начала полки т2 (р5 на рисунке 9).

По умолчанию радиальный размер R25 проставлен от центра. Группа переключателей Тип на вкладке Размер Панели свойств позволяет выбрать вариант простановки радиуса не от центра окружности (дуги). В обоих случаях размерная линия принадлежит прямой, проходящей через центр обмериваемой окружности. Отличие состоит в следующем. Если размер проставлен от центра, то длина его размерной линии не может быть меньше радиуса. Если размер проставлен не от центра, то длина размерной линии может быть любой.

Удалите размер R25 и проставьте его заново, используя вариант простановки радиуса не от центра.

7. Радиальный размер с изломом используется, когда требуется обмерить 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.

Чтобы построить радиальный размер с изломом, вызовите команду Радиальный размер с изломом. Укажите окружность или дугу окружности, которую требуется обмерить. При необходимости отредактируйте размерную надпись. Задайте положение фиктивного центра окружности (расположенного ближе к дуге, чем фактический центр).

8. Для простановки угловых размеров всех типов требуется указывать базовые прямолинейные объекты (далее «базовые отрезки»), которые являются сторонами угла. В качестве базового прямолинейного объекта можно использовать отрезок, звено ломаной или сторону многоугольника.

Чтобы проставить простой угловой размер, вызовите команду Угловой размер. Укажите первый базовый объект. Одна из его конечных точек будет принята за первую точку привязки создаваемого размера  $t1$ .

Затем укажите второй базовый объект. Одна из его конечных точек будет второй точкой привязки размера  $t2$ . При необходимости отредактируйте размерную надпись и выберите параметры отрисовки размера. Задайте точку  $t3$ , определяющую положение размерной линии и надписи. Тес концы базовых отрезков, ближе к которым окажется размерная линия, будут приняты за точки привязки размера.

Если выбрано ручное размещение размерной надписи, то ее положение также определяется точкой  $t3$ . Если выбрано размещение размерной надписи на полке, то точка  $t3$  определяет не только положение размерной линии, но и начало линии-выноски. В этом случае для задания положения текста необходимо задать точку начала полки  $t4$ .

Ориентация вновь созданного углового размера определяется системой автоматически: обозначается угол, который образован точкой на первом объекте, ближайшей к месту указания этого объекта, точкой пересечения объектов или их продолжений и точкой на втором объекте, ближайшей к месту указания этого объекта.

Если этот угол острый, в группе Тип на вкладке Размеры становится активным переключатель На острый угол, если тупой – переключатель На тупой угол. При необходимости с помощью указанных переключателей вы можете изменить предложенный системой способ простановки, в том числе включить простановку угла больше  $180^\circ$  (автоматический выбор этого варианта невозможен).

Проставьте угловой размер для разных вариантов ориентации углового размера и включите их описание в отчет о выполнении лабораторной работы.

9. Самостоятельно изучите другие варианты простановки угловых размеров: Угловой размер от общей базы, Цепной угловой, Угловой с общей размерной линией, Угловой с обрывом). Включите их описание в отчет о выполнении лабораторной работы.

10. Команда Размер дуги окружности позволяет построить размер, характеризующий длину дуги окружности. Укажите курсором дугу, которую требуется обозначить. На вкладке Размер Панели свойств находится группа переключателей Тип, с помощью которой можно задать направление выносных линий – от центра или параллельно радиусу, проведенному в середину дуги. Если угол раствора дуги больше  $180$  градусов, возможно создание размера только с выносными линиями от центра.

Затем укажите точку, определяющую положение размерной линии  $t3$ . В поле Текст на вкладке Размер отображается автоматически сформированная размерная надпись. Чтобы вызвать диалог редактирования и настройки размерной надписи, щелкните мышью в этом поле.

На вкладке Параметры Панели свойств находится опция Указатель от текста к дуге. Включите ее, если требуется соединить указателем дугу и текст относящегося к ней размера. Это может потребоваться, например, при простановке размеров концентрических дуг с одинаковым раствором и начальным углом.

11. Проставьте все необходимые размеры для своего варианта заданий, Включите полученные чертежи в отчет о выполнении лабораторной работы.

### **Лабораторная работа №2 (1 час).**

**Тема: «Создание деталировочного чертежа зубчатого колеса».**

**1.2.1 Цель работы:** Освоить методику создания деталировочного чертежа зубчатого колеса

### 1.2.2 Задачи работы:

1. Разработать чертеж зубчатого колеса
2. Проставить размеры
3. Проставить знаки шероховатости и допуски форм и размещения поверхностей

### 1.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).
2. Программа КОМПАС-3Д

### 1.2.4 Описание (ход) работы:

Выполним оформление конструкторского чертежа детали зубчатого колеса, входящей в только что спроектированный редуктор. Он содержит важную информацию по формированию деталировочных чертежей, занимающих значительную долю среди всей конструкторской документации, сопровождающей выпуск сложного изделия.

Создадим чертеж колеса на новом документе (можно разместить этот чертеж в одном документе с изображением редуктора, добавив к нему новый лист). Создайте новый документ и настройте его параметры следующим образом: формат – А3, ориентация – горизонтальная, стиль оформления оставьте заданным по умолчанию. Сформируйте в документе новый вид с масштабом 1:2 и назовите его Зубчатое колесо. Точку начала координат вида поместите посередине листа, немного ближе к его левой стороне. Теперь можно приступать к построению чертежа.

1. Откройте документ, содержащий сборочный чертеж редуктора. Нажмите кнопку Выделить слой указанием на панели Выделение. Щелчком кнопкой мыши на изображении колеса выделите слой с зубчатым колесом. При помощи сочетания клавиш  $Ctrl+C$  скопируйте выделенные элементы чертежа в буфер обмена. В качестве точки привязки укажите точку пересечения осей колеса (точка начала координат вида сверху).

2. Перейдите в окно представления только что созданного документа. Убедитесь, что текущим является вид Зубчатое колесо. Нажмите сочетание клавиш  $Ctrl+V$  и вставьте изображение колеса в чертеж, привязав его к точке начала координат вида. Выделите вставленное изображение, после чего, используя команду Поворот, расположите колесо вертикально, развернув его на  $90^\circ$  вокруг точки начала координат.

3. Немного правее от вставленного изображения постройте профиль отверстия в ступице, принимая, что глубина шпоночного паза при диаметре отверстия 85 мм равна 5,4 мм, а ширина паза – 20 мм. Отталкиваясь от профиля отверстия, отредактируйте сечение колеса, дорисовав шпоночный паз в разрезе (рис. 2.132).

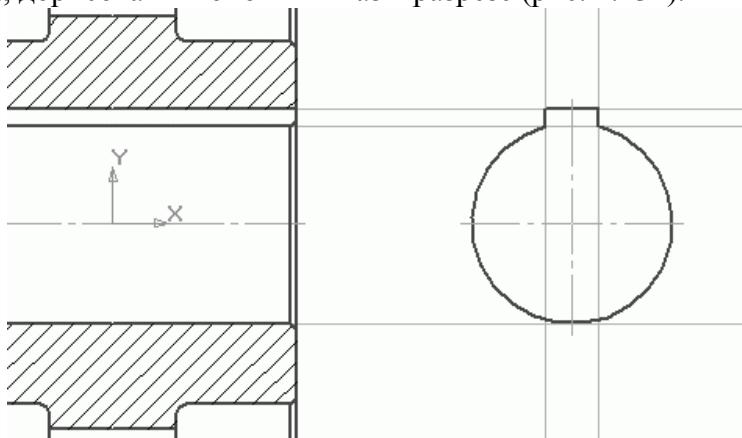


Рис. 2.132. Доработка чертежа зубчатого колеса

4. Удалите всю вспомогательную геометрию с чертежа. Больше редактировать само изображение колеса не придется.

Теперь можно приступить к оформлению деталировочного чертежа. Начнем с пристановки размеров. Как уже отмечалось ранее, на деталировочном чертеже должны присутствовать все размеры изделия, необходимые и достаточные для его изготовления и обработки.

При помощи инструмента Линейный размер последовательно проставьте размеры следующих диаметров (рис. 2.133):

- ступицы колеса;
- размещения отверстий в дисках и диаметр одного такого отверстия;
- обода;
- выступов зубьев колеса;
- отверстия в ступице (отверстия под вал) с указанием квалитета.

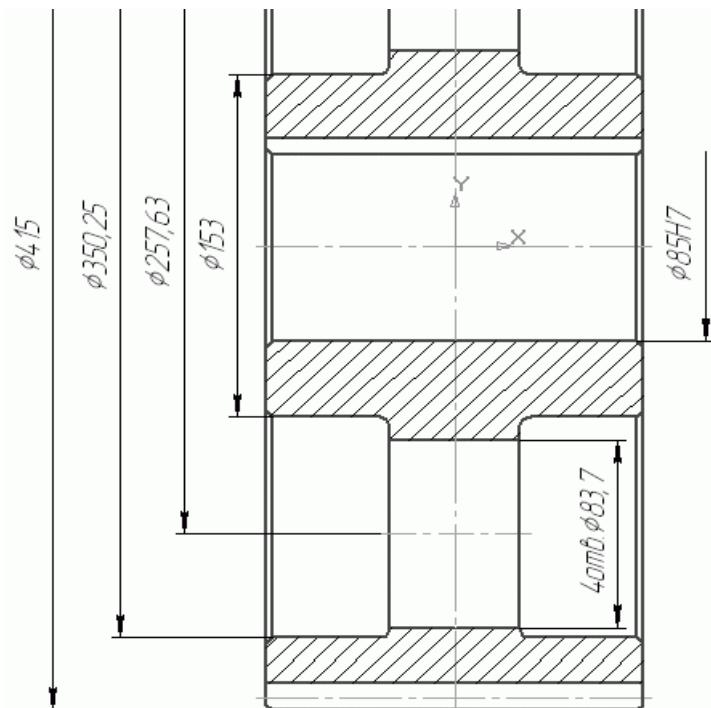


Рис. 2.133. Проставление диаметральных размеров колеса

При формировании размерной надписи этих размеров следует установить флагок Авто в окне настроек размерной надписи (это говорит о необходимости автоматически определять значение номинала), а также указать значок Ж перед номиналом. Для размера отверстия в диске в поле Текст до введите текст 4отв., обозначающий, что отверстий такого диаметра в колесе должно быть четыре. Делительный диаметр на чертеже обозначать не нужно, так как он будет приведен в таблице характеристик зубчатого колеса.

Не совсем простой может оказаться задача построения размера отверстия в ступице (на рис. 2.133 показан справа). Этот размер не может быть привязан к двум точкам, так как в верхней части отверстия показан шпоночный паз в разрезе. На чертежах такой диаметральный размер обозначают, привязываясь только к одной выносной линии (эта линия указывает, к какому именно отверстию этот размер относится). Чтобы убрать верхнюю выносную линию, необходимо перед окончательной фиксацией размера на панели свойств перейти на вкладку Параметры и отжать кнопку Отрисовка второй выносной линии. Далее из раскрывающегося списка Стрелка (для второй выносной линии) выбрать пункт Без стрелки. Как указать квалитет, было рассказано выше (разумеется, этот квалитет должен совпадать с тем, который указан на сборочном чертеже). Не забудьте установить флагок Включить возле поля со значением квалитета, чтобы он отобразился в размерной надписи.

Следующая группа размеров также создается с применением команды Линейный размер, только это уже не диаметральные, а действительно линейные размеры. Все отли-

чие в их построении состоит только в установке в окне Задание размерной надписи переключателя Символ в положение Нет. Эти размеры включают:

- ширину колеса;
- расстояние от боковой поверхности диска до торца обода (указываются два размера с обеих сторон);
- обозначение параметров фаски отверстия под вал и фаски на краях обода. Поскольку в нашем колесе все эти фаски имеют одинаковые параметры ( $2,5 \cdot 45^\circ$ ), то фаска обозначается один раз, но при этом на размере указывается, что таких фасок на колесе предусмотрено четыре (рис. 2.134).

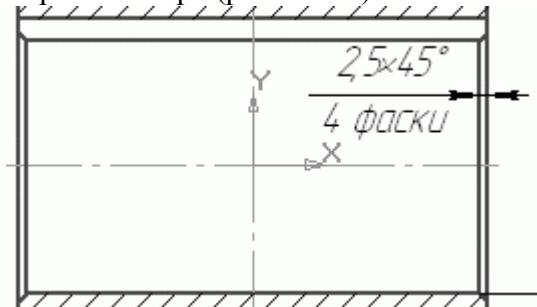


Рис. 2.134. Размер фаски

Чтобы создать такой размер (см. рис. 2.134), после вызова окна настроек размерной надписи необходимо выполнить следующее.

1. В окне настроек размерной надписи возле поля Текст после нажать кнопку  $45^\circ$  для добавления соответствующего знака после номинала.

2. Нажать кнопку  $>>$  в правом нижнем углу окна Задание размерной надписи. После этого диалоговое окно увеличится и в правом верхнем углу появится поле Текст под размерной надписью, где следует ввести текст 4 фаски.

3. Нажать кнопку ОК и зафиксировать положение размерной надписи.

На чертеже колеса еще необходимо приставить радиусы скруглений в местах перехода диска в обод и ступицу. Для этого используйте команду Радиальный размер панели Размеры. Чтобы сформировать этот размер, достаточно просто указать дугу, радиус которой необходимо приставить. Однако на нашем чертеже все эти дуги имеют слишком маленький радиус, и стрелка размера (соответственно, и размерная надпись) не помещается в промежутке между центром скругления и опорной точкой радиального размера. По умолчанию система КОМПАС размещает этот размер вне дуги окружности, при этом дорисовывая дугу тонкой линией (рис. 2.135, а). Согласитесь, это выглядит не совсем красиво. Чтобы настроить положение стрелки и размерной надписи во время ввода размера (точнее, после указания дуги, но до окончательной фиксации размера), на панели свойств перейдите на вкладку Параметры. Из раскрывающегося списка Размещение текста выберите пункт Ручное и нажмите кнопку Стрелки изнутри. Теперь вы можете построить нормальный радиальный размер даже для самых маленьких дуг (рис. 2.135, б).

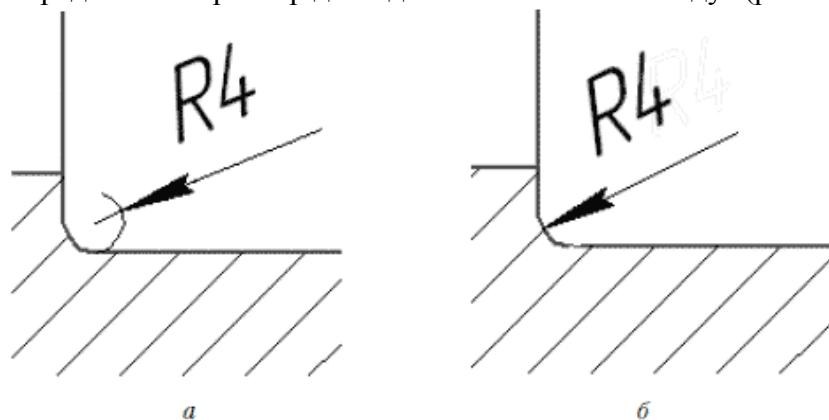


Рис. 2.135. Радиальный размер для дуг небольшого радиуса: простановка, предлагаемая системой по умолчанию (а), и вид после настроек (б)

Следующим шагом при оформлении будет простановка шероховатостей на чертеже (то есть допустимых значений микронеровностей поверхности изделия). Обозначение шероховатости вводится на чертеже для указания требований к качеству обработки той или иной поверхности изготавляемого изделия.

Как и позиции на чертеже, все знаки шероховатости можно пропустить за один вызов команды Шероховатость (она также находится на панели инструментов Обозначения). Для формирования знака шероховатости сделайте следующее.

1. Выберите тип знака в группе кнопок-переключателей Тип на панели свойств.

2. При необходимости в специальном окне введите текст, который будет отображен на знаке шероховатости (рис. 2.136). Это окно вызывается щелчком на поле Текст панели свойств. Как правило, в данном окне вводится максимально допустимое (после чистовой обработки) среднее арифметическое отклонение профиля выступов и впадин поверхности изделия  $R_a$ .



Рис. 2.136. Окно ввода надписей знака шероховатости

3. Завершив ввод текста, укажите линию на чертеже, к которой будет привязано изображение знака шероховатости, после чего зафиксируйте сам знак в любой точке на этой линии.

Совет

Вы можете ввести значение шероховатости ( $R_a$ ,  $R_z$  или  $R_{max}$ ) без вызова окна Введите текст. Для этого щелкните правой кнопкой мыши на поле Текст панели свойств и из появившегося меню выберите необходимое значение. Это удобно еще и тем, что в меню присутствуют только нормализованные (допустимые) значения шероховатостей.

Используя команду Шероховатость, постройте знаки шероховатости следующим образом (рис. 2.137):

- по одному знаку шероховатости, указывающему, что поверхность не требует дополнительной обработки (кнопка Без удаления слоя материала  на панели свойств), на обеих сторонах диска;

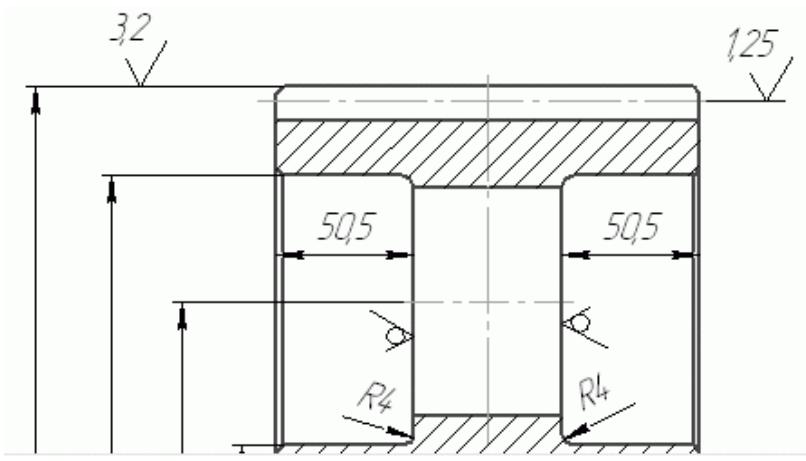


Рис. 2.137. Простановка знаков шероховатости

- знак шероховатости Без указания вида обработки (кнопка  $\checkmark$ ) со значением шероховатости 1,25 мкм (по шкале  $Ra$ ) на линии зацепления;
- три знака шероховатости также без указания вида обработки, но с шероховатостью 3,2 мкм на торцевых поверхностях колеса, а также на поверхности вершин зубьев;
- еще один знак шероховатости (1,25 мкм) на внутренней поверхности отверстия под вал в ступице колеса.

В деталировочных чертежах почти всегда обязательно должен быть знак неуказанной шероховатости. Он обозначает требуемую шероховатость для поверхностей изделия, для которых шероховатость не проставлена на самом чертеже. Знак неуказанной шероховатости размещается в правом верхнем углу чертежа.

Чтобы добавить этот знак на чертеж, выполните команду меню Вставка > Неуказанная шероховатость > Ввод. В появившемся окне Знак неуказанной шероховатости вы можете настроить внешний вид знака: выбрать его тип, ввести текст (значение шероховатости), а также добавить знак в скобках. Завершив настройку отображения знака неуказанной шероховатости, выполните команду меню Вставка > Неуказанная шероховатость > Размещение. По умолчанию знак размещается в верхнем правом углу листа чертежа (рис. 2.138), но при необходимости вы можете отредактировать его размещение, перетащив его за характерную точку.

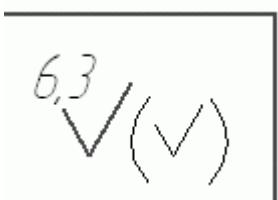


Рис. 2.138. Знак неуказанной шероховатости

На чертеже колеса осталось проставить допуски форм и взаимного расположения поверхностей. Перед этим необходимо выбрать и обозначить базу на чертеже, поскольку все отклонения проставляются с привязкой к конкретной базе.

В качестве базовой поверхности выберем отверстия под вал в колесе. Нажмите кнопку База на панели Обозначения, щелкните на линии, обозначающей поверхность отверстия в разрезе, после чего зафиксируйте положение знака базы. Текст вводить не нужно, так как система автоматически установит буквенно обозначение базы (в нашем случае – А, поскольку никаких других баз, вырезов, разрезов или линий выносок на чертеже нет). Теперь можно проставлять допуски формы и расположения.

В качестве примера рассмотрим простановку допуска радиального биения поверхности зубьев колеса.

1. Нажмите кнопку Допуск формы на панели Обозначения. На панели свойств щелкните на кнопке Создание таблицы в полуавтоматическом режиме 

Откроется окно, позволяющее сформировать и заполнить таблицу допуска (рис. 2.139).

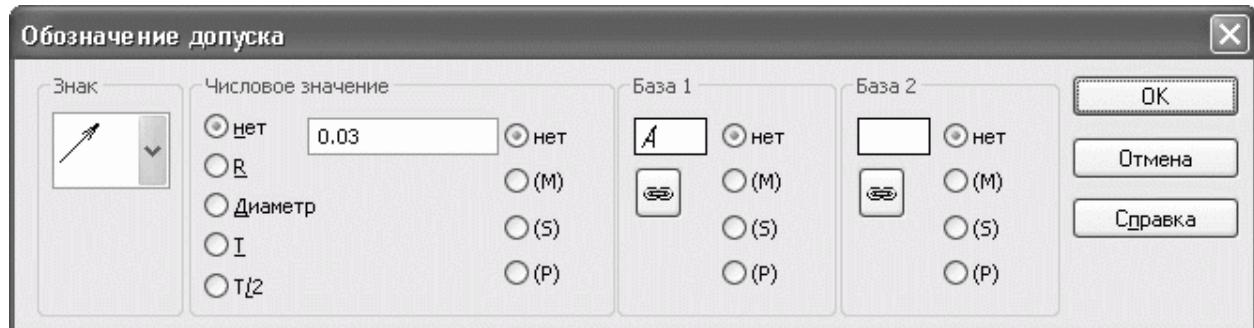


Рис. 2.139. Диалоговое окно Обозначение допуска

2. Из раскрывающегося списка Знак окна Обозначение допуска выберите значок, обозначающий допуск на биение. В текстовом поле области Числовое значение введите величину допуска, а в области База 1 введите обозначение базы, относительно которой указывается допуск. При помощи кнопки, которая находится под текстовым полем с обозначением базы, вы можете вызвать окно со списком всех доступных баз в документе.

Совет

Величина допуска, которая задается в таблице, должна быть согласована со стандартами. Вместо того чтобы вводить ее вручную, вы можете вызвать меню с перечнем всех стандартных значений, дважды щелкнув кнопкой мыши на текстовом поле в области Числовое значение.

3. Сформировав таблицу допуска, укажите точку ее привязки на чертеже. После этого необходимо создать стрелку, указывающую на поверхность, к которой данный допуск относится. Для этого щелкните на кнопке Ответвление со стрелкой  на панели специального управления. Создайте стрелку, привязав ее начало к одной из точек на контуре таблицы, а указатель зафиксировав на поверхности, для которой проставляется допуск биения.

4. Для фиксации допуска нажмите кнопку Создать объект.

5. Аналогично выполните допуск торцевого биения колеса (обозначение и база те же, а величина допуска – 0,08).

Созданные обозначения допусков биения поверхностей показаны на рис. 2.140.

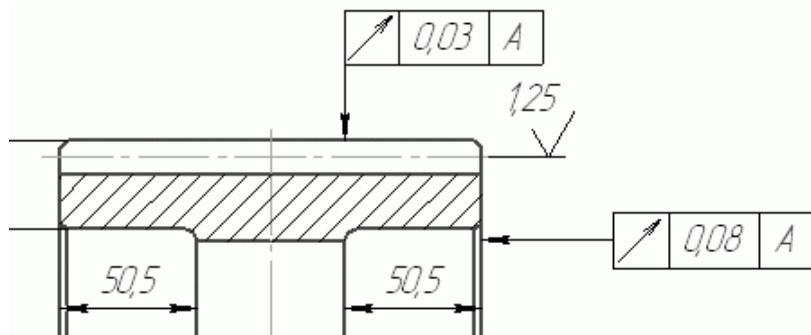


Рис. 2.140. Допуски форм и размещения поверхностей

Выполните еще один допуск формы, а именно допуск параллельности боковых поверхностей колеса. Он не требует привязки к базе, поэтому ее обозначения нет в таблице. Параллельность проверяется для двух поверхностей, так что таблица допуска привязыва-

ется к одной из них (рис. 2.141). Чтобы указать опорную (базовую) поверхность после создания ответвления со стрелкой, нажмите кнопку Ответвление с треугольником  и постройте его так же, как и стрелку.

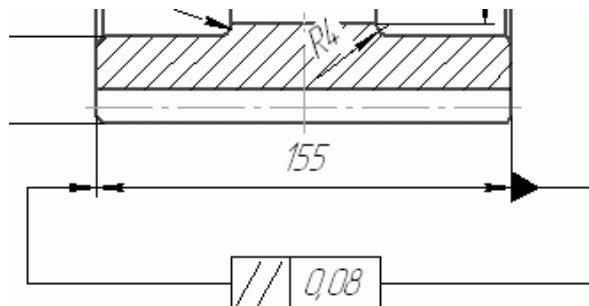


Рис. 2.141. Допуск параллельности поверхностей

Используя полученные навыки, попробуйте самостоятельно пропустить размеры, шероховатости, допуски форм и размещения поверхностей для профиля отверстия в колесе (рис. 2.142).

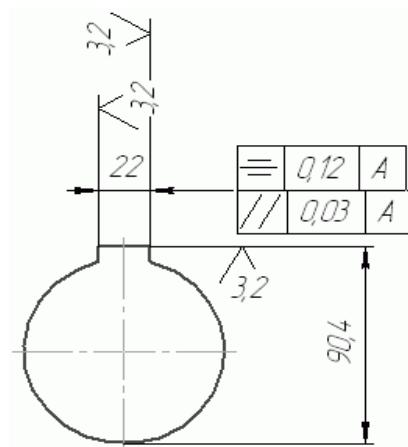


Рис. 2.142. Размеры, шероховатость и допуски профиля отверстия в ступице колеса

На деталировочных чертежах зубчатых колес всегда размещают таблицу параметров колеса. Создадим ее.

Нажмите кнопку Ввод таблицы на панели Обозначения. Укажите точку привязки верхнего левого угла таблицы на чертеже (сама таблица должна размещаться в правой части чертежа, прямо под знаком неуказанный шероховатости), задайте количество столбцов равным 3, а количество строк – 9. После этого, перетаскивая границы между столбцами, отрегулируйте ширину столбцов так, чтобы первый был самым широким, а другие два поменьше. Заполните таблицу различными расчетными данными (модуль, количество зубьев, делительный диаметр и пр.). Пример этой таблицы вы можете посмотреть в файле ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО.cdw (находится в папке Examples\Глава 2\Редуктор цилиндрический прилагаемого к книге компакт-диска), который содержит описанный деталировочный чертеж. Набор этих данных может отличаться от рассмотренного в примере. После окончательного заполнения таблицы параметров выделите ее и при помощи инструмента Сдвиг панели Редактирование отредактируйте ее размещение так, чтобы ее правая граница совпадала с правой границей листа чертежа.

Добавить в этот чертеж технические требования.

Выполните команду меню Вставка > Технические требования > Ввод. Откроется окно нового текстового документа, где вы можете набрать текст технических требований. Например: 1. Формовочные уклоны 3°.

2. Радиусы округлений R2max.
3. Неуказанные предельные отклонения размеров: валов h14, отверстий H14, других IT14/2.

Набрав технические требования, сохраните их и закройте окно текстового редактора КОМПАС-График. Для редактирования размещения технических требований на чертеже воспользуйтесь командой Вставка > Технические требования > Размещение.

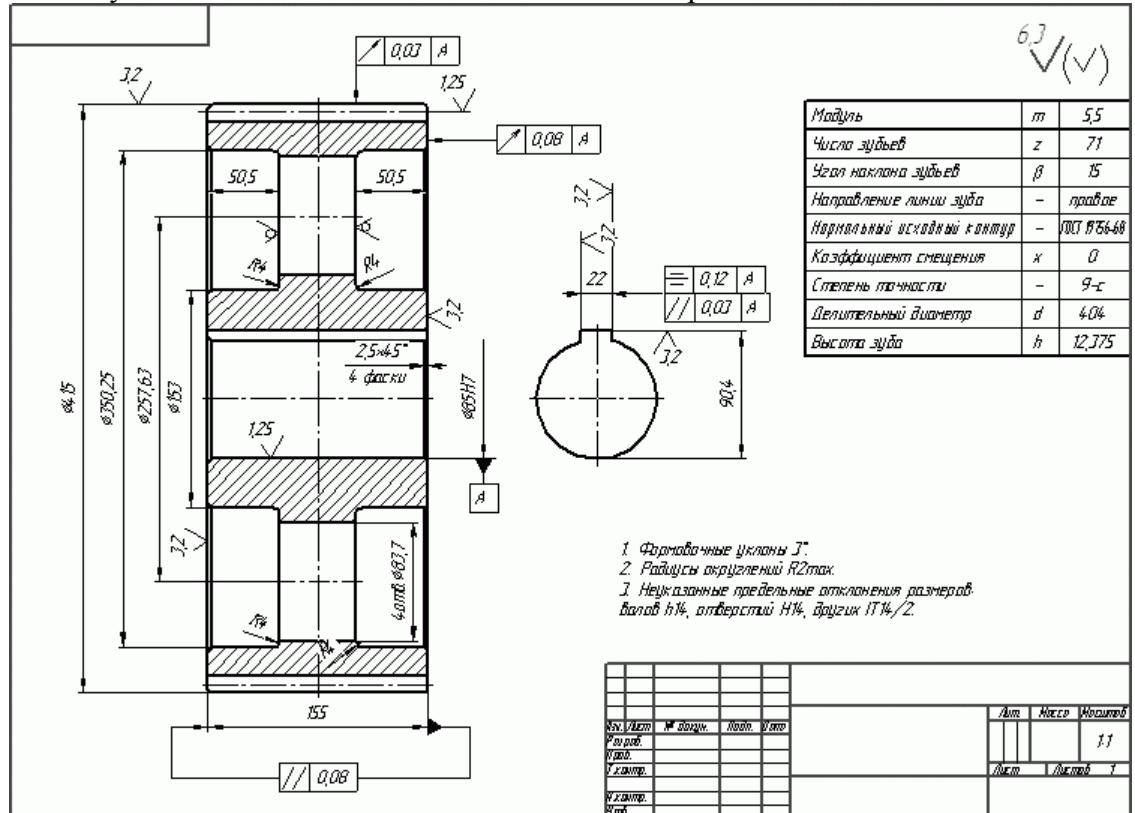


Рис. 2.143. Деталировочный чертеж зубчатого колеса

### 1.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).

Тема: «Твердотельное моделирование в КОМПАС-3D».

**1.3.1 Цель работы:** освоить методику создания моделей объекта с их последующим размещением в пространстве.

#### 1.3.2 Задачи работы:

1. Создание твердых тел с помощью булевых операций
2. Формирование сложных полигональных поверхностей
3. Применение модификаторов геометрии

#### 1.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Персональный компьютер (ПК).
2. Программа КОМПАС-3D

#### 1.3.4 Описание (ход) работы:

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

- создание твердых тел с помощью булевых операций – путем добавления, вычитания или пересечения материала моделей. Этот подход является главным в инженерных графических системах;
- формирование сложных полигональных поверхностей, так называемых мешей (от англ. mesh – сетка), путем полигонального или NURBS-моделирования;
- применение модификаторов геометрии (используются в основном в дизайнерских системах моделирования). Модификатором называется действие, назначаемое объекту, в результате чего свойства объекта и его внешний вид изменяются. Модификатором может быть вытягивание, изгиб, скручивание и т. п.

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

*Твердое тело* – область трехмерного пространства, состоящая из однородного материала и ограниченная замкнутой поверхностью, которая сформирована из одной или нескольких стыкующихся граней. Любое твердое тело состоит из базовых трехмерных элементов: граней, ребер и вершин (рис. 3.1).

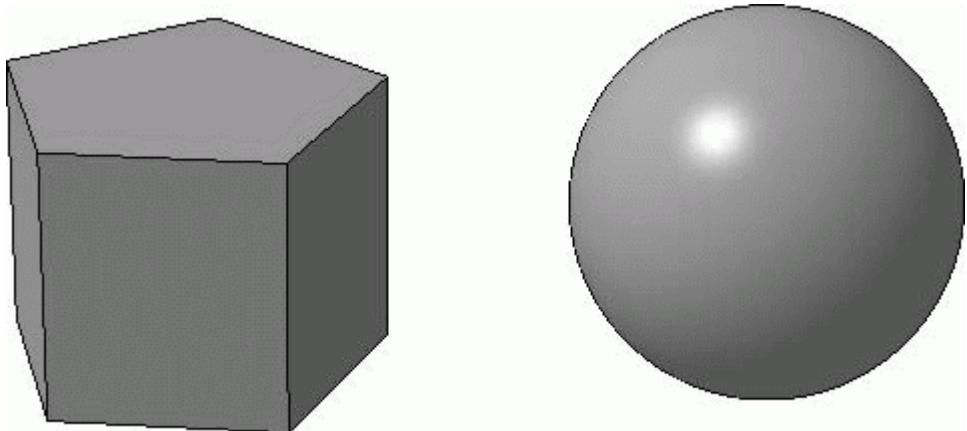


Рис. 3.1. Твердые тела: призма (состоит из семи граней) и шар (из одной грани)

*Грань* – гладкая (не обязательно плоская) часть поверхности детали, ограниченная замкнутым контуром из ребер. Частный случай – шарообразные твердые тела и тела вращения с гладким профилем, состоящие из единой грани, которая, соответственно, не имеет ребер.

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

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

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

Формировать твердотельные модели в КОМПАС-3D можно в двух типах документов: КОМПАС-Деталь и КОМПАС-Сборка. В отличие от графических документов (чертеж и фрагмент), оба типа трехмерных документов равнозначны, среди них нет главного или вспомогательного.

Документ Деталь предназначен для создания с помощью формообразующих операций и хранения модели целостного объекта (чаще всего какого-либо простого изделия, отдельной детали, компонента). Хотя, как было отмечено в гл. 1, вовсе не обязательно, чтобы модель в документе КОМПАС-Деталь отвечала реальной единичной детали на производстве. Например, никто не мешает представить вам в качестве единой детали трехмерную модель подшипника (в действительности состоящего из нескольких деталей), если вам так удобнее использовать его в сборках, параметризовать или редактировать.

В документе Сборка собираются в единый агрегат смоделированные и сохраненные ранее детали: вы сначала размещаете их в пространстве, сопрягаете вместе и фиксируете. Более того, в десятой версии программы функционал по наполнению сборок заметно расширился: теперь вы можете создавать прямо в сборке тела, которые будут принадлежать сугубо сборке (храниться в файле сборки, а не в отдельном файле детали или библиотеке стандартных элементов). Грубо говоря, начиная с десятой версии приложения сборка стала чем-то наподобие документа-детали, в который можно вставлять другие детали из несвязанных документов.

Необходимо также отметить, что в ранних версиях КОМПАС-3D при создании детали существовало жесткое ограничение: в документе КОМПАС-Деталь может быть выполнено только одно твердое тело. Вся геометрия построенной модели детали основывалась на одной базовой формообразующей операции (например, операции вращения или выдавливания), называемой *основанием детали*. Перед началом формирования 3D-модели, чтобы получить нормальную модель, всегда нужно было выбрать какой-либо элемент в реальном объекте, который бы служил базой для всех построений. Это связано с тем, что все последующие формообразующие операции отталкивались от основания детали, как бы нанизывались на него, и не могли выполняться отдельно. При неудачном выборе базового элемента последующие доработка и редактирование модели оказывались иногда очень затруднительными.

Теперь в детали, как и в сборке, можно создавать несколько не связанных друг с другом твердых тел (в сборке именно создавать, вставлять и ранее можно было сколько угодно). Такой подход получил название *многотельного моделирования*. Оно значительно упрощает разработку сложных деталей, снимая ограничения на создание моделей, которые раньше можно было получить лишь в режиме редактирования детали в сборке. Это значит, что булевы операции, которые до этого выполнялись только в сборке, теперь доступны при создании детали.

Многотельность также позволяет создавать модель «с разных сторон». Конструктору теперь необязательно отталкиваться от одной базовой операции в детали или элементов, привязанных к ней (что было не всегда оправдано с точки зрения удобства моделирования и последующего редактирования модели). Сейчас можно формировать модель, начиная с любой ее части, создавая сначала сколь угодно много отдельных тел, свободно размещенных в пространстве, и постепенно объединяя их по мере проектирования (рис. 3.2).

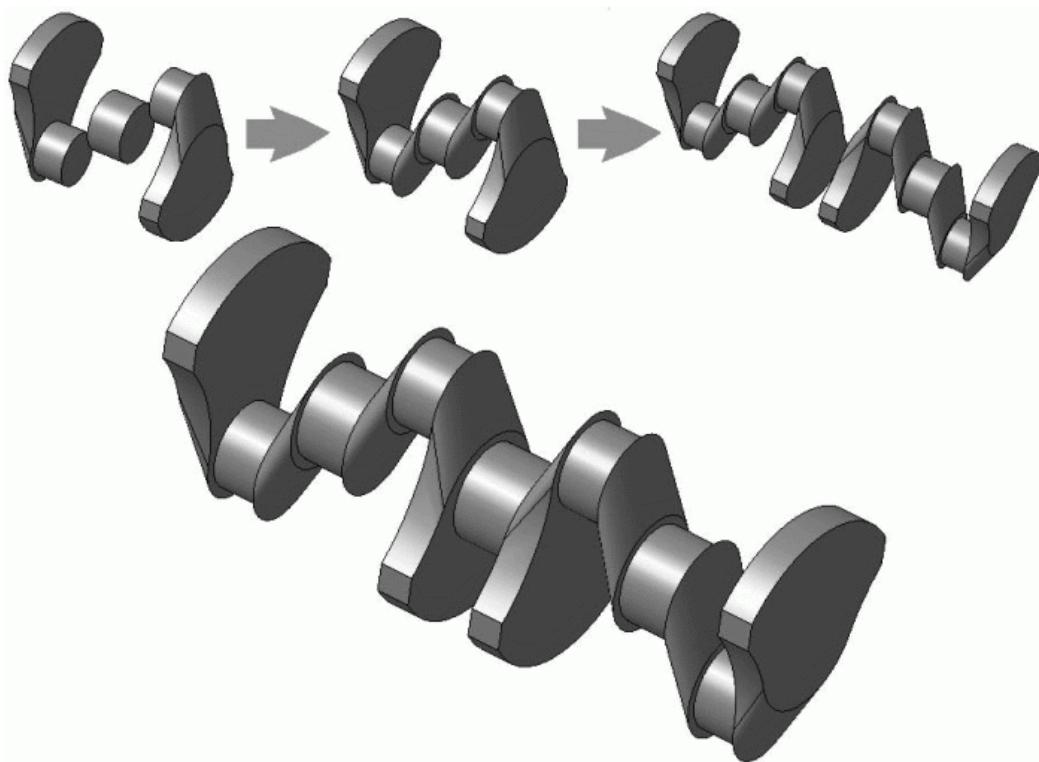


Рис. 3.2. Коленчатый вал: пример многотельного моделирования

При выполнении большинства операций в детали в связи с появлением многотельности добавился выбор нескольких вариантов (режимов) построения:

- при вырезании (удалении материала):
  - вычитание элемента – удаление материала детали происходит внутри замкнутой поверхности, сформированной по заданному эскизу и типу операции (выдавливание, вращение и т. д.);
  - пересечение элементов – удаление материала детали, находящегося снаружи поверхности, которая сформирована в результате операции;
- при «приклеивании» (добавлении материала):
  - новое тело – добавляемый трехмерный элемент формирует в детали новое твердое тело, независимо от того, пересекается он с уже существующими телами или нет. Если создаваемый элемент не имеет пересечений или касаний с существующей геометрией детали, то эта функция включается автоматически;
  - объединение – добавляемый элемент соединяется с твердым телом, с которым он пересекается;
  - автообъединение – при этом система автоматически объединяет в одно тело существующий и новый элементы, если они пересекаются, или формирует новое тело, если они не пересекаются.

Результат формообразующей операции выбирается на вкладке Вырезание панели свойств при удалении или Результат операции – при добавлении материала (рис. 3.3).

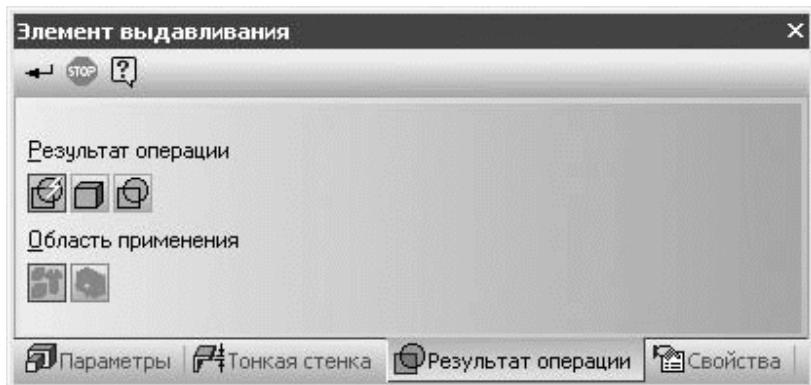


Рис. 3.3. Выбор результата операции при добавлении материала

Очень важное понятие при многотельном моделировании – область применения операции. Представьте себе ситуацию, когда вследствие выполнения той или иной команды создаваемый элемент пересекает несколько твердых тел в модели. Какие действия предпримет система и какой результат будет у этой операции? Чтобы пользователь мог дать конкретный ответ на эти вопросы, и была реализована область применения операции. Например, если элемент выдавливания пересекает два (или более) тела, вы можете указать, с каким из этих тел объединять добавляемый элемент, объединять ли вообще или же формировать изо всех пересекающихся объектов одно твердое тело. Точно так же и при вырезании: настроив область применения операции, вы укажете, какие тела нужно «резать» (удалять часть их материала), а какие оставить нетронутыми. Другими словами, область применения операции – это набор тел, на которые распространяется действие текущей операции. Данный набор формируется простым указанием тел в окне представления модели после нажатия кнопки Ручное указание тел  на панели свойств.

#### Примечание

При добавлении материала к детали настраивать область применения операции можно только в режиме объединения (это естественно, так как в противном случае создается набор отдельных тел). Для операций удаления материала задать область применения операции можно всегда (конечно, если формообразующий элемент операции пересекается с другими телами модели).

Количество тел в текущей детали отображается в дереве построения в скобках справа от названия детали (рис. 3.4). При структурном отображении состава модели в дереве построения формообразующие операции, относящиеся к разным телам, показываются в отдельных группах.

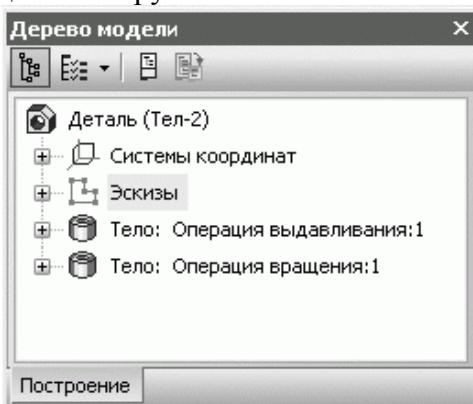


Рис. 3.4. Количество тел в детали

Однако, наряду со многими преимуществами многотельного моделирования, способы получения нескольких тел в модели ограничены следующим.

- Каждое тело в модели детали должно быть неразрывным, из чего следует, что не допускается выполнение таких формообразующих операций, которые разделяют одно или

несколько тел на части. Например, нельзя с помощью операции вырезания (или какой-либо другой) разбить тело на несколько нестыкающихся частей. Если вы точно знаете, что в вашей детали будет несколько разрозненных частей, необходимо сразу создавать их как отдельные тела.

- Нельзя перемещать тела в модели (как, например, детали в сборке), кроме как изменяя положения их эскизов.
- Невозможно копировать тела с помощью команд создания массивов. Тело, полученное в результате булевой операции или операции Зеркально отразить тело, также нельзя использовать в массивах. Более того, любые элементы тела, участвовавшего в булевой операции, также не получится размножить.
- При применении массивов в деталях с несколькими твердыми телами копируемые элементы (приклеенные или вырезанные) размещаются на том же теле, что и исходный элемент.
- При наличии пересекающихся, но разных тел в одной детали ассоциативные чертежи могут быть неправильно построены.

#### Формообразующие операции (построение деталей)

Мы уже выяснили, что КОМПАС – система твердотельного моделирования и что большинство операций по созданию моделей в ней основываются на эскизах (исключение составляют операции по созданию фаски, скругления, оболочки и т. п.). Эскиз – это обычное двухмерное изображение, размещенное на плоскости в трехмерном пространстве. В эскизе могут присутствовать любые графические элементы (примитивы), за исключением элементов оформления (обозначений) конструкторского чертежа и штриховки. Эскизом может быть как замкнутый контур или несколько контуров, так и произвольная кривая. Каждая трехмерная операция предъявляет свои требования к эскизу (например, эскиз для операции выдавливания не должен иметь самопересечений и т. п.). Об этих требованиях будет рассказываться при рассмотрении каждой отдельной команды. В дальнейшем нам постоянно придется создавать эскизы, поэтому считаю необходимым подробно описать порядок выполнения эскиза, чтобы больше не возвращаться к этому вопросу.

Последовательность построения эскиза для формообразующей операции такова.

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

2. Нажмите кнопку Эскиз 

на панели инструментов Текущее состояние. Модель плавно изменит ориентацию таким образом, чтобы выбранная вами плоскость разместилась параллельно экрану (то есть по нормали к линии взгляда).

3. После запуска процесса создания эскиза компактная панель изменит свой вид (см. рис. 1.38). На ней будут расположены панели инструментов, свойственные как трехмерным, так и графическим документам системы КОМПАС-3D. Пользуясь командами для двухмерных построений, создайте изображение в эскизе. Для завершения создания или редактирования эскиза отожмите кнопку Эскиз. Компактная панель при этом восстановит свой прежний вид, а модель примет ту же ориентацию в пространстве, которая была до построения эскиза.

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

#### Примечание

Можно запустить формирование трехмерной формообразующей операции, не выходя из режима построения эскиза. Для этого необходимо всего лишь вызвать нужную команду с компактной панели (или с помощью команды меню). Система самостоятельно

завершит редактирование эскиза и запустит соответствующую команду, основываясь на текущем эскизе.

Все трехмерные операции в КОМПАС-3D делятся на основные (то есть собственно формообразующие) и дополнительные. Основные операции включают команды для добавления и удаления материала детали, булевы операции, команду создания листового тела, а также команду Деталь-заготовка. Дополнительные операции представляют собой команды для реализации тех или иных конструкторских элементов на теле детали (фаски, скругления, отверстия, уклона, ребра жесткости и т. д.). В отдельную группу можно отнести команды построения массивов трехмерных элементов как в детали, так и в сборке. Есть также некоторые специфические команды, доступные только для сборки.

В соответствии с изложенной классификацией мы будем дальше рассматривать инструменты трехмерного редактора КОМПАС-3D.

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

- **Выдавливание.** Форма трехмерного элемента образуется путем смещения эскиза операции (рис. 3.5, а) строго по нормали к его плоскости (рис. 3.5, б). Во время выдавливания можно задать уклон внутрь или наружу (рис. 3.5, в и г). Контур эскиза выдавливания не должен иметь самопересечений. Эскизом могут быть: один замкнутый контур, один незамкнутый контур или несколько замкнутых контуров (они не должны пересекаться между собой). Если вы формируете основание твердого тела выдавливанием и используете в эскизе несколько замкнутых контуров, то все эти контуры должны размещаться внутри одного габаритного контура, иначе вы не сможете выполнить операцию. При вырезании или добавлении материала выдавливанием замкнутые контуры могут размещаться произвольно.

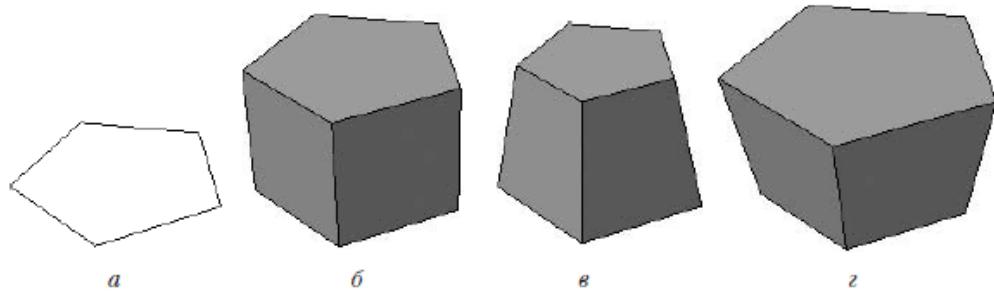


Рис. 3.5. Выдавливание: эскиз (а), сформированный трехмерный элемент (б), уклон внутрь (в) и уклон наружу (г)

- **Вращение.** Формообразующий элемент является результатом вращения эскиза (рис. 3.6, а) в пространстве вокруг произвольной оси (рис. 3.6, б). Вращение может происходить на угол  $360^\circ$  или меньше (рис. 3.6, в). Обратите внимание, ось вращения ни в коем случае не должна пересекать изображение эскиза!

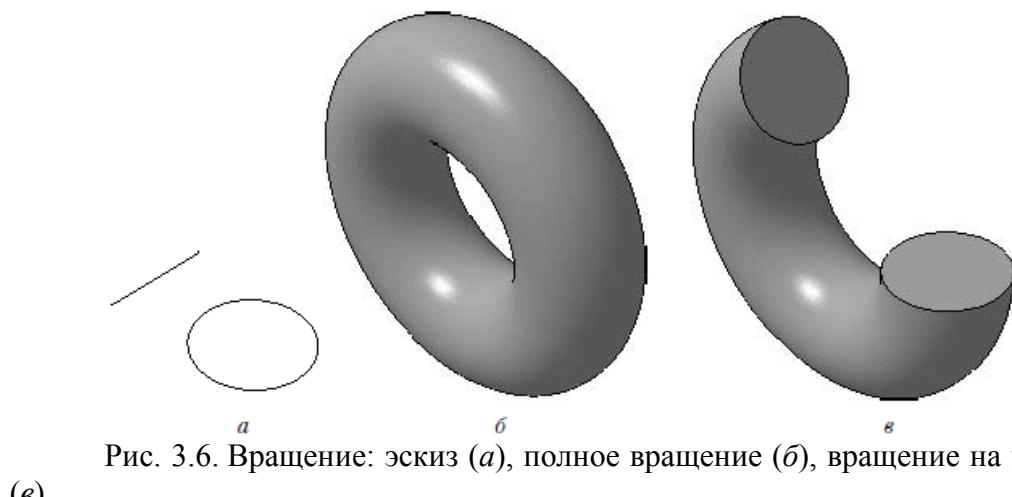


Рис. 3.6. Вращение: эскиз (а), полное вращение (б), вращение на угол меньше  $360^\circ$  (в)

Если контур в эскизе незамкнут, то создание тела вращения возможно в двух различных режимах: сфероид или тороид (переключение производится с помощью одноименных кнопок панели свойств). При построении сфероида конечные точки контура соединяются с осью вращения отрезками, перпендикулярными к оси, а в результате вращения получается сплошное тело. В режиме тороида перпендикулярные отрезки не создаются, а построенный трехмерный элемент принимает вид тонкостенного тела с отверстием вдоль оси вращения.

• **Кинематическая операция.** Поверхность элемента формируется в результате перемещения эскиза операции вдоль произвольной трехмерной кривой (рис. 3.7). Эскиз должен содержать обязательно замкнутый контур, а траектория перемещения – брать начало в плоскости эскиза. Разумеется, траектория должна не иметь разрывов.

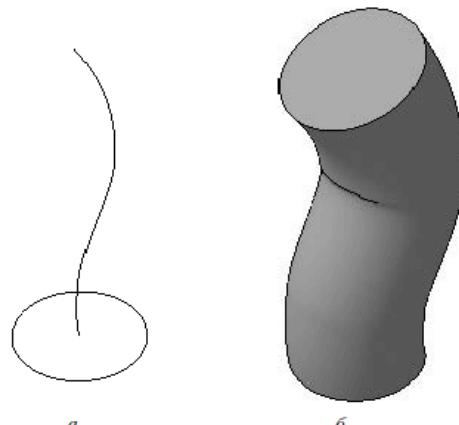


Рис. 3.7. Кинематическая операция: эскиз и траектория операции (а), трехмерный элемент (б)

• **Операция по сечениям.** Трехмерный элемент создается по нескольким сечениям-эскизам (рис. 3.8). Эскизов может быть сколько угодно, и они могут быть размещены в произвольно ориентированных плоскостях. Эскизы должны быть замкнутыми контурами или незамкнутыми кривыми. В последнем эскизе может размещаться точка.

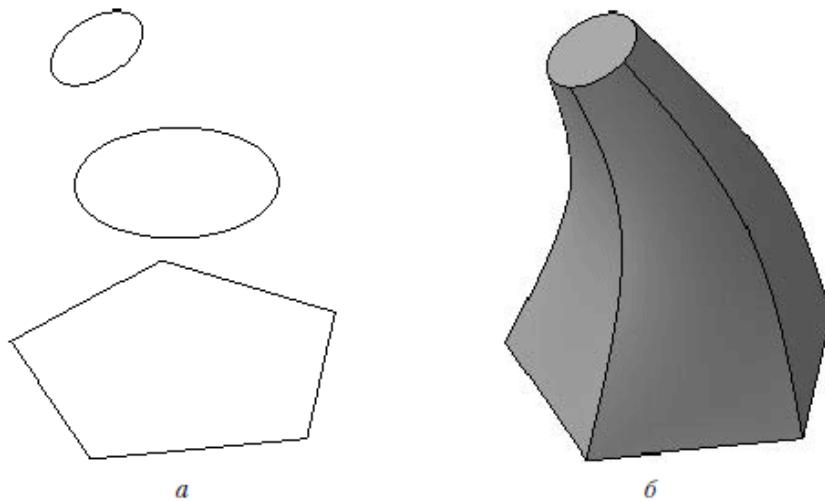


Рис. 3.8. Операция по сечениям: набор эскизов в пространстве (а), сформированный трехмерный элемент (б)

Перечисленных четырех способов обычно хватает для формирования сколь угодно сложных форм неорганического мира. Иногда, правда, бывает значительно легче сформировать объект, используя другие методы моделирования в других графических системах (речь идет о полигональном или NURBS-моделировании). Однако в 90 % случаев твердотельного инструментария достаточно для построения неживых объектов.

Все команды для построения и редактирования детали расположены на панели инструментов Редактирование детали (рис. 3.9). Для перехода к этой панели щелкните на одноименной кнопке компактной панели (разумеется, активным должен быть документ КОМПАС-Деталь).



Рис. 3.9. Панель инструментов Редактирование детали

Подобно прочим панелям инструментов, панель Редактирование детали содержит как одиночные кнопки, так и группы кнопок.

Первой идет группа кнопок, позволяющих добавить материал детали (или создать основание). В нее входят следующие команды:

- Операция выдавливания;
- Операция вращения;
- Кинематическая операция;
- Операция по сечениям.

Как видите, все эти команды отвечают определенному способу построения формы твердого тела, которые были описаны выше. Как правило, с одной из этих команд начинается построение твердого тела (хотя наличие единого основания для всей детали необязательно, но для конкретного твердого тела в модели оно, конечно, должно быть).

После создания любой формообразующей операции в дереве построения добавляется новый узел со значком выполненной операции и с ее названием, а в подчиненной ветке этого узла содержится перечень эскизов, используемых в операции (рис. 3.10). Названия всех операций по умолчанию совпадают с названиями их команд, кроме того, после двоеточия к названию добавляется порядковый номер операции (операции каждого типа имеют свою нумерацию). Вы можете настроить на панели свойств имя, отображаемое в дереве, до завершения создания операции или прямо в дереве построения после того, как формообразующий элемент или эскиз создан.

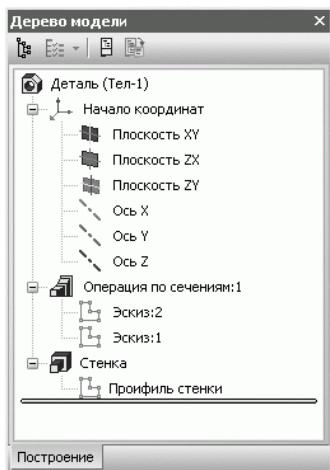


Рис. 3.10. Отображение последовательности операций в дереве построения модели

Еще одной операцией, с которой нередко начинается построение детали, является Деталь-заготовка (ее кнопка следует сразу за группой команд добавления материала). Эта команда позволяет использовать в качестве заготовки другую, ранее построенную и сохраненную деталь. После вставки детали-заготовки в новый документ вы можете продолжить построение или редактировать заготовку так же, как если бы создали основание, например, при помощи обычной операции выдавливания. Заготовка может вставляться как самостоятельный объект (кнопка Вставка без истории на панели свойств) или с поддержкой связи с файлом источником (Вставка внешней ссылкой). Во втором случае все изменения в детали-образце будут переноситься в файл на вставленную заготовку. При установленном флагке Зеркальная деталь на панели свойств деталь-заготовка будет вставлена в документ в зеркальном отображении. Кнопка Деталь-заготовка доступна, только если в детали не создано еще ни одного объекта.

За командой вставки заготовки идет группа команд удаления материала детали (команды вырезания):

- Вырезать выдавливанием;
- Вырезать вращением;
- Вырезать кинематически;
- Вырезать по сечениям.

Как и команды добавления материала, они реализуют четыре основных способа формирования геометрии твердотельных моделей. Требования к эскизам этих операций такие же, как и для добавления материала. Единственное отличие – все эти команды неактивны, если в детали нет хотя бы одной операции добавления материала (это логично – вырезать можно только из чего-то уже построенного).

Группа команд для вырезания присутствует также и в документе КОМПАС-Сборка. В сборке с их помощью можно делать сквозные вырезы, проходящие через несколько деталей сразу. Изменение в геометрии каждой из деталей в сам документ (файл) детали не передается.

Важной особенностью всех команд добавления и вырезания является возможность формирования не только сплошных трехмерных элементов, но и так называемой тонкой стенки (рис. 3.11).

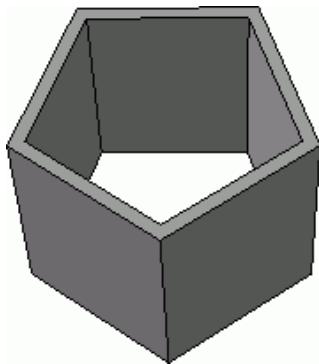


Рис. 3.11. Результат операции выдавливания в режиме построения тонкой стенки

Настройка параметров тонкой стенки осуществляется на вкладке Тонкая стенка панели свойств при выполнении любой из команд добавления или удаления материала. Раскрывающийся список Тип построения тонкой стенки содержит следующие варианты:

- ❑ Нет – формаобразующий элемент создается сплошным (нет тонкой стенки);
- ❑ Наружу – тонкая стенка строится наружу от контура эскиза операции;
- ❑ Внутрь – тонкая стенка строится внутрь от контура;
- ❑ Два направления – тонкая стенка строится в обоих направлениях сразу, причем толщину стенки по каждому из направлений можно задавать различной;
- ❑ Средняя плоскость – тонкая стенка строится на одинаковое расстояние (равное половине заданной толщины) в обе стороны от контура эскиза.

#### Примечание

Если в контуре эскиза для «при克莱ивания» или вырезания содержится незамкнутая кривая, то автоматически включается режим создания тонкой стенки, выдавленной наружу (при этом пункт Нет вообще недоступен в раскрывающемся списке Тип построения тонкой стенки).

При выполнении отдельных команд добавления или удаления материала (в частности, выдавливания и вращения) можно задавать направление операции. Оно указывает, в какую сторону относительно опорной плоскости эскиза будет происходить добавление или удаление материала. Можно выбрать одно из следующих направлений:

- ❑ Прямое направление – эскиз формаобразующей перемещается в направлении нормали к поверхности эскиза (это вариант задан по умолчанию);
- ❑ Обратное направление – эскиз перемещается в противоположную от направления нормали сторону;
- ❑ Два направления – эскиз смещается в обе стороны от опорной плоскости, при необходимости на различное расстояние или угол в каждую сторону;
- ❑ Средняя плоскость – операция действует симметрично относительно плоскости эскиза, а смещение или поворот осуществляется на половину заданного расстояния или угла.

Направление выбирается (при запущенной команде выдавливания или вращения) из раскрывающегося списка Направление на вкладке Параметры панели свойств. Для удобства ориентации направление нормали к плоскости эскиза при выполнении операции указывается фантомной стрелкой. Как правило, нормаль всегда направлена наружу от тела детали. Для первого формаобразующего элемента (основания) направление нормали совпадает с положительным направлением координатной оси глобальной системы координат, перпендикулярной к плоскости эскиза (то есть если эскиз лежит в плоскости  $XY$ , то направление нормали совпадет с направлением оси  $Z$ ).

#### Примечание

Положение глобальной системы координат трехмерного документа вы всегда можете видеть в левом нижнем углу окна представления документа.

При выборе определенного направления в окне документа сразу изменяется фантом формообразующей операции. *Фантом трехмерного элемента* – это условное временное отображение изменений, которые коснутся детали при выполнении той или иной операции (рис. 3.12). Фантом трехмерного элемента всегда прозрачен, его контур отрисовывается серыми тонкими линиями. Отображение фантома всегда отвечает выбранным в данный момент настройкам текущей операции (направление и величина смещения, выполнение сплошным или тонкой стенкой и т. п.).

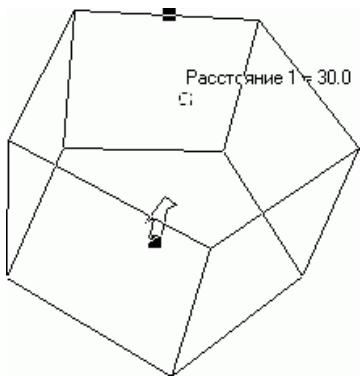


Рис. 3.12. Фантом операции выдавливания

#### Внимание!

Не путайте направление стрелки, отображаемой при выполнении формообразующей операции, с направлением операции или фантомом операции! Стрелка всегда показывает направление нормали к эскизу булевой операции (например, того же выдавливания). Направление операции определяет, в какую сторону относительно нормали будет происходить операция – по нормали, в противоположную или в обе стороны. Стрелка также не является фантомом операции или его частью. Фантом – это изменения в форме детали вследствие проведенной операции, зависящие от направления операции и не зависящие от направления нормали.

Для других команд добавления или удаления материала направление не задается, поскольку форма трехмерных элементов, полученных в результате выполнения этих команд, однозначно определяется формой и размещением эскизов, в них входящих.

Еще одной из главных формообразующих операций является Булева операция



Она доступна, только если в детали присутствует более одного тела. Данная операция предназначена для объединения, вычитания или пересечения указанных тел.

Эта операция очень полезна, хотя ее почему-то употребляют нечасто, а стараются получить модель с помощью других команд, зачастую ощутимо усложняя себе жизнь. Возможно, дело в привычке.

Рассмотрим действие данной операции на небольшом примере, заодно и закрепим все прочитанное до этого.

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

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

3. В режиме построения эскиза перейдите на панель Геометрия компактной панели инструментов и нажмите кнопку Многоугольник (она находится в одной группе с кнопками команд построения прямоугольников). Создайте пятиугольник с центром в начале координат эскиза и радиусом вписанной окружности 20 мм (рис. 3.13). Завершите редактирование эскиза.

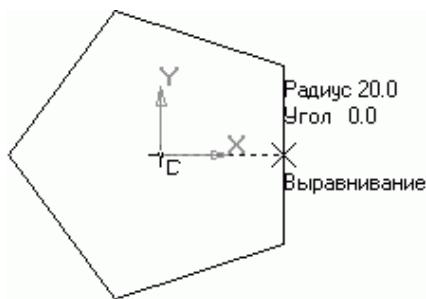


Рис. 3.13. Построение пятиугольника в эскизе

4. На компактной панели перейдите на панель Редактирование детали, на которой нажмите кнопку Операция выдавливания. Оставьте заданное по умолчанию направление операции в ту же сторону, что и направление нормали, а в поле Расстояние 1 введите значение 30. Нажмите кнопку Создать объект для формирования твердого тела выдавливанием. У вас должна получиться призма с равносторонним пятиугольником в основании.

**Примечание**

Можно не задавать параметры операций (расстояние или угол смещения, величину уклона и т. п.) в полях панели свойств. Есть другой способ, возможно, не такой удобный, но иногда более быстрый, – перетаскивание характерных точек трехмерного элемента. Как и в двухмерном изображении, в 3D-модели есть характерные точки, перетаскивая которые можно изменять тот или иной параметр так, как будто вы вводите его значение на панели свойств. Характерные точки отображаются на фантоме операции маленькими черными квадратами. При наведении указателя на точку возле нее всплывает подсказка с названием и текущим значением параметра (см. рис. 3.12). Нажмите кнопку мыши и перетаскивайте точку – соответствующий параметр будет изменяться, а его значение отображаться справа от указателя мыши.

5. Выделите верхнюю грань призмы в окне представления документа (то есть щелкнув на самой грани в модели). Грань должна подсветиться зеленым цветом. Опять нажмите кнопку для создания эскиза. Переключитесь на панель инструментов Геометрия и с помощью команды Дуга постройте дугу с центром в одной из вершин основания-пятиугольника и радиусом 20 мм. Поскольку этот эскиз предполагается использовать в операции вращения, обязательно создайте осевую линию (команда Отрезок, стиль линии Осевая) проходящую через конечные точки дуги (рис. 3.14).

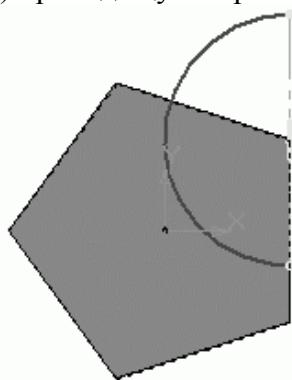


Рис. 3.14. Эскиз для будущей операции вращения

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

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

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

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

7. Нажмите кнопку Создать объект. В результате получится сплошной шар радиусом 20 мм (рис. 3.15). Несмотря на то, что созданные объекты пересекаются, это все равно два разных твердых тела (о чем свидетельствует то, что в местах входа шара в призму нет четко обозначенных ребер).

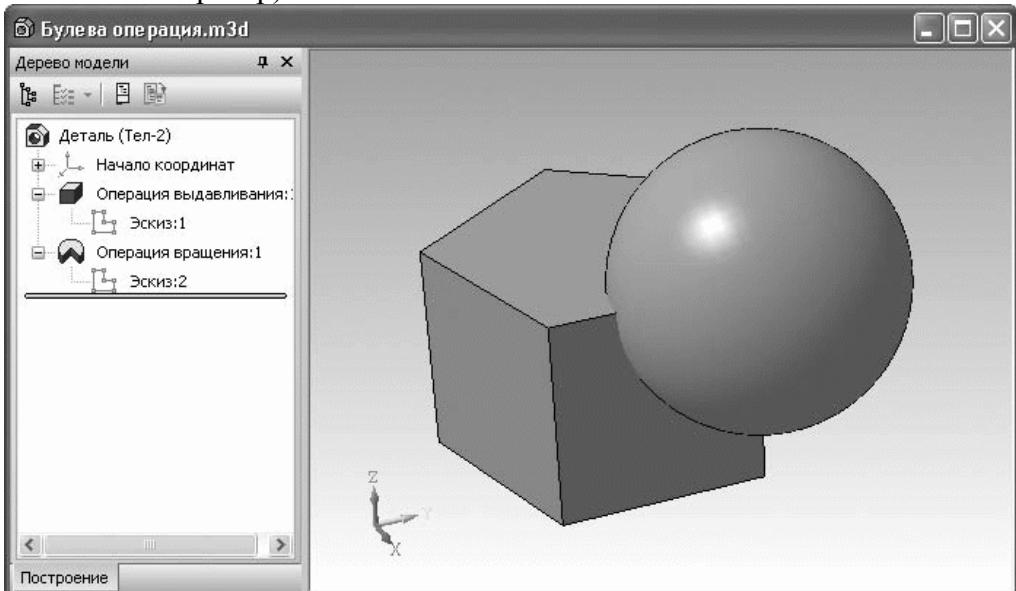


Рис. 3.15. Два созданных тела в модели

8. Теперь можно перейти к демонстрации возможностей команды Булева операция. Нажмите соответствующую кнопку на панели Редактирование модели. В строке подсказок появится текст Выберите объекты для булевой операции. По очереди щелкните на каждом из двух тел в окне модели (сначала на призме, потом на шаре). При этом ребра каждого выбранного тела (а также значки трехмерных операций, образующих тело в дереве построения) будут подсвечены красным цветом. Результатом этой операции могут быть четыре разных тела:

• тело, полученное объединением призмы и шара (рис. 3.16, а). Для этого на панели свойств в группе кнопок Результат операции нужно нажать кнопку Объединение 

Обратите внимание: в местах пересечения шара призмы появились ребра нового тела;

• тело, сформированное в результате вычитания шара из призмы, то есть вычитанием второго тела из первого (рис. 3.16, б). Для этого на панели свойств должна быть нажата кнопка Вычитание 

• тело, полученное вычитанием призмы из шара (рис. 3.16, в). Поскольку вычитается всегда второе тело, вам необходимо изменить порядок указания тел. Этого можно добиться двумя способами. Первый – снять выделение с обоих тел, щелкнув на свободном пространстве модели, а затем заново указать тела для булевой операции, сначала щелкнув на шаре, а потом на призме. Второй и более правильный метод – изменить порядок тел в списке Список объектов на панели свойств (в этом списке каждое тело обозначается названием последней выполненной над ним формообразующей операции). Чтобы изменить

порядок, выделите одно из тел и переместите его в списке, используя кнопки со стрелками, размещенные в верхней части списка (рис. 3.17);

• тело, сформированное в результате пересечения двух указанных тел (рис. 3.16, *г*). Для этого на панели свойств должна быть нажата кнопка Пересечение .

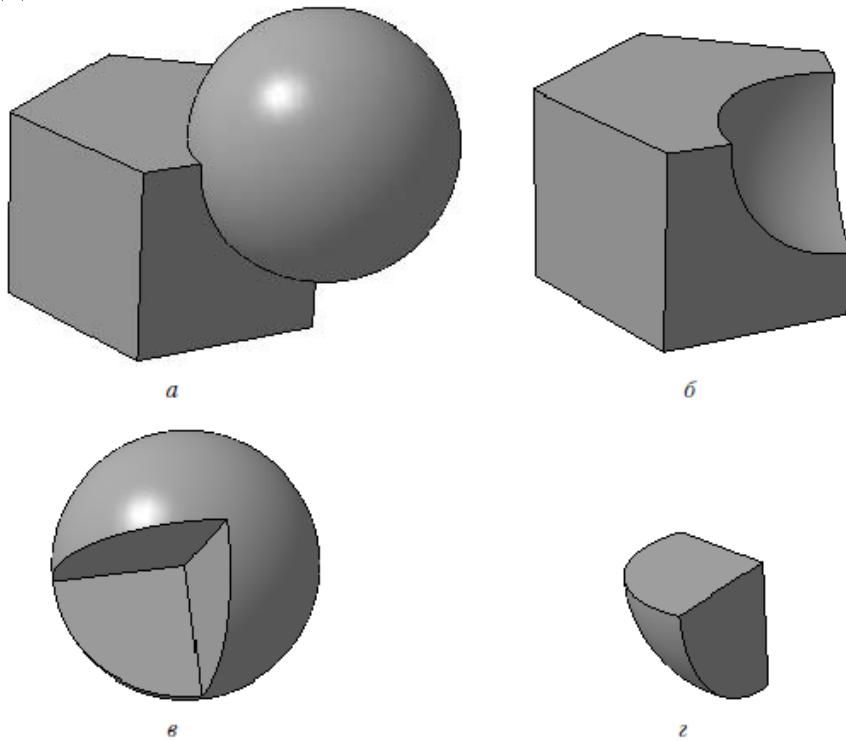


Рис. 3.16. Результат выполнения булевой операции: объединение (*а*), вычитание (*б*, *в*) и пересечение (*г*)

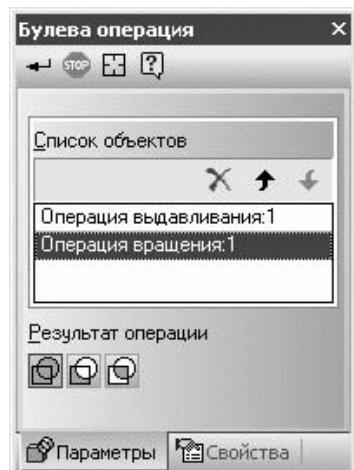


Рис. 3.17. Изменение порядка выбранных тел в списке объектов булевой операции

Вы можете самостоятельно попробовать все четыре варианта команды Булевой операции. Для этого после ее выполнения выделите ее в дереве построения и вызовите команду контекстного меню Редактировать (в более ранних версиях программы – Редактировать элемент) (рис. 3.18). Запустится процесс редактирования выбранной в дереве операции: трехмерный элемент опять перейдет в фантомное состояние, а на панели свойств отобразятся настройки данной операции. Изменив какие-либо из значений параметров (в нашем примере – результат булевой операции), вновь создайте трехмерный элемент, нажав кнопку Создать объект.

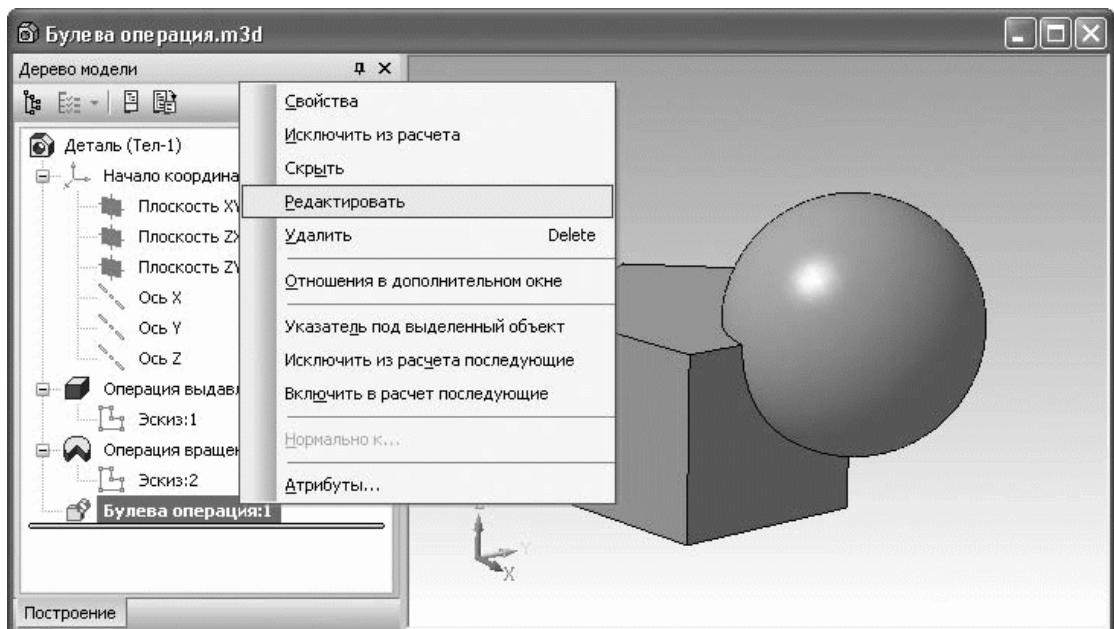


Рис. 3.18. Контекстное меню трехмерного элемента, вызванное из дерева построения

В контекстном меню для трехмерных элементов присутствует еще несколько очень полезных команд (см. рис. 3.18).

- Удалить (или Удалить элемент в предыдущих версиях КОМПАС-3Д) – удаляет трехмерный элемент из модели и дерева построения. При удалении определенного элемента из детали его эскизы (или эскизы) не удаляются, но удаляются все зависящие от него (условно подчиненные) трехмерные элементы (операции). Под условно подчиненными следует понимать такие операции, которые, хоть и являются отдельными трехмерными объектами, формируются на базе уже существующей геометрии модели и напрямую зависят от нее (являются производными). Например, если вы выполнили операцию выдавливания, после чего на пересечении граней полученного объекта создали скругления, то после удаления операции выдавливания все скругления будут также удалены!

#### Внимание!

Будьте осторожны при удалении тех или иных элементов детали – восстановить их, кроме как создав заново, будет невозможно!

- Скрыть – управляет отображением элемента детали, выбранного в дереве построения. После ее выполнения элемент будет скрыт (спрятан) в модели. Если вызывать контекстное меню для уже скрытого элемента, на месте этой команды будет команда Показать, включающая отображение объекта. Если вы скрываете какую-то часть твердого тела (одну операцию), то в модели будет спрятано все тело, в состав которого входит выбранная операция. Режим скрытия очень полезен для сложных моделей, особенно больших сборок. Скрытие отдельных элементов значительно облегчает работу с такой моделью, ее становится проще приближать, отдалять или поворачивать в окне представления.

- Отношения в дополнительном окне – команда позволяет создать дополнительное окно дерева модели и отобразить в нем объекты, являющиеся исходными и производными для объекта, выделенного в дереве.

- Указатель под выделенный объект – автоматически перемещает и устанавливает указатель, отсекающий операции построения в дереве под выделенный трехмерный элемент. Подробнее о данном указателе читайте далее.

- Исключить из расчета – исключает из расчета выбранную операцию, вследствие чего модель перестраивается так, как будто исключенной операции вообще нет в модели. Если элемент исключен, то вместо этой команды будет отображена команда Включить в расчет. При исключении трехмерного элемента из модели исключаются все его условно

подчиненные элементы, однако при включении этого же элемента в структуру модели все подчиненные объекты останутся исключенными. Их придется включать вручную. Исключенные элементы отображаются в дереве построения светло-голубым цветом и помечены крестиком в левом нижнем углу.

- Исключить из расчета следующие – новая команда, позволяющая исключить из расчета детали все трехмерные формообразующие элементы, которые следуют за выделенным элементом (для которого было вызвано контекстное меню).

- Включить в расчет следующие – эта функция активирует ранее исключенные из расчета формообразующие элементы (если такие есть, конечно) во всех элементах, следующих ниже выделенного.

Как вы наверняка успели заметить, контекстное меню, вызываемое на объекте дерева построения модели, динамически изменяется в зависимости от состояния объекта. Более того, состав меню меняется даже для каждого отдельного типа объектов модели. Например, контекстное меню для эскиза будет иметь другой вид (рис. 3.19).

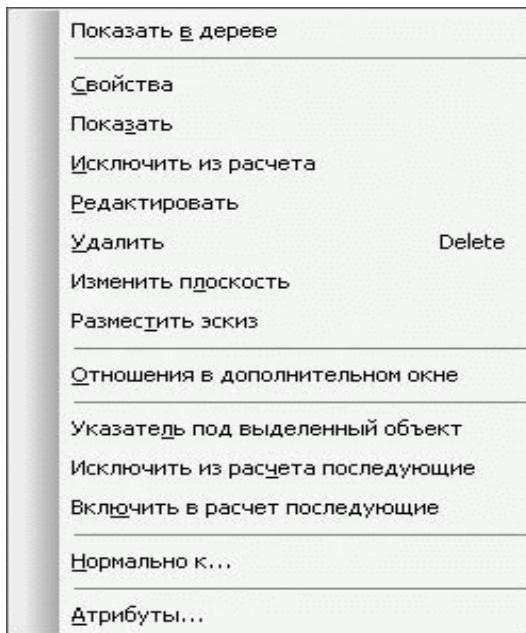


Рис. 3.19. Контекстное меню, вызванное в дереве построения для эскиза

Часть команд меню для эскиза имеет схожее назначение с командами трехмерных элементов (операций): Исключить из расчета, Исключить из расчета последующие, Включить в расчет последующие, Редактировать и Показать (эскиз после выполнения трехмерной операции сразу делается скрытым, исключение составляют эскизы траектории для кинематических операций, но они, если быть точным, и не входят в состав эскизов этой операции).

При редактировании эскиза трехмерная операция, в которую он входит, а также все операции в модели, следующие за этой операцией в дереве построения, блокируются (становятся недоступными). При этом в дереве модели возле их значков появляется изображение защелкнутого замка. Данные операции нельзя ни выделять, ни изменять до тех пор, пока не будет завершено редактирование эскиза. После выхода из режима редактирования эскиза все эти операции будут перестроены с учетом изменений в эскизе.

Есть в контекстном меню эскиза (см. рис. 3.19) и некоторые особенные команды:

- Изменить плоскость – позволяет переназначить опорную плоскость эскиза, правда, при этом могут быть утеряны все параметрические связи, наложенные на эскиз;
- Разместить эскиз – дает возможность изменять размещение всего изображения эскиза в пределах его базовой плоскости (подобно изменению точки привязки вида в чертеже).

### Примечание

При запущенной на выполнение трехмерной операции контекстное меню в дереве построения нельзя вызвать.

Еще одной из основных формообразующих операций является создание листового тела. Функции для работы с листовыми моделями мы рассмотрим позже.

Перейдем к дополнительным командам, позволяющим легко реализовать различные конструкторские элементы на теле детали. Все эти команды доступны, только если в модели уже есть построенные тела, созданные с помощью одной или нескольких основных формообразующих команд. Трехмерные элементы, созданные с использованием дополнительных операций, находятся в зависимости от основных элементов. Эта зависимость строго односторонняя, то есть редактирование производного элемента не влияет на состояние основного, но при изменении основного элемента дополнительный также изменит свою форму.

Одними из наиболее используемых дополнительных команд являются Фаска  и Скругление  (на панели Редактирование детали они объединены в одну группу). Для этих операций не требуется создавать эскиз. Вы лишь указываете радиус скругления или катет и угол фаски, а также ребра, на месте которых необходимо сформировать указанный конструкторский элемент. Для выделения ребра в 3D-модели подведите к нему указатель мыши и, когда справа внизу от указателя появится изображение маленького отрезка, щелкните на ребре кнопкой мыши. Ребро должно подсветиться красным цветом. За один вызов команды Фаска или Скругление можно создавать фаску или скруглить сколько угодно ребер (рис. 3.20).

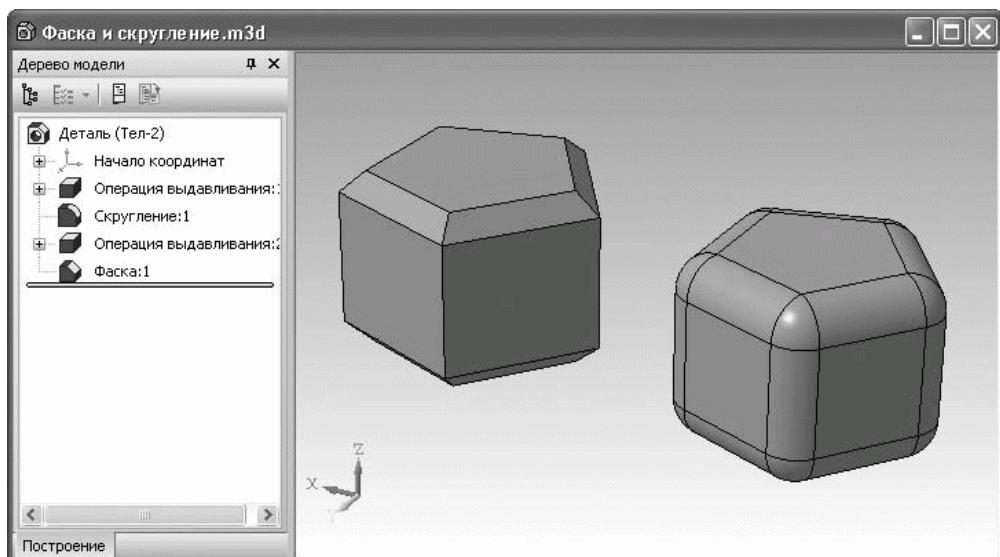


Рис. 3.20. Результат выполнения команд Фаска и Скругление

Есть и другой способ выбора ребер для построения фаски или формирования скругления. В окне модели вы можете выбрать любую грань, тогда на всех ее ребрах будут созданы фаски или скругления указанных параметров. Выделить грань достаточно просто: подведите к ней указатель (возле указателя появится условное обозначение грани) и щелкните кнопкой мыши. Грань подсветится. Как и для большинства других трехмерных операций, создаваемые фаски или скругления сначала отображаются фантомами с характерной точкой, позволяющей прямо в окне модели редактировать их параметры.

При описании двух предыдущих команд был затронут вопрос выделения трехмерных элементов (ребер и граней) непосредственно на самой модели. Как вы уже заметили, система отслеживает, какой объект находится ближе всего к указателю мыши, и выдает своеобразную подсказку, что сейчас можно выделить. Иногда необходимо выделить объекты только какого-то одного конкретного типа, например только ребра или только вер-

шины. В достаточно сложных моделях бывает нелегко выбрать нужный объект, так как мешают другие элементы, расположенные слишком близко. Например, при создании скругления необходимо выделять или снимать выделение только с ребер, а по короткому ребру очень сложно попасть щелчком мыши в окне модели. Случайно щелкнув на грани (при запущенной команде Скругление), вы тем самым выделите все ее ребра, что только добавит вам лишних хлопот. Для решения этой проблемы в системе КОМПАС-3D есть возможность настройки фильтров выделения. Это можно сделать на панели инструментов Фильтры (рис. 3.21). С помощью кнопок на этой панели можно включить или выключить возможность выделения следующих объектов:

- граней;
- ребер;
- вершин;
- конструктивных плоскостей;
- конструктивных осей.



Рис. 3.21. Панель Фильтры

По умолчанию на этой панели нажата кнопка Фильтровать все, которая позволяет выделять все трехмерные элементы модели.

Продолжим рассмотрение дополнительных формообразующих операций для детали.

Команда Отверстие очень удобна для быстрого создания различных отверстий со сложным профилем в теле детали. Эта команда доступна, если в модели выделена плоская грань, которая автоматически становится базовой для отверстия. Для формирования отверстия необходимо задать его координаты на базовой плоскости, а главное – выбрать тип (профиль) отверстия и определить его размеры. Тип отверстия можно указать на панели Выбор отверстия (рис. 3.22) вкладки Параметры панели свойств. В библиотеке отверстий содержатся как самые простые отверстия, например под ввинчиваемые болты, так и с очень сложным профилем, включающим всевозможные канавки, буртики и пр. Выбрав тип отверстия, задав координаты его центра и размеры, нажмите кнопку Создать объект – система выполнит все построение (то есть с помощью этой команды вы избавились от необходимости самостоятельно рисовать эскиз). Редактируется построенный объект не как обычная операция вырезания, а именно как отверстие. Вы можете изменить его профиль и построить заново, при этом вам не нужно будет перерисовывать эскиз.

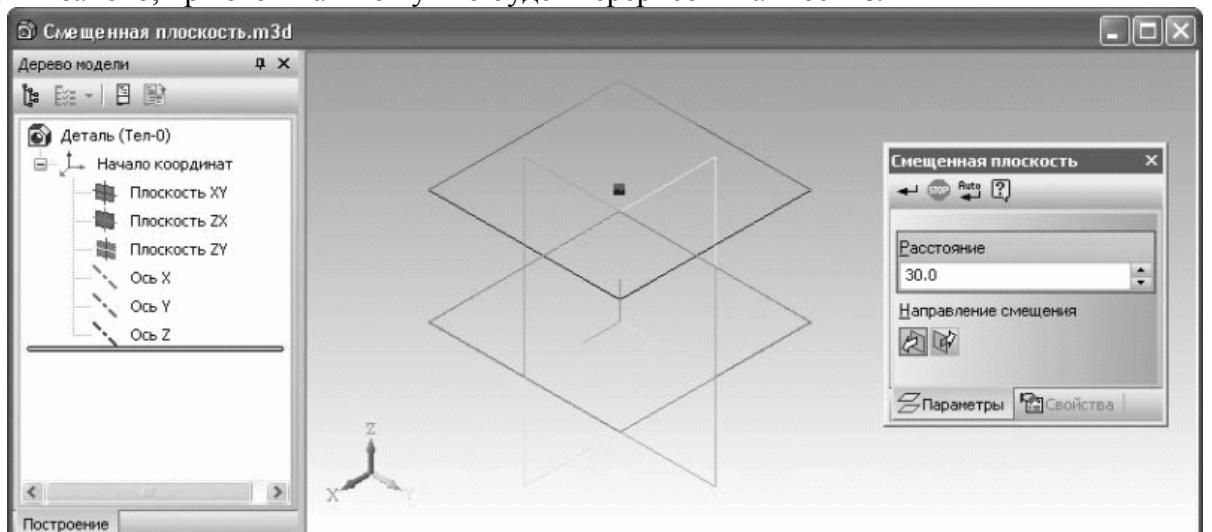


Рис. 3.22. Выбор типа отверстия и задание его размеров

### Примечание

У элемента, созданного с помощью команды Отверстие, все-таки есть эскиз (вы можете увидеть его в дереве построений, раскрыв узел операции отверстия). Однако этот эскиз содержит не изображение профиля отверстия, а всего лишь точку, обозначающую положение центра отверстия на опорной плоскости. Таким образом, редактируя этот эскиз (перемещая точку), вы изменяете положение отверстия на плоскости.

Команду Отверстие можно использовать и для сборки.

Команда Ребро жесткости строит в детали одноименный элемент на основе эскиза, содержащего незамкнутый контур.

Еще одна из дополнительных команд – Уклон

– предназначена для придания уклона плоских граней, которые были перпендикулярны основанию (рис. 3.23). Эта команда отличается от уклона, придаваемого элементам выдавливания, следующими особенностями:

- уклон придается не всем граням относительно основания, а лишь выбранным пользователем;
- одновременно можно формировать уклон для граней, принадлежащих трехмерным элементам, которые сформированы разными формообразующими операциями;
- для операции не требуется эскиз.

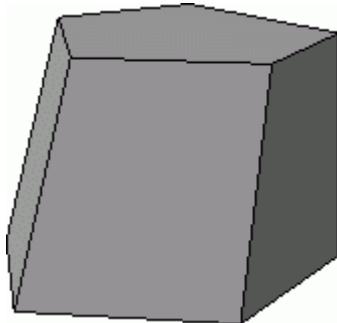


Рис. 3.23. Две грани, наклоненные к основанию с помощью команды Уклон

Эта команда достаточно проста в применении. После ее вызова вы указываете плоскую грань – основание, после чего одну за другой – грани, которые нужно наклонить. Наконец, задаете угол уклона в поле Угол на панели свойств (выбранные грани отрисовываются фантомом в наклоненном состоянии) и подтверждаете создание уклона, нажав кнопку Создать объект.

Данная операция предназначена для придания небольших уклонов моделям деталей, которые предполагается изготавливать литьем. Таким образом, не редактируя эскизы и не искажая структуру модели, вы легко получаете нужные формовочные уклоны.

### Совет

Если на ребрах наклоненных граней должно быть скругление, то его желательно делать уже после выполнения уклона. Операцию Уклон желательно применять на самом последнем этапе построения модели.

Используя команду Оболочка

вы сможете преобразовать твердотельную деталь в тонкостенную оболочку (рис. 3.24). При формировании оболочки вам следует лишь указать грань или грани, которые будут удалены с тела модели (на рис. 3.24 это нижняя опорная грань детали), а также задать толщину стенки.

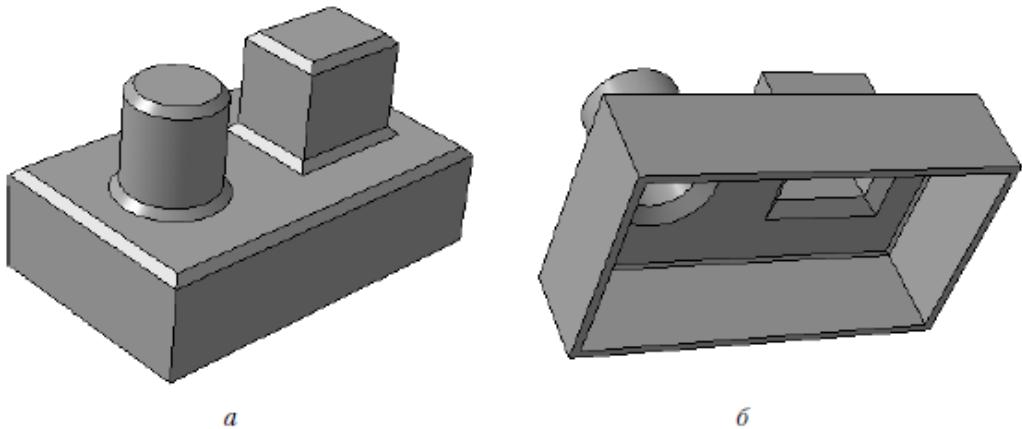


Рис. 3.24. Сплошная деталь (а) и результат применения команды Оболочка (б)

Команда Оболочка очень полезна при проектировании различных корпусных деталей. Значительно проще сначала создать модель, полностью заполненную материалом, заботясь только о внешней форме, а не о внутренней полости, а затем с помощью одной команды превратить ее в тонкостенную деталь.

Совет

Если вы планируете применять операцию Оболочка, старайтесь не перегружать модель скруглениями.

Последними среди дополнительных операций являются команды создания сечений в модели: Сечение поверхностью 

(рис. 3.25, а) и Сечение по эскизу 

(рис. 3.25, б). Главное отличие этих команд в том, что для первой не требуется создания эскиза, а для второй он обязателен (что и следует из названия команды).

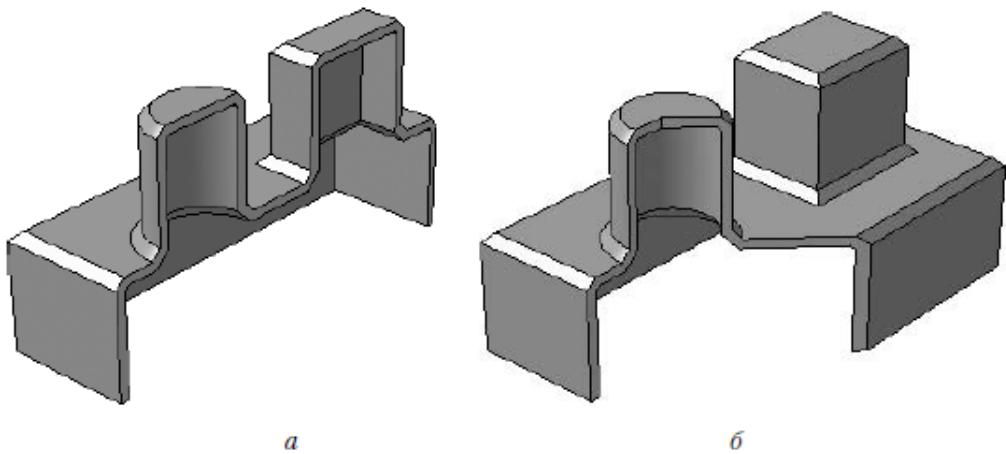


Рис. 3.25. Результаты выполнения команд создания сечений: поверхностью (а) и по эскизу (б)

При выполнении сечения поверхностью вы указываете любую поверхность в модели (грань, вспомогательную плоскость) и направление операции (прямое или обратное). Поверхность не обязательно должна быть плоской. Направление в этой операции указывает, какую часть модели вырезать, другими словами, по какую сторону от указанной поверхности рассекать модель. Чаще всего эту команду используют для рассечения детали или сборки одной из ортогональных плоскостей, просто чтобы показать внутреннее строение модели.

Сечение по эскизу применяют, когда необходимо сформировать разрез более сложного профиля. Для этого выбирают какую-либо плоскость в модели, на которой соз-

дают эскиз профиля сечения. Затем, выделив эскиз, нажимают кнопку Сечение по эскизу и, задав направление (в модели оно будет показано стрелкой), создают вырез. Эскиз сечения должен содержать незамкнутый контур, концы которого желательно размещать за краями рассекаемой части детали. Эту команду применяют как для создания разреза в модели (то есть чтобы открыть ее внутреннее строение), так и как самостоятельный трехмерный элемент, формирующий какую-то часть геометрии модели.

#### Примечание

При выполнении команды Сечение по эскизу стрелка указывает направление вырезания материала при сечении, поскольку само вырезание происходит не перпендикулярно, а вдоль опорной плоскости эскиза. По этой причине направление нормали для команды Сечение по эскизу не имеет значения.

Как и команды вырезания и создания отверстий, обе команды построения сечений можно применять и для сборки.

Иногда после завершения редактирования эскиза или после включения в расчет ранее исключенных трехмерных операций модель отображается некорректно, а в дереве построений возле таких операций появляется восклицательный знак в красном кружке. Это свидетельствует об ошибках в трехмерных операциях. Их нельзя допускать в моделях. Ошибки бывают разными. Например, в результате перестройки одной из операций вы изменили форму модели так, что одно из отверстий (сформированных операцией вырезания) больше не пересекает тело детали, но ведь сама операция вырезания осталась в модели. Возникает ошибка, отверстие не вырезается, и вся последующая геометрия модели будет построена неправильно. Для устранения ошибок необходимо отредактировать эскиз или параметры неверной операции. Иногда достаточно изменить что-либо в построениях, предшествующих операции, в которой возникла ошибка.

Кроме того, иногда возникают диалоговые окна Что неверно?, которые говорят о невозможности выполнить ту или иную операцию (рис. 3.26). Появление этого окна означает, что один или несколько параметров на панели свойств заданы неверно. Такой ошибкой может быть, например, самопересечение контура операции выдавливания, отсутствие осевой линии в эскизе операции вращения, неверный эскиз операции вырезания, разделяющий тело на несколько частей, недопустимый радиус скругления и т. д. При появлении такого сообщения (в нем могут быть зафиксированы сразу несколько ошибок) завершение построения трехмерной операции невозможно.

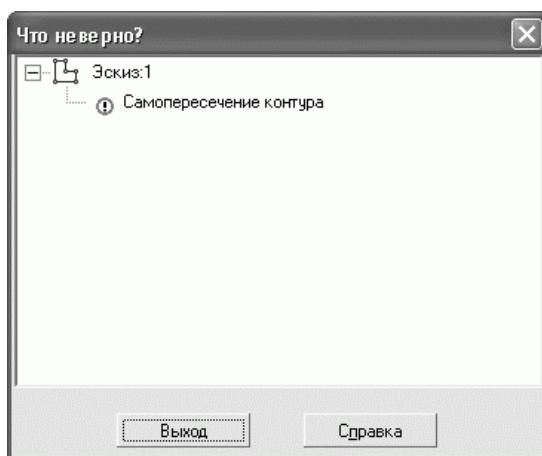


Рис. 3.26. Сообщение об ошибке в эскизе

В отдельную группу следует отнести команды создания массивов элементов (хотя следует понимать, что эта классификация достаточно условна).

Для детали есть три разные команды создания массивов (на панели Редактирование детали их кнопки объединены в одну группу):

- Массив по сетке

– размещает копируемые элементы в узлах двухмерной сетки, количество копий по каждому из направлений задается отдельно. Сетка не обязательно должна быть ортогональной;

- Массив по концентрической сетке

– копии выбранных трехмерных элементов располагаются равномерно по концентрическим окружностям;

- Массив вдоль кривой

– создает одномерный массив трехмерных элементов, которые размещаются вдоль произвольной кривой.

Копировать с помощью этих команд можно не только один элемент (операцию), а сразу несколько (например, операцию выдавливания вместе со сформированными на ее гранях фасками или отверстиями). Выделять исходные объекты для копирования возможно как в окне модели, так и в дереве построения. Важно понимать, что операции создания массивов не предназначены для создания новых тел в модели, поэтому при задании параметров этих команд учитывайте, что копии трехмерного элемента должны быть приклеены (или вырезаны) к тому телу, которому принадлежит исходный элемент. Если хотя бы одна из копий выйдет за пределы своего тела, то система сообщит об ошибке и массив не будет создан.

Все три команды можно использовать и для сборки, но там они служат для копирования отдельных деталей, входящих в состав сборки.

Есть еще одна команда, предназначенная для копирования элементов модели, – Зеркальный массив

Она служит для создания зеркального отражения выбранных элементов модели относительно плоскости или плоской грани. Как и все прочие команды формирования массивов, Зеркальный массив не может создавать новые тела. А вот команда Зеркально отразить тело (она находится в одной группе с командой зеркального массива) позволяет получить как одно целое тело, симметрично отразив созданную его часть относительно грани или плоскости, так и два отдельных, симметричных друг другу относительно выбранной плоскости.

Мы рассмотрели практически все команды панели инструментов Редактирование детали (конечно, это не все, что есть в КОМПАС-3D: ведь существуют еще листовые детали, поверхности, вспомогательные объекты и пр.). Остались еще две операции, доступные только в режиме редактирования детали в сборке, но о них чуть позже.

При описании формообразующих команд я специально пропустил команды для создания листового тела. *Листовое тело* – это деталь КОМПАС-3D, представляющая собой трехмерную модель объекта (изделия), сформированного различными операциями над заготовкой из листового металла (гибка, ковка, штамповка и т. п.). Все команды для построения листовых деталей вынесены на отдельную панель инструментов – Элементы листового тела (рис. 3.27).



Рис. 3.27. Панель инструментов Элементы листового тела

Основной формообразующей командой для листовых моделей (рис. 3.28) является *Листовое тело*

Без выполнения этой команды любые другие операции по редактированию листовой детали будут недоступны. Процесс формирования листового тела подобен выполнению формообразующей операции выдавливания. Листовое тело создается путем перемещения эскиза листового тела в ортогональном направлении на некоторую величину (обычно небольшую – не более нескольких миллиметров).

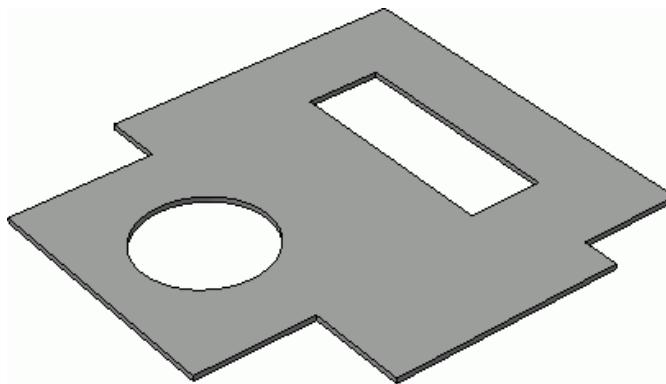


Рис. 3.28. Листовое тело

После создания листового тела вы можете выполнять с ним различные операции, формируя деталь, которую весьма сложно было бы смоделировать с помощью только булевых операций (рис. 3.29).

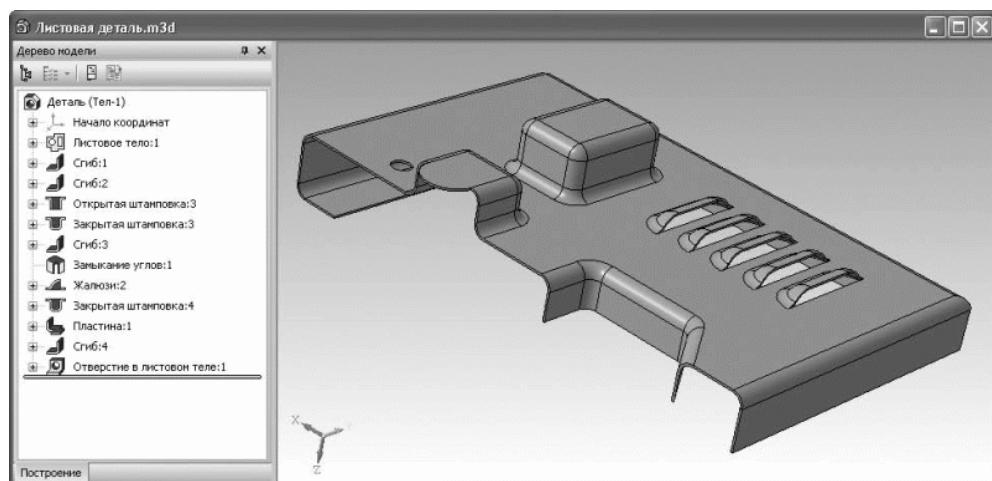


Рис. 3.29. Пример листового моделирования

На листовом теле можно формировать следующие конструктивные элементы.

• Сгибы. Для создания этих трехмерных элементов на панели Элементы листового тела присутствуют следующие команды:

Сгиб;

Сгиб по линии;

Подсечка.

• Отверстия. Команды позволяют создавать отверстия как круглого, так и более сложного сечения:

Отверстие в листовом теле;

Вырез в листовом теле.

• Дополнительные конструктивные элементы (штамповка, жалюзи, буртик), которые представлены командами:

Открытая штамповка;

Закрытая штамповка;

Жалюзи;

Буртик.

• Замыкание углов, полученных при сгибах листового тела. Для этого существует специальная команда Замыкание углов

На данный момент в системе реализовано три способа замыкания: замыкание встык, замыкание с перекрытием и плотное замыкание. Для каждого способа можно выбрать различные виды обработки стыка: без обработки, стык по кромке (применим только

для замыкания встык и плотного замыкания) и стык по хорде. Некоторые примеры замыкания углов показаны на рис. 3.30.

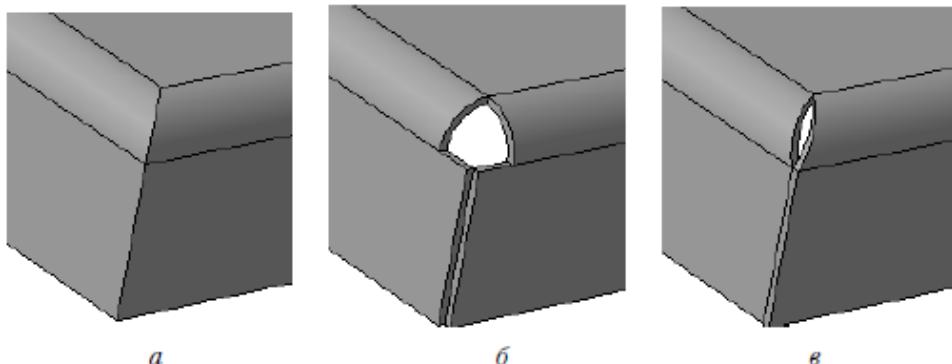


Рис. 3.30. Замыкание углов: плотное по кромке (a), встык без обработки (b), с перекрытием и обработкой стыка по хорде (c)

Кроме того, можно получить развертку листового тела (для этого есть специальная команда). В листовой модели вы также можете использовать любые булевы операции с панели Редактирование детали. Совместное применение команд листового и твердотельного моделирования предоставляет поистине колоссальные возможности проектировщика, что будет продемонстрировано на примерах.

В конце этого раздела несколько слов о способах редактирования трехмерных объектов в системе КОМПАС.

Во-первых, редактирование любого объекта можно запустить с помощью контекстного меню дерева построения.

Во-вторых, редактирование всех трехмерных операций (включая дополнительные операции, команды создания массивов и вспомогательных объектов) запускается двойным щелчком кнопкой мыши. Например, чтобы изменить настройки операции выдавливания, дважды щелкните на одной из граней, полученной в результате выполнения этой операции. Двойным щелчком можно также запустить редактирование эскизов, но поскольку в большинстве случаев они жестко привязаны к геометрии модели, по ним очень трудно попасть при двойном щелчке. Пытаясь щелкнуть на эскизе, вы, скорее всего, запустите процесс редактирования другого объекта. По этой причине эскизы лучше редактировать, используя команду Редактировать контекстного меню дерева построения.

Настройки операций можно изменять с помощью элементов управления на панели свойств или, в отдельных случаях, используя характерные точки фантомного изображения.