

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
ИМ. ПРОФ. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»**

Кафедра Конструирования и производства радиоэлектронных средств_

**Утверждаю
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент**

«___» _____ 201 года

ЛЕКЦИЯ

по дисциплине

**«Проектная графика в конструкциях электронных
средств»**

**ТЕМА №3
Занятие № 6**

**Трехмерные преобразования в проектной графике
3D моделирование в САПР КОМПАС-3D**

**Обсуждена на заседании кафедры
Протокол № ___ от
«___» _____ 201 года**

**Санкт-Петербург
2018**

I. Учебные цели

1. Ознакомиться с основными формообразующими операциями 3D моделирования в САПР.
2. Изучить основные команды для построения и редактирования 3D объектов в САПР КОМПАС 3D.

II. Воспитательные цели

1. Воспитание чувства ответственности за качественное освоение изучаемой дисциплины.
2. Поднять творческую составляющую обучения.

III. Расчет учебного времени

Содержание и порядок проведения лекции	Время, мин
Вступительная часть. Основная часть (текст лекции) Учебные вопросы: 1. Формообразующие операции 3D моделирования. 1.1. Последовательность построения эскиза для формообразующей операции. 1.2. Основные подходы к формированию трехмерных элементов в твердотельном моделировании. 2. Основные команды для построения и редактирования 3D объектов. 2.1. Дополнительные команды формообразующих операций. 2.2. Команды создания массивов элементов. 3. Общие рекомендации по построению трехмерных моделей. Заключение.	3
Заключительная часть	2

IV. Литература

1. КОМПАС-3D v17. Руководство пользователя. 2017 ООО «АСКОН"Системы проектирования».
2. Большаков В. П., Бочков А. Л. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor. — СПб.: Питер, 2013.

V. Учебно-материальное обеспечение

Наглядные пособия (схемы):

1. Наглядные пособия: Слайды.
2. ТСО: ПЭВМ, мультимедиа-проектор

VI. Текст лекции

Введение

В КОМПАС"3D возможно создание двух типов моделей: *деталь и сборка*.

Деталь — тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых без применения сборочных операций. Создается и хранится в документе «деталь», расширение файла — *m3d*.

Сборка — тип модели, предназначенный для представления изделий, изготавливаемых с применением сборочных операций. Создается и хранится в документе «сборка», расширение файла — *a3d*. Разновидность сборки — технологическая сборка. Создается и хранится в документе «технологическая сборка», расширение файла — *t3d*.

Трехмерная модель в КОМПАС - 3D состоит из объектов. Объекты подразделяются на:

- геометрические,
- элементы оформления,
- объекты «измерение»,
- компоненты.

К *геометрическим объектам* относятся: *тела, поверхности, кривые, точки, эскизы, объекты вспомогательной геометрии*.

К *элементам оформления* относятся *размеры, условное обозначение резьбы, линии выноски, обозначения шероховатости, базы, позиции, допуски формы и расположения*.

Компонент — это объект модели, в свою очередь являющийся моделью: деталью или сборкой.

Объекты модели создаются и редактируются путем выполнения *операций*. При создании и редактировании объекта возможно формирование ассоциативной связи его с другим объектом.

Ассоциативная связь — это однонаправленная зависимость расположения или геометрии одного объекта от расположения или геометрии другого объекта. Зависимый объект считается *производным*, а объект, от которого производный объект зависит — *исходным* по отношению к производному.

Модели в целом, а также отдельным ее частям (телам, компонентам) можно назначить параметры для расчета МЦХ¹ — материал и плотность материала, а также задать *свойства* — данные об изделии, которое эта модель (часть модели) представляет.

Состав модели, последовательность ее построения и связи между объектами модели отображаются в *Дереве построения*.

¹МЦХ – массо-центровочные характеристики существующей модели

1. Формообразующие операции 3D моделирования

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.).

1.1. Последовательность построения эскиза для формообразующей операции

1. Выделить 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. Нажать 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).

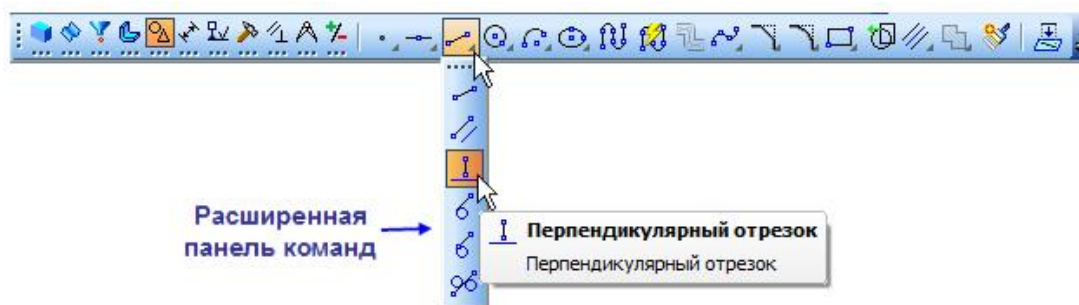
Для установки ориентации модели нормально к плоскости эскиза вручную надо выделить плоскость и воспользоваться командой **Нормально**



которая находится в раскрывающемся меню кнопки **Ориентация** на панели инструментов **Вид**.



3. После запуска процесса создания эскиза компактная панель изменит свой вид



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

4. Эскиз останется выделенным в окне документа (**подсвечен зеленым цветом**), поэтому 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.

1.2. Основные подходы к формированию трехмерных элементов в твердотельном моделировании

Существует четыре основных подхода к формированию трехмерных формообразующих элементов в твердотельном моделировании. Эти подходы практически идентичны во всех современных системах твердотельного 3D-моделирования. Рассмотрим их.

- **Выдавливание.** Форма трехмерного элемента образуется путем смещения эскиза операции (рис. 1, *а*) строго по нормали к его плоскости (рис. 1, *б*). Во время выдавливания можно задать уклон внутрь или наружу (рис. 1, *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.

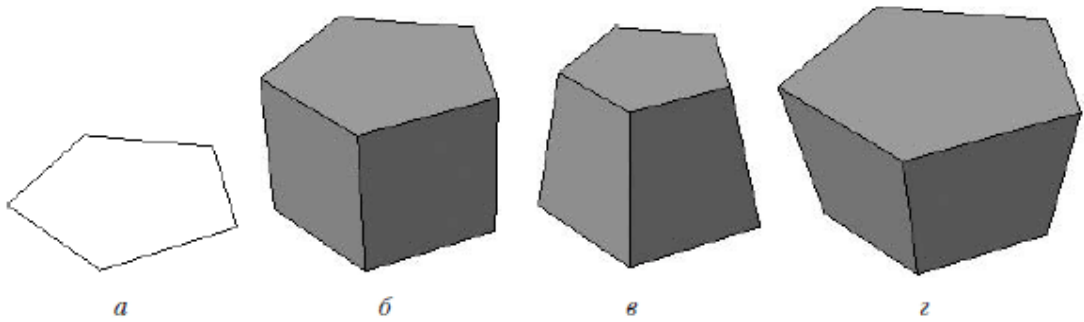
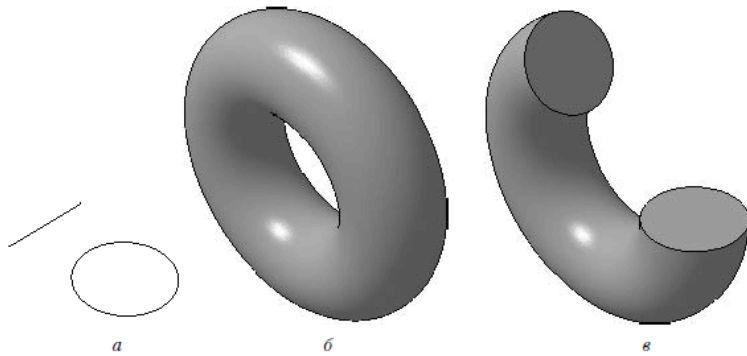


Рис. 1. Выдавливание: эскиз (а), сформированный трехмерный элемент (б), уклон внутрь (в) и уклон наружу (z).

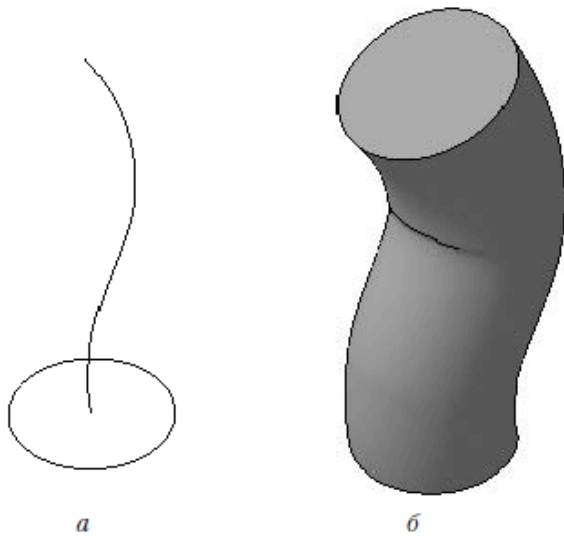
• **Вращение.** Формообразующий элемент является результатом вращения эскиза (рис. 2, а) в пространстве вокруг произвольной оси (рис. 2, б).



Вращение может происходить на угол 360° или меньше (рис. 2, в). Обратите внимание, ось вращения ни в коем случае не должна пересекать изображение эскиза!

Рис. 2. Вращение: эскиз (а), полное вращение (б), вращение на угол меньше 360° (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.). Эскиз должен содержать обязательно замкнутый контур, а траектория перемещения – брать начало в плоскости эскиза. Разумеется, траектория должна не иметь разрывов.

Рис. 3. Кинематическая операция: эскиз и траектория операции (а), трехмерный элемент (б).

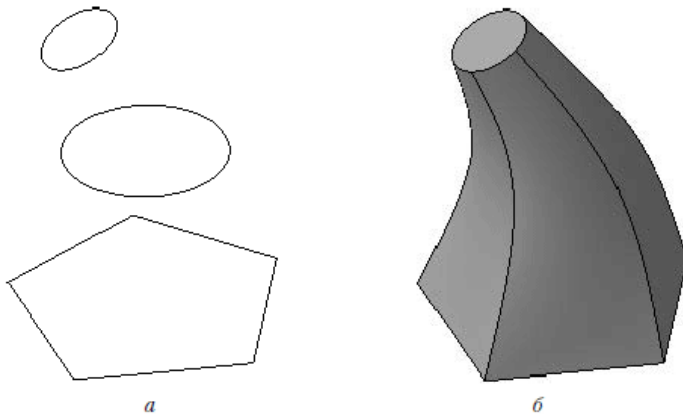


Рис. 4. Операция по сечениям: набор эскизов в пространстве (а), сформированный трехмерный элемент (б).

Перечисленных четырех способов обычно хватает для формирования сколько угодно сложных форм неорганического мира. В 90 % случаев твердотельного инструментария достаточно для построения неживых объектов.

2. Основные команды для построения и редактирования 3D объектов

Все команды для построения и редактирования детали расположены на панели инструментов **Редактирование детали** (рис. 5). Для перехода к этой панели щелкните на одноименной кнопке компактной панели (разумеется, активным должен быть документ КОМПАС-Деталь).

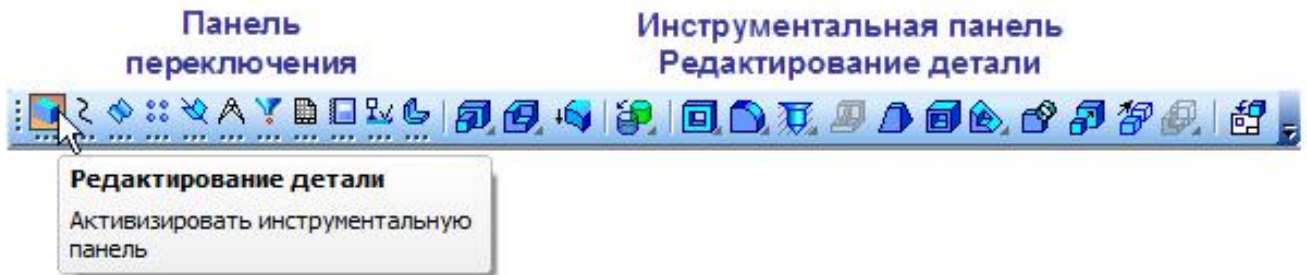


Рис. 5. Панель инструментов Редактирование детали.

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.



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. 6). 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.

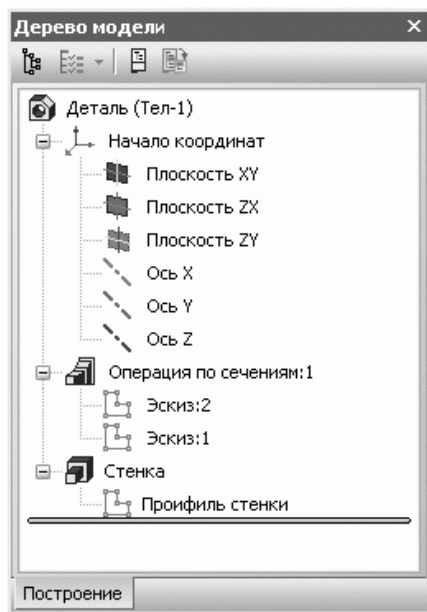


Рис. 6. Отображение последовательности операций в дереве построения модели.

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.

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 флажке **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.**



Все эти команды неактивны, если в детали нет хотя бы одной операции добавления материала.

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. 7).

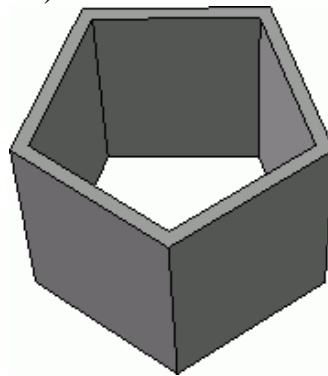


Рис. 7. Результат операции выдавливания в режиме построения тонкой стенки.

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 – формообразующий элемент создается сплошным (нет тонкой стенки);



Наружу – тонкая стенка строится наружу от контура эскиза операции;



Внутри – 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 «приклеивания» или вырезания содержится незамкнутая кривая, то автоматически включается режим создания тонкой стенки, выдав-


ленной 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 формообразующей 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.

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. 8). 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.).

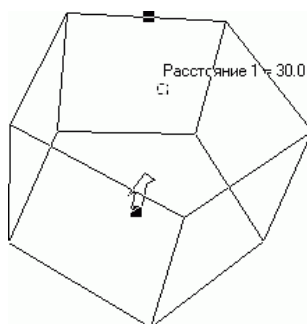


Рис. 8. Фантом операции выдавливания.

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.*

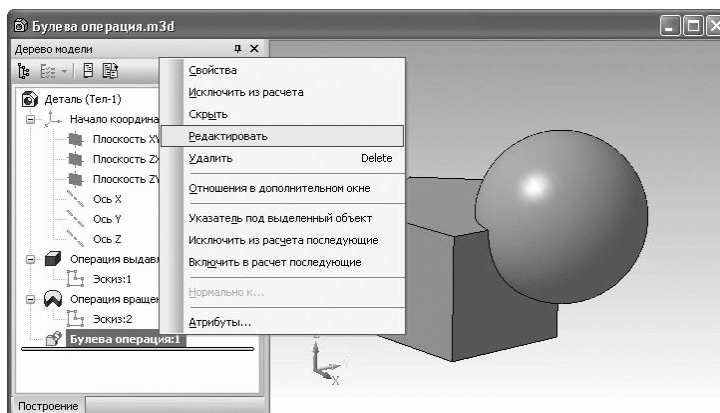


Рис. 9. Контекстное меню трехмерного элемента, вызванное из дерева построения

В контекстном меню для трехмерных элементов присутствует еще несколько очень полезных команд (см. рис. 9).

- **Удалить** – удаляет трехмерный элемент из модели и дерева построения. При удалении определенного элемента из детали его эскиз (или эскизы) не удаляются, но удаляются все зависящие от него (условно подчиненные) трехмерные элементы (операции).

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 мо-

дели 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 последующие** – эта функция активирует ранее исключенные из расчета формообразующие элементы (если такие есть, конечно) во всех элементах, следующих ниже выделенного.

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. 10).

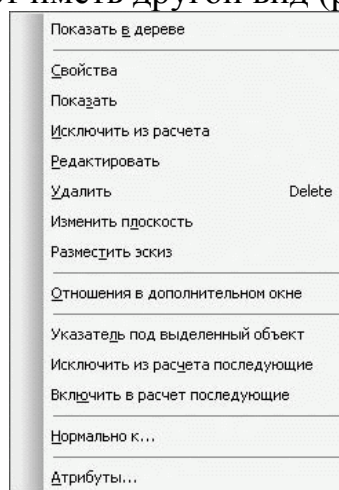


Рис. 10. Контекстное меню, вызванное в дереве построения для эскиза.

Есть в контекстном меню эскиза (см. рис. 10) 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.

2.1. Дополнительные команды формообразующих операций

Перейдем к дополнительным командам, позволяющим 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 однонаправленная, 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. 11).

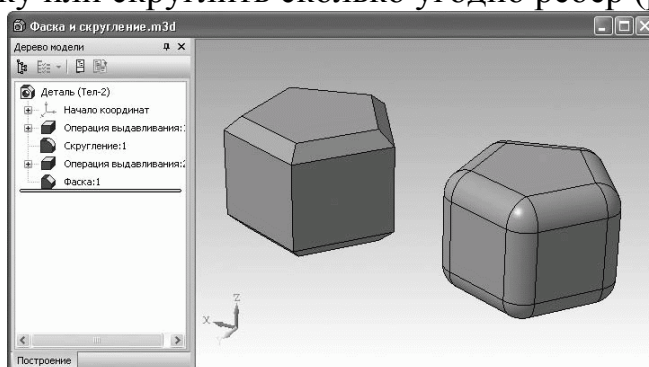


Рис. 11. Результат выполнения команд Фаска и Скругление.

В системе КОМПАС-3D есть возможность настройки фильтров выделения. Это можно сделать на панели инструментов **Фильтры** (рис. 12). С помощью кнопок на этой панели можно включить или выключить возможность выделения следующих объектов:

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



Рис. 12. Панель Фильтры.

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

Еще одна из дополнительных команд – **Уклон**



– предназначена для придания уклона плоских граней, которые были перпендикулярны основанию (рис. 13). 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.

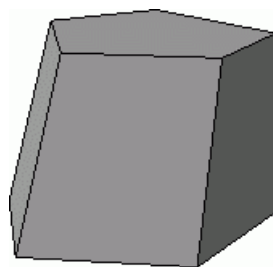



Рис. 13. Две грани, наклоненные к основанию с помощью команды Уклон.

Операцию Уклон желательно применять на самом последнем этапе построения модели.

Используя команду **Оболочка**  можно преобразовать твердотельную деталь в тонкостенную оболочку (рис. 14). При формировании оболочки вам следует лишь указать грань или грани, которые будут удалены с тела модели (на рис. 14 это нижняя опорная грань детали), а также задать толщину стенки.

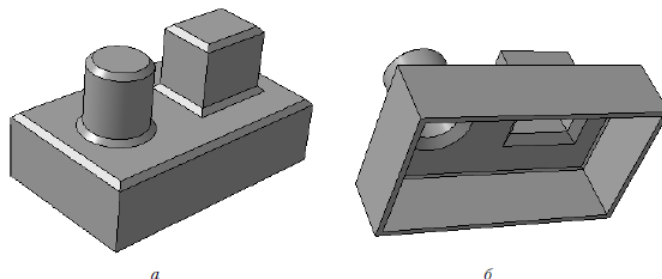

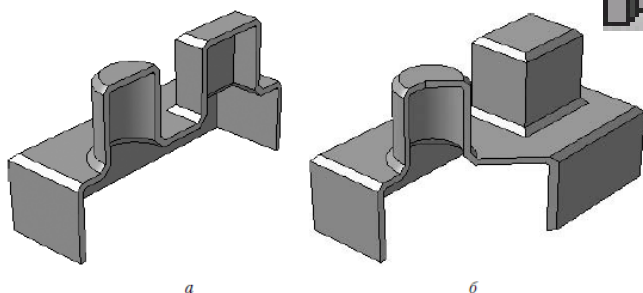


Рис. 14. Сплошная деталь (а) и результат применения команды **Оболочка** (б).

Последними среди дополнительных операций являются команды создания сечений в модели: **Сечение поверхностью** (рис. 15, а) 

и **Сечение по эскизу** (рис. 15, б) 



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

Рис. 15. Результаты выполнения команд создания сечений: поверхностью (а) и по эскизу (б).

2.2. Команды создания массивов элементов

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. Выделять исходные объекты для копирования возможно как в окне модели, так и в дереве построения.

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.



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.

3. Общие рекомендации по построению трехмерных моделей

Рассмотрим некоторые правила, которые помогут сделать проектируемые модели более изящными и рациональными. Их *необязательно придерживаться*, а в отдельных случаях даже эти рекомендации *не действуют*. Однако для тех, кто только учится трехмерному моделированию, полагаю, они будут весьма полезны.

- Старайтесь строить модель с использованием как можно меньшего количества трехмерных формообразующих операций.

- В КОМПАС-3D есть команды, которые за один вызов позволяют выполнять несколько формообразующих операций. В таком случае следует выполнять как можно больше операций за один сеанс работы с такой командой. Из этого правила следует, что такие операции, как **Скругление**, **Фаска**, **Уклон** и пр., желательно выполнять на завершающем этапе построения модели, когда вся основная геометрия уже построена.

- Перед началом формирования детали хорошо продумайте все этапы ее построения. Особое внимание уделите созданию основания. Если при доработке модели вы *выполняете операцию сечения*, которая удаляет из модели все основание, то возможно возникновение ошибок расчета модели. Этого следует избегать.

- *Не перегружайте модель вспомогательной геометрией*: используйте при возможности плоские грани модели в качестве *опорных плоскостей*, а в качестве осей или направляющих – *ребра*.

- Старайтесь строить деталь так, чтобы ее как можно проще было разместить в сборке. Например, вы можете не начинать построение, отталкиваясь от одной из базовой плоскостей, а создать смещенную плоскость, удалив таким образом деталь от точки начала координат. Или строить деталь так, как будто она наклонена под определенным углом, под которым она должна быть размещена в сборке.

- Как в детали, так и в сборке для копирования типовых элементов максимально используйте команды создания массивов.

- Если вы не создаете параметрическую модель, то:

- отключите параметризацию;

- зафиксируйте деталь после ее окончательного размещения в сборке и удалите ненужные сопряжения.

Если вы будете придерживаться этих правил, вам будет проще не только проектировать, но и редактировать или дорабатывать модель.

Справочная документация к системе предлагает **два основных способа построения**: *снизу вверх* и *сверху вниз*.

Способ проектирования снизу вверх подразумевает построения каждой детали отдельно с последующим их добавлением в сборку.

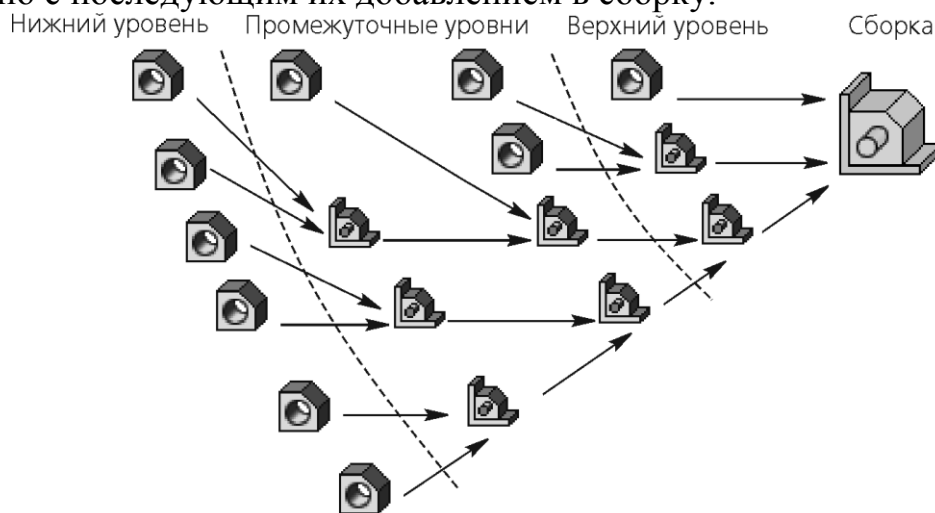


Рис. 16. Схема проектирования снизу вверх.

При проектировании снизу вверх:

- проектирование начинается с нижних уровней и завершается на верхнем уровне;

- разработка компонентов, как правило, выполняется в отдельных окнах, вне контекста сборки;
- по мере готовности компоненты размещаются в сборке (подсборке).

Проектирование сверху вниз – это последовательное создание всех деталей прямо в сборке (Рис.17).

Схема проектирования сверху вниз:

- проектирование начинается с верхнего уровня и завершается на нижних уровнях;
- компоненты, как правило, создаются в контексте сборки.

Этот способ используется очень редко.

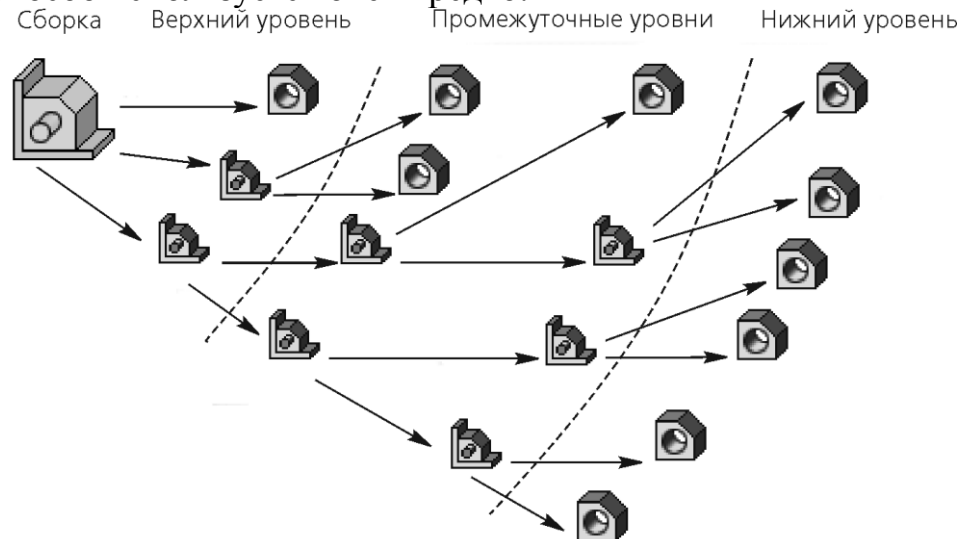


Рис. 17. Схема проектирования сверху вниз.

Чаще всего применяется смешанный способ, при котором большая часть деталей проектируется и редактируется отдельно, а потом вставляется и размещается в сборке. Некоторые компоненты, которые при построении требуют привязки к тем или иным объектам сборки, можно создавать в режиме контекстного редактирования.

В рамках описанных выше подходов реализуются следующие методики проектирования:

- «Сверху вниз с предварительной компоновкой».
- «Сверху вниз с преобразованием тел в компоненты».
- «Снизу вверх с предварительной компоновкой».
- «Снизу вверх с размещением компонентов».

Назначение методик — помощь при выборе сценария разработки сборки в целом. На практике в ходе разработки сборки обычно сочетаются несколько методик.

Разработал:
доцент кафедры, к.п.н.

В. Мордовин

« ____ » _____ 201 ____ года

Рецензировал:

« ____ » _____ 201 ____ года