

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор УО «ВГТУ»

\_\_\_\_\_ С.И.Малашенков

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ**

### **Методические указания к практическим занятиям в среде Autodesk Inventor**

для студентов специальности

1-19 01 01-02 «Дизайн предметно-пространственных комплексов»

РЕКОМЕНДОВАНО

Редакционно-издательским советом

УО «ВГТУ»

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол № \_\_\_\_\_

Витебск

2013

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к практическим занятиям в среде Autodesk Inventor  
для студентов специальности

1-19 01 01-02 «Дизайн предметно-пространственных комплексов»

**Витебск**  
**2013**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение в Autodesk Inventor.....	4
1 Основные понятия.....	5
1.2 Типы файлов.....	5
1.3 Настройка приложения.....	5
1.4 Параметры процесса моделирования.....	6
1.5 Стили и стандарты.....	6
1.6 Использование специальных клавиш и их комбинаций	6
1.7 Просмотр моделей.....	6
1.8 Средства зумирования.....	7
1.9 Импорт и экспорт данных.....	9
1.10 Обучение работе с Autodesk Inventor.....	11
2 Стартовая панель Autodesk Inventor.....	11
2.1 Построение эскизов.....	12
2.2 Параметрическое моделирование деталей.....	20
2.3 Редактирование конструктивных элементов.....	24
2.4 Создание типовых конструктивных элементов.....	24
3 Рабочие элементы.....	28
4 Цели и задачи практической работы, порядок и требования к выполнению.....	30
Литература.....	30
Приложение А.....	31

## Введение в Autodesk Inventor

Autodesk Inventor это система объемного машиностроительного конструирования. В нем имеется полный набор средств для 3D моделирования, управления информацией, совместной работы над проектами и обеспечения технической поддержки. С помощью Autodesk Inventor можно:

1. Создавать 2D и 3D эскизы, трехмерные модели изделий и чертежи.
  2. Создавать адаптивные конструктивные элементы, детали и узлы.
  3. Формировать кинематические снимки расположения составных частей изделий.
  4. Настраивать отображение изделия, управляя видимостью его компонентов.
  5. Управлять сложными изделиями, состоящими из тысяч деталей.
  6. Запускать сторонние приложения, базирующиеся на функциях интерфейса прикладного программирования (API).
  7. Использовать язык VBA для доступа к API-интерфейсу Autodesk Inventor. Автоматизировать повторяющиеся действия, создавая программы на этом языке. Сведения по программированию содержатся в разделе «Информация для программистов» справочной системы.
  8. Импортировать в Autodesk Inventor файлы форматов SAT, STEP, AutoCAD® и Autodesk® Mechanical Desktop® (формата DWG). Также можно экспортировать файлы Autodesk Inventor в форматы AutoCAD, Autodesk Mechanical Desktop, IGES и STEP.
  9. Сотрудничать с другими конструкторами в работе над проектами.
  10. Использовать интернет для доступа к проектам и данным, а также для общения с коллегами.
- Пользоваться интегрированной системой поддержки.

## 1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

При запуске Autodesk Inventor появляется диалоговое окно начала работы. Оно находится в том же состоянии, как во время последнего сеанса работы Autodesk Inventor. С помощью этого окна можно выбрать проект, создать новый проект, отредактировать существующий проект, создать новый файл или открыть существующий файл.

Проекты в Autodesk Inventor используются для логического группирования разрабатываемых конструкций. Использование проектов позволяет запоминать информацию о размещении данных проекта и редактируемых файлов, а также поддерживать связи между ними. Проекты применяются при групповой работе, одновременном конструировании нескольких изделий и совместном использовании библиотек.

### 1.2 ТИПЫ ФАЙЛОВ

После того как активный проект установлен, пользователь может открыть существующий файл или создать новый файл. Если в области *«Действия»* выбрать *«Создать»*, открывается диалоговое окно *«Создание файла»*, содержащее шаблоны для новой детали, изделия, схемы, детали из листового материала, сварной конструкции или чертежа. Существует возможность выбора любого из имеющихся шаблонов с нужными единицами измерения.

Шаблоны хранятся в папке *Autodesk\Inventor\Templates*, а также во вложенных в нее папках *Британские* и *Метрические*. Папки, вложенные в папку *Templates*, отображаются как отдельные вкладки в диалоговом окне *«Создание файла»*. Пользователь может хранить свои шаблоны в папке *Templates* или ниже в ее структуре. В шаблоне может содержаться информация о свойствах, таких, как данные о детали, проекте и видах чертежа.

*Информация о файле доступна через его свойства.*

### 1.3 НАСТРОЙКА ПРИЛОЖЕНИЯ

В Autodesk Inventor существует возможность управления внешним видом и работой приложения с помощью диалогового окна настройки. При выборе на стандартной панели *«Сервис»* > *«Настройка»* открывается диалоговое окно *«Настройка»*. Разные вкладки в нем позволяют управлять цветом и экранным представлением рабочих сред Autodesk Inventor, расположением файлов различных типов и способом работы функций программы.

*Настройки приложения остаются в силе до тех пор, пока не будут явно изменены.*

## 1.4 ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА МОДЕЛИРОВАНИЯ

Помимо возможности изменения настроек приложения, существует возможность контроля параметров для отдельных файлов. При выборе из меню *«Сервис»* > *«Процесс моделирования»* открывается диалоговое окно *«Параметры процесса моделирования»*. Используя опции этого диалогового окна, пользователь может контролировать такие параметры, как активные стили, единицы измерения, режимы формирования эскизов и моделей, допуски и др.

## 1.5 СТИЛИ И СТАНДАРТЫ

Стандарт оформления выбирается при установке Autodesk Inventor. Он включает в себя стандартный набор стилей, управляющих большинством типов объектов, таких, как номера позиций, размеры, текст, слои, спецификации, обозначения, выноски, материалы и освещение. Стандартного набора стилей, как правило, достаточно для начала работы. Тем не менее, существует возможность создавать новые стили, изменять имеющиеся и удалять неиспользуемые – это делается при помощи Редактора стилей и стандартов.

По умолчанию создание и изменение стилей распространяется только на текущий документ. Однако пользователь имеет возможность сохранить стиль в главной библиотеке, которая содержит определения для всех стилей, связанных с текущим стандартом оформления. Обычно библиотекой стилей управляет администратор САПР; он отвечает за то, чтобы стандартные описания стилей не были случайно заменены пользовательскими описаниями.

При помощи библиотек стилей пользователи могут стандартизировать свою работу в нескольких проектах. Кроме того, библиотеки стилей позволяют согласованно обновлять элементы стилей для всех документов — например, форму размерных стрелок. Все документы, использующие определенный стандарт оформления, имеют доступ к библиотеке и любым стилям в ней (в том числе к добавленным и измененным).

## 1.6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КЛАВИШ И ИХ КОМБИНАЦИЙ

В Autodesk Inventor существует возможность использования специальных клавиш для ускорения некоторых действий. Некоторые клавиши и сочетания клавиш доступны лишь в соответствующих средах Autodesk Inventor.

## 1.7 ПРОСМОТР МОДЕЛЕЙ

Для просмотра моделей используются инструменты из стандартной панели, а также из меню, открывающегося при нажатии правой кнопки мыши в графическом окне.

- Для получения определенного вида выбрать инструмент просмотра на стандартной панели инструментов.

- Щелкнуть правой кнопкой мыши в графической области и выбрать из меню пункт *«Изометрия»*. Направление взгляда меняется на изометрическое.

- Щелкнуть правой кнопкой мыши в графической области и выбрать из меню пункт «*Предыдущий вид*». Восстанавливается предыдущий вид модели.
- Нажать клавишу F5 для возврата модели к предыдущему виду.
- С помощью кнопки «*Повернуть*», расположенной на стандартной панели инструментов, можно поворачивать вид вокруг одной из координатных осей в 3М пространстве. Нажатие клавиши **ПРОБЕЛ** во время выполнения этой команды вызывает средство установки стандартных видов — куб с векторами взгляда в каждом углу и на каждой грани.

## 1.8 СРЕДСТВА ЗУМИРОВАНИЯ

Средства зумирования находятся на стандартной панели инструментов.

### Зумировать

Кнопка «*Зумировать*» на стандартной панели инструментов используется для выбора коэффициента экранного увеличения. После нажатия этой кнопки требуется перевести курсор мыши в графическую область и, удерживая левую кнопку, двигать мышь вверх либо вниз, соответственно для уменьшения и увеличения видимых размеров изображения. Зумирование можно производить одновременно с выполнением других команд.

### Показать все

При выполнении команды «*Показать все*» модель зумируется так, чтобы она была полностью видима в графической области. При работе с чертежом, аналогично, полностью видимым становится его активный лист.

### Показать рамкой

Кнопка «*Показать рамкой*» на стандартной панели инструментов служит для показа крупным планом содержимого, находящегося внутри очерченного на экране прямоугольника.

### Показать выбранное

Кнопка «*Показать выбранное*» на стандартной панели инструментов увеличивает выбранное ребро, конструктивный элемент или другой элемент до размеров графической области.

### Средства панорамирования

Кнопка «*Панорамировать*» на стандартной панели инструментов служит для перемещения изображения в графической области в любом направлении. Перемещение производится в плоскости экрана. Панорамирование можно производить одновременно с выполнением других команд.

### Вид на объект

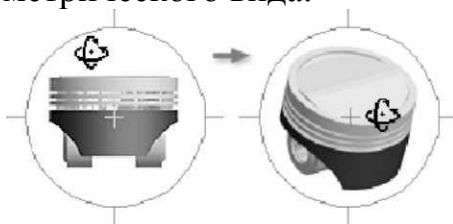
Кнопка «*Вид на объект*» на стандартной панели инструментов выполняет зумирование и поворот модели в графической области. Смена вида

осуществляется плавно, так чтобы ее принцип был понятен пользователю. Можно разместить выбранный плоский элемент параллельно экрану, а выбранное ребро или отрезок — горизонтально в плоскости экрана.

### **Поворот модели**

Кнопка «*Повернуть*» на стандартной панели инструментов используется для:

- Поворота детали или изделия в графической области.
- Отображения стандартных, изометрических и плоских проекций детали или изделия.
- Переопределения изометрического вида.



### **Режимы экранного представления**

Модель может отображаться в одном из трех режимов: тонированном, с невидимыми линиями и каркасном. Режимы экранного представления можно устанавливать для отдельных деталей и всего изделия в целом, а также для видов в Блокноте инженера.



### **Формирование теней**

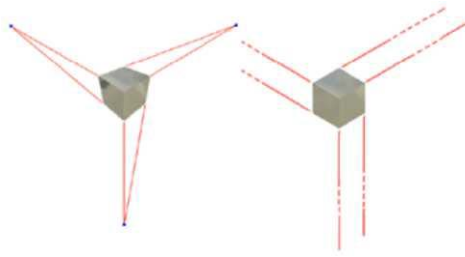
Функции формирования теней используются для наложения тени на плоскость под моделью.



### **Ортогональная и перспективная проекции**

Существует два типа экранных проекций: *параллельная* и *перспективная*. В режиме перспективной проекции детали и изделия отображаются в перспективе, то есть проецирующие лучи сходятся в отдаленной точке. Такой режим восприятия объектов характерен для человеческого глаза и камеры.





## 1.9 ИМПОРТ И ЭКСПОРТ ДАННЫХ

В Autodesk Inventor можно импортировать файлы форматов SAT, STEP, IGES, AutoCAD и Autodesk Mechanical Desktop (DWG-файлы). Файлы деталей и изделий, созданные в Autodesk Inventor, можно сохранять в самых различных форматах, включая форматы DXF и DWG.

При открытии и сохранении файлов AutoCAD в Autodesk Inventor имеются следующие опции:

- Выбор слоев.
- Выбор объектов рамкой.
- Сохранение файлов в формате DWG.
- Поддержка DXF-файлов, начиная с версии 12.
- Создание файла AutoCAD® Mechanical, если эта программа установлена в системе.

*ЗАМЕЧАНИЕ.* Файлы Mechanical Desktop могут быть добавлены в изделие Autodesk Inventor без явного вызова функции импорта.

### Файлы AutoCAD

Существует возможность открывать файлы AutoCAD (DWG или DXF), начиная с версии 12. При открытии файлов AutoCAD в Autodesk Inventor можно задавать, какие данные следует импортировать. Для импорта могут быть выбраны:

- Пространство модели, какой-либо лист пространства листа или 3М тела.
- Один или несколько слоев.

Импортируемую 2М геометрию можно использовать:

- в качестве объектов в файлах чертежей;
- в качестве основной надписи в новых рисунках;
- в качестве произвольных обозначений в новых рисунках;
- в качестве эскизов в файлах деталей.

При импорте 3М тел каждое тело импортируется в отдельный файл детали и преобразуется в ASM-тело. Блоки преобразуются в эскизные обозначения. При импорте рисунков AutoCAD (DWG) в эскизы детали и объекты чертежей конвертер извлекает только объекты, расположенные в плоскости XY пространства модели. Некоторые объекты, такие, как сплайны, не могут быть импортированы.

При экспорте чертежей Autodesk Inventor в AutoCAD формируются редактируемые рисунки. Все данные помещаются в пространство листа или в пространство модели DWG-файла. Если в чертеже Autodesk Inventor имеется несколько листов, для каждого листа формируется отдельный DWG-файл. Все экспортируемые объекты, включая размеры, становятся объектами AutoCAD.

## Преобразование объектов в другие форматы

### SAT-файлы

Файлы SAT (\*.sat) содержат непараметрические тела. Это могут быть либо булевы тела, либо тела, в которых удалены параметрические зависимости. SAT-файлы могут применяться в изделиях. К базовым телам, взятым из этих файлов, можно добавлять параметрические конструктивные элементы. Если импортируемый SAT-файл содержит одно тело, формируется файл одиночной детали. Если же имеется несколько тел, формируется файл изделия, состоящего из нескольких деталей. Из SAT-файлов могут также извлекаться данные о поверхностях.

### STEP-файлы

Формат файлов STEP – это международный формат, разработанный для того, чтобы обойти некоторые ограничения стандартов преобразования данных. В последнее время получили известность несколько региональных и отраслевых стандартов, такие, как IGES (США), VDAPS (Германия) или IDF (для печатных плат). Однако эти стандарты поддерживают не все САПР. Применяемый в Autodesk Inventor STEP-конвертер – это эффективное и надежное средство обмена информацией между различными САПР.

При импорте файлов формата STEP (\*.stp, \*.ste, \*.step) преобразуются только данные о 3М телах, деталях, поверхностях и изделиях. Чертежи, текст и каркасы STEP-конвертером не обрабатываются. При преобразовании STEP-файла, содержащего одну деталь, формируется файл детали Autodesk Inventor. Если же такой файл содержит изделие, формируется файл изделия, состоящего из нескольких деталей.

### IGES-файлы

Файлы IGES (\*.igs, \*.ige, \*.iges) – это стандарт, принятый в США. Для большинства систем подготовки управляющих программ для ЧПУ, используемых в США, требуются файлы именно этого формата. В Autodesk Inventor имеется конвертер для преобразования файлов формата IGES, включая каркасные данные.

## 1.10 ОБУЧЕНИЕ РАБОТЕ С AUTODESK INVENTOR

Для обучения работе с Autodesk Inventor следует выбрать средство, которое представляется наиболее удобным. Различные компоненты системы поддержки позволяют получить справочные данные по текущей задаче, разбирать процедуры в учебном пособии, набирать опыт с помощью обучающих документов, а также просто изучать справочные разделы, перемещаясь от одного к другому. Первоначальные навыки работы в 3М пространстве можно получить, просматривая анимационные ролики по различным операциям.

Система поддержки в Autodesk Inventor включает в себя программное обеспечение, базу знаний и диалоговые обучающие модули для помощи по специфическим задачам и повышения производительности работы. В систему поддержки входят следующие компоненты:

- печатное руководство «**Основные принципы**»;
- электронная справочная система;
- справка для пользователей AutoCAD;
- стартовые справочные модули;
- учебное пособие;
- справочные видеоролики;
- что нового в Autodesk Inventor;
- ссылки для обратной связи;
- обучающие Web-документы;
- инструкции по работе с Autodesk® Vault.

## 2 СТАРТОВАЯ ПАНЕЛЬ AUTODESK INVENTOR

Если выбрать из меню «Файл» > «Начало работы», открывается панель, предназначенная для обучения работе с Autodesk Inventor.

### Справка

Пункт меню «Справка» > «Содержание» служит для доступа к разделам справочной системы, обучающим Web-документам, учебным пособиям и справочным видеороликам, а также для просмотра предметного указателя и поиска.

### Учебные пособия и справочные видеоролики

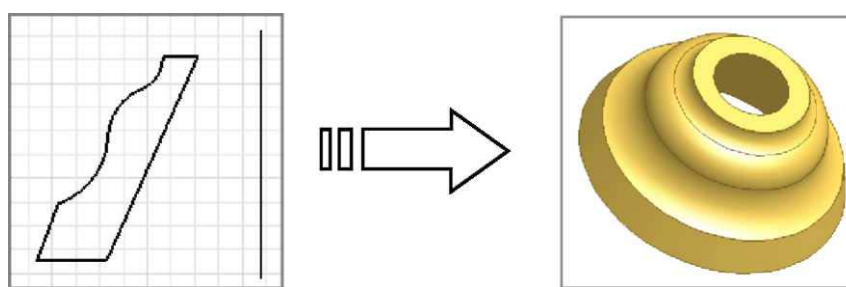
Электронные учебные пособия – это наборы пошаговых упражнений, демонстрирующих процесс создания моделей и формирования документации к ним. Справочные видеоролики объясняют, каким образом выполняется какая-либо конкретная операция. Доступ к справочным видеороликам осуществляется через стандартную панель инструментов, главную страницу справочной системы и отдельные разделы справки.

## 2.1 ПОСТРОЕНИЕ ЭСКИЗОВ

Создание большинства деталей начинается с построения эскиза. Эскиз – это контур конструктивного элемента или вспомогательный геометрический объект (траектория сдвига, ось вращения и т. п.), требуемый для формирования конструктивного элемента. Создание и редактирование геометрии эскиза производится в специальной среде с использованием инструментов построения эскиза, расположенных на инструментальной палитре. Это – инструменты для управления эскизной сеткой, а также для рисования отрезков, сплайнов, окружностей, эллипсов, дуг, прямоугольников, многоугольников и точек. Также существуют функции для сопряжения углов, удлинения и укорачивания кривых, смещения и проецирования геометрии других элементов.

Для создания нового эскиза нужно открыть новый файл детали и вызвать функцию «**Эскиз**», после чего приступить к рисованию объектов в графической области. При создании эскиза некоторые зависимости автоматически накладываются на рисуемые объекты. Например, если создаваемый отрезок почти горизонтален, на него автоматически накладывается зависимость горизонтальности; а если в ответ на запрос начальной точки щелкнуть вблизи от конца другого объекта, применяется зависимость совмещения. Любая из этих зависимостей может быть впоследствии изменена или удалена. На элементы эскиза можно накладывать зависимости вручную. Для завершения любой функции построения эскиза требуется нажать правую кнопку мыши и выбрать из контекстного меню пункт «**Завершить**», либо нажать клавишу **ESC**.

Создание трехмерной модели производится путем выдавливания эскиза контура или его вращения вокруг заданной оси.



От эскиза...

...к 3М модели

Рисунок 2.1 – Пример получения трехмерной модели

Создаваемая в Autodesk Inventor модель базируется на эскизах и поддерживает постоянную связь с ними. При изменении эскиза соответствующим образом изменяется и сама модель.

### Среда построения эскизов

Создавая или изменяя эскиз, пользователь работает в среде построения эскизов. Среда построения эскизов состоит из самого эскиза и инструментов

для управления эскизной сеткой, а также функций рисования отрезков, сплайнов, окружностей, эллипсов, дуг, прямоугольников, многоугольников и точек. При открытии нового файла детали среда построения эскизов сразу становится активной. Кнопка «**2М эскиз**» при этом нажата, и доступна инструментальная палитра для работы с эскизом и плоскость для его построения. Начальные установки могут быть изменены путем выбора файла шаблона, либо на вкладке «**Эскиз**» диалогового окна «**Настройка**». Для изменения настроек следует выбрать из меню «**Средства**» > «**Настройка**» > вкладка «**Эскиз**».

В ходе создания эскиза его значок отображается в браузере. После создания конструктивного элемента в браузере появляется значок этого элемента с вложенным в него исходным эскизом. При выборе значка эскиза в браузере в графической области подсвечивается сам эскиз. После того как из эскиза создана модель, можно вернуться в среду построения эскизов и внести необходимые изменения, или начать новый эскиз для нового конструктивного элемента. При открытии существующего файла детали сначала необходимо выбрать эскиз в браузере. После этого активизируются инструменты работы с эскизами, и пользователь может создавать конструктивные элементы деталей. Все изменения в эскизах отражаются и в модели.

### **Система координат эскиза**

В начале создания нового эскиза система координат отображается как координатные оси  $X$  и  $Y$  сетки эскиза, а в начале координат находится 3М индикатор (если он включен). Из меню «**Сервис**» выбрать «**Настройка**». На вкладке «**Эскиз**» установить флажок «**Знак системы координат**». По умолчанию сетка лежит на плоскости построений.

Пользователь может изменять положение и ориентацию системы координат эскиза для того, чтобы:

- наносить повернутые размеры;
- облегчить точные построения геометрии эскиза.

### **Ребра модели, используемые в эскизах**

Создавая эскиз, можно напрямую использовать существующие ребра модели для:

- автоматического проецирования ребер детали на плоскость эскиза при рисовании кривых;
- нанесения размеров и наложения зависимостей с участием ребер детали, не лежащих на плоскости эскиза;
- контроля за автоматическим проецированием ребер детали на эскизную плоскость.

## Точные координаты

В среде построения эскизов можно вводить расстояния по осям  $X$  и  $Y$  относительно последней выбранной точки. Средства для точного ввода координат расположены на панели инструментов «**Точный ввод**», которая доступна только при активном инструменте работы с эскизом, требующим размещения точки. Точный ввод может использоваться, например, для построения отрезка, эскизной точки или дуги. В ходе построения эскиза точные значения вводятся для геометрических объектов в полях « $X$ » и « $Y$ ». Если заданы обе координаты, положение точки определяется однозначно. Если же задана только одна из координат, местоположение точки ограничивается соответствующей координатной прямой.

На иллюстрации изображены законченный эскиз и полученный из него эскизный конструктивный элемент.

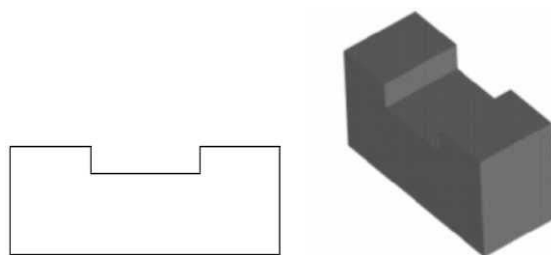


Рисунок 2.2 – Построение эскиза и конструктивного элемента

При открытии нового файла детали среда построения эскизов сразу становится активной. Текущие установки сетки дают визуальное представление о размерах эскиза. Для задания параметров сетки используются команды «**Настройка**» и «**Процесс моделирования**».

### Советы по созданию эскизов

- Построение отрезков от окружности или дуги.

Для построения радиального отрезка мышью следует перемещать перпендикулярно дуге или окружности, а для построения касательной по касательной к дуге или окружности.

- Построение перпендикулярного отрезка от внутренней части другого отрезка (а не от его конечных точек).

При таком способе построения зависимость перпендикулярности накладывается автоматически.

- Построение дуги от конца отрезка.

Для изменения направления дуги следует вернуть курсор к конечной точке отрезка.

- Построение сплайна, касательного к отрезку, от конца этого отрезка.

Для построения сплайна, касательного к отрезку, следует выбрать конечную точку отрезка и перемещать мышью вдоль этого отрезка.

- Наложение зависимости совмещения.

Когда построение нового отрезка, дуги или окружности начинается от имеющегося отрезка, Autodesk Inventor автоматически предполагает зависимость совмещения с серединой, конечной или внутренней точкой отрезка.

- Использование клавиши SHIFT для перетаскивания.

Все возможности перетаскивания, за исключением построения касательных сплайнов, работают и при нажатой во время движения мыши клавише SHIFT.

- Одновременное перетаскивание нескольких отрезков, кривых или точек.

Для одновременного перетаскивания нескольких геометрических объектов следует выбрать объекты при нажатой клавише CTRL, а затем захватить и перемещать объект, выбранный последним.

- Переключение между режимами обрезки и удлинения.

Для переключения между обрезкой и удлинением следует нажать клавишу SHIFT или выбрать требуемую функцию из контекстного меню.

### **Наложение зависимостей в эскизах**

Зависимости определяют *форму* эскиза и ограничивают возможности ее изменения. Например, если на отрезок наложена зависимость горизонтальности, то, перетаскивая конечную точку этого отрезка, можно лишь изменить его длину или переместить весь отрезок выше или ниже. Наклонным или вертикальным такой отрезок сделать нельзя. Геометрические зависимости могут связывать два объекта одного эскиза, а также эскиз и геометрию, спроецированную из существующего конструктивного элемента.

При создании эскиза некоторые зависимости накладываются автоматически. Например, если в процессе рисования отрезка на экране появляется символ зависимости горизонтальности или вертикальности, при указании точки эта зависимость добавляется к объекту. Для получения более точного эскиза может потребоваться наложение дополнительных зависимостей, фиксирующих форму и расположение элементов геометрии. Использовать эскизы без зависимостей не запрещено; однако, не имея достаточной определенности, эскиз может непредсказуемо повести себя при обновлениях.

**ЗАМЕЧАНИЕ.** Термин *зависимости* часто используется в Autodesk Inventor для обозначения как геометрических зависимостей, так и размеров. Необходимо иметь в виду, что размеры и геометрические зависимости действуют совместно, внося определенность в эскиз и ограничивая его степени свободы.

### **Наложение зависимостей**

Описывать конструкционные особенности разрабатываемой модели рекомендуется путем наложения на элементы эскиза геометрических зависимостей. Для выяснения того, все ли зависимости наложены на эскиз, и добавления недостающих зависимостей можно воспользоваться функцией автоматического нанесения размеров. Зависимости также можно накладывать,

перетаскивая элементы эскиза до тех пор, пока около курсора не появится символ требуемой зависимости.

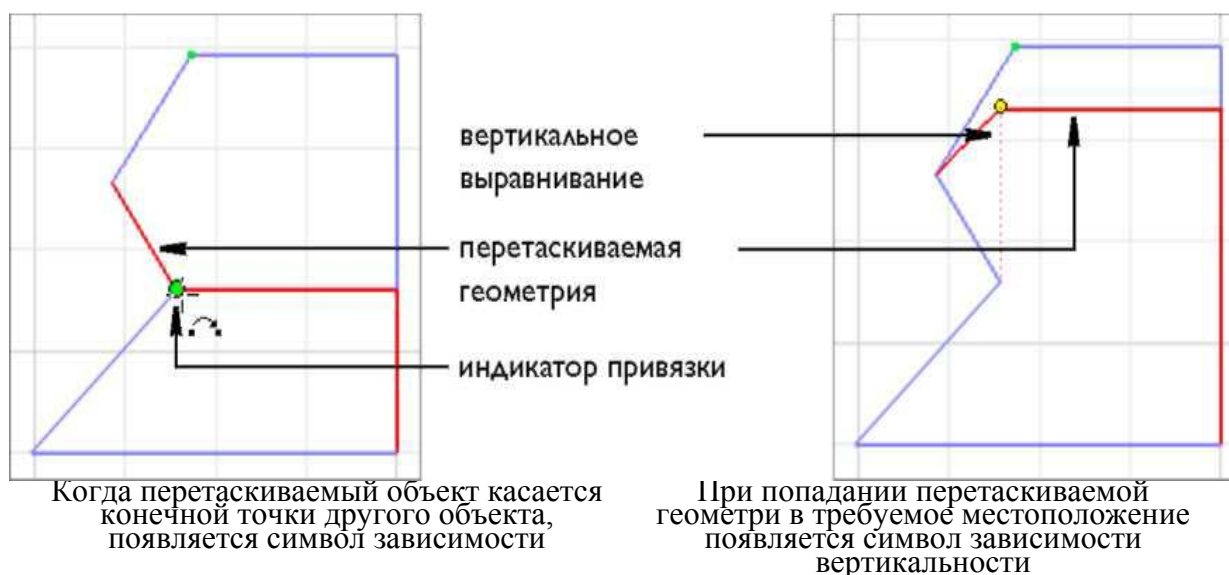


Рисунок 2.3 – Пример наложения зависимостей

Для просмотра и удаления зависимости используется команда «**Показать зависимости**» на панели инструментов «**2М эскиз**». Возможность показа и удаления сразу всех зависимостей доступна также через контекстное меню. Для удаления зависимости необходимо выбрать символ зависимости, щелкнуть правой клавишей мыши и выбрать из меню пункт «**Удалить**». Одни геометрические зависимости могут налагаться только на отрезки, другие только на дуги, окружности и аналогичные радиальные элементы.

### Советы по наложению зависимостей на эскизы

■ Отключение автоматического наложения зависимостей. Для того чтобы не происходило автоматического наложения зависимостей, необходимо удерживать нажатой клавишу CTRL при построении линий эскиза.

■ Предпочтение зависимостей. Если во время создания эскиза провести курсор по элементу геометрии, новый объект окажется связан с ним зависимостью, если это возможно.

■ Задание размеров с помощью формул. Двойной щелчок на размере открывает диалоговое окно «Редактирование размера». Если далее выбрать какой-либо размер, в диалоговом окне появляется соответствующий ему параметр. Параметры можно использовать в качестве аргументов для формул (например,  $D1*2$ ). Размеры, основывающиеся на формулах, имеют fx: в качестве префикса.

■ Переопределение единиц для отдельных размеров. Даже если в файле детали заданы метрические единицы, в диалоговом окне «Редактирование размера» можно вводить размеры в дюймах (например, 1 дюйм).



## Нанесение размеров эскиза

Для задания размера и положения геометрии эскиза, помимо геометрических зависимостей, требуется наличие информации о размерах. Геометрические зависимости, такие, как горизонтальность, вертикальность или параллельность могут быть применены во время создания эскиза. После размещения геометрии эскиза наносятся его размеры.

Вообще говоря, все размеры в Autodesk Inventor являются параметрическими. Это означает, что пользователь, изменяя значения размеров, управляет элементами геометрии. Существует возможность сделать размер контрольным – то есть его значение отражает протяженность элемента, но не может использоваться для ее изменения.

При задании параметрических размеров для геометрии эскиза фактически происходит наложение зависимостей, управляющих размером и положением элементов эскиза. При внесении изменений в значения размеров эскиз автоматически обновляется. Ниже приведены примеры эскизов с нанесенными размерами.

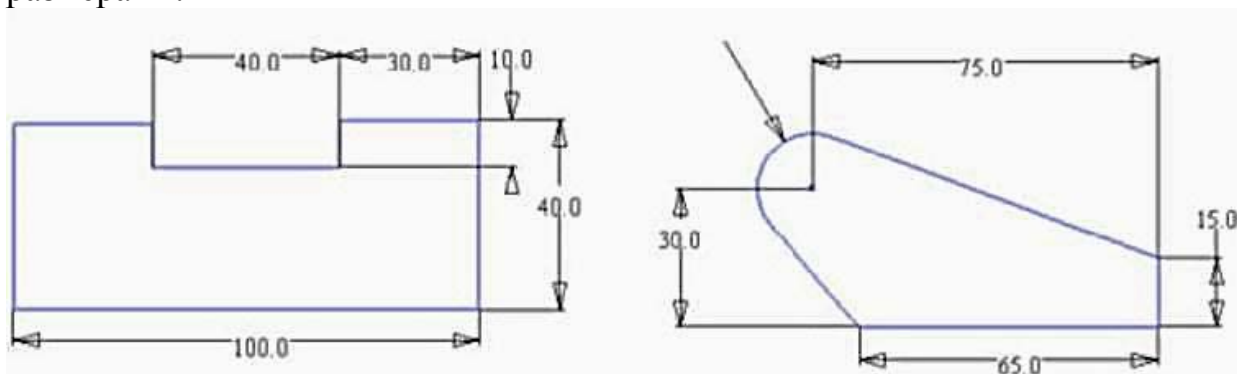


Рисунок 2.4 – Пример эскизов с размерами

Для нанесения размеров используется команда **«Размеры»** на инструментальной палитре или на панели инструментов **«2М эскиз»**. Чтобы нанести размер, требуется выбрать элемент геометрии эскиза и затем задать значение размера. Тип наносимого размера определяется выбором геометрии и местом размещения размера. Например, при выборе контура одной окружности создается радиальный размер. При выборе контуров двух окружностей наносится линейный размер между их центрами.

### Советы по нанесению размеров

■ Основные размеры следует наносить, используя команду **«Размеры»**. Затем для ускорения процесса можно воспользоваться командой **«Автонанесение размеров»**. Автоматическое нанесение всех остальных размеров ускоряет и упрощает процесс. Если какие-либо из нанесенных размеров не нужны, их можно удалить.

■ Если автонанесение размеров на эскиз не удовлетворяет требованиям, можно попробовать выделить отдельные элементы геометрии эскиза для контроля автоматического нанесения размеров.

- При автоматическом нанесении размеров бывает проще принять значения размеров эскиза по умолчанию, а затем скорректировать их (обычно в сторону уменьшения). Это делает эскиз более устойчивым.

- При возможности нужно использовать геометрические зависимости. Например, лучше наложить зависимость перпендикулярности, нежели нанести размер угла в 90 градусов.

- Большие размеры нужно задавать раньше, чем меньшие.

- Следует задавать размеры с помощью формул, если они зависят друг от друга.

Необходимо рационально сочетать в эскизах размерные и геометрические зависимости.

### **Создание массивов в эскизах**

Для размножения выбранной геометрии массивом используются команды «**Прямоугольный массив**» и «**Круговой массив**» панели «**Эскиз**». Геометрия массива связывается группой зависимостей. При удалении одной из зависимостей массива удаляются и все остальные.

### **Советы по редактированию массивов в эскизах**

- В массиве элементов эскиза можно изменять расстояние между элементами, их количество и направление, метод расчета массива, а также подавлять геометрию. Для внесения изменений нужно щелкнуть правой кнопкой мыши на значке эскиза и выбрать «**Редактировать эскиз**» из контекстного меню. Затем щелкнуть правой кнопкой мыши на элементе массива в графическом окне и выбрать «**Редактировать массив**». Поменять значения в диалоговом окне.

- Существует возможность изменения размеров в массиве. Для этого необходимо дважды щелкнуть на размере, ввести новое значение в окне «**Редактирование размера**» и нажать кнопку-галочку. Размеры можно вводить как равенства, параметры или конкретные значения.

- Ассоциативные отношения между элементами массива могут быть удалены, но после этого геометрия станет независимой, и опции редактирования массива как целого будут недоступны. Щелкнуть правой кнопкой на элементе массива и в диалоговом окне нажать кнопку «**Больше**». Снять флажок «**Ассоциативный**» и нажать «**ОК**».

- Для удаления элементов массива к ним требуется применить опцию «**Подавить**». Щелкнуть правой кнопкой мыши на значке эскиза и выбрать «**Редактировать эскиз**» из контекстного меню. Щелкнуть правой кнопкой мыши на геометрии массива, которую требуется подавить, затем выбрать пункт «**Подавить элементы**». Подавленные элементы массива не включаются в контуры и не появляются на изображении эскиза.

- Элементы массивов, в том числе размеры и геометрические объекты, используемые для задания оси и направлений массива, не могут быть удалены, пока массив является ассоциативным. При необходимости сохранения

взаимосвязи между элементами массива, при этом удалив какие-либо из элементов, используется опция «**Подавить**».

### Удаление эскизов

Эскиз, входящий в конструктивный элемент, не может быть удален. Можно удалять или редактировать геометрию эскиза, однако после обновления конструктивный элемент может оказаться разрушен. В связи с этим может потребоваться дополнительное редактирование эскиза или конструктивного элемента для устранения возникших ошибок.

*Процедура: Удаление эскиза*

1. Выбрать в браузере удаляемый эскиз.
2. Нажать клавишу **Delete** или щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать «**Удалить**» из контекстного меню.

**ЗАМЕЧАНИЕ.** Для удаления отдельных кривых эскиза войти в режим редактирования эскиза, выбрать кривую и нажать клавишу **Delete**.

Имеется возможность отменять размерные зависимости эскиза. Это позволяет программе при необходимости изменять размеры его элементов. Так, для адаптивных конструктивных элементов размеры окончательно устанавливаются при вставке в изделие, когда элементы связываются сборочными зависимостями с фиксированной геометрией.

*Процедура: Удаление размеров эскиза*

1. Щелкнуть правой кнопкой мыши на значке эскиза и выбрать «**Редактировать эскиз**» из контекстного меню.
2. Перейти в режим выбора (кнопка «**Выбор**» на панели инструментов).
3. В графической области щелкнуть правой кнопкой мыши на обозначении размера и нажать клавишу **Delete**.

**ЗАМЕЧАНИЕ.** Если редактируемый эскиз уже использован в конструктивном элементе, то после удаления размеров следует выполнить команду «**Обновить**».

Можно удалять массив элементов эскиза или подавлять выбранные элементы массива.

1. Щелкнуть правой кнопкой мыши на значке эскиза в браузере и выбрать «**Редактировать эскиз**» из контекстного меню.
2. Выбрать элементы геометрии массива, которые требуется удалить.
3. Щелкнуть правой кнопкой мыши и выбрать опцию из контекстного меню. Опции выбора задаются выбранной геометрией:

■ Геометрия, не входящая в массив: нажать «**Delete**» для удаления выбранной геометрии.

■ Геометрия, входящая в массив: выбрать команду «**Удалить массив**» для удаления всего массива или «**Подавить элементы**» для удаления выбранной геометрии массива.

■ Геометрия смешанного типа: выбрать команду «*Удалить*» для удаления не относящейся к массиву геометрии, либо «*Удалить массив*» для удаления всего массива, либо «*Подавить элементы*» для удаления выбранной геометрии массива.

### **Информация о 3М эскизах**

Из изложенного выше можно сделать вывод, что построение эскизов в 2М пространстве во многом похоже на рисование на бумаге. Эскизы могут быть и трехмерными; точки с произвольными координатами X, Y и Z соединяются, образуя трехмерную форму. На основе 3М эскизов формируются, например, произвольные траектории для разводки кабельных сетей и трубопроводов.

Точки 3М эскизов допускается располагать в любой плоскости. Как и в двумерных эскизах, на геометрию могут накладываться зависимости и наноситься размеры; кроме того, положение каждой точки может точно задаваться относительно предыдущей.

Эскизные конструктивные элементы

## **2.2 ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ**

Модель детали состоит из набора конструктивных элементов. В параметрическом моделировании величина и форма модели напрямую зависит от набора параметров: изменение любого параметра сразу же влияет на модель.

Для создания моделей 3М деталей в Autodesk Inventor® используются следующие операции: выдавливание контура, сдвиг или проецирование контура вдоль траектории, а также вращение контура вокруг оси. Построенные таким образом модели часто называют *телами*, так как они обладают объемом, в то время как каркасные модели задают только ребра детали. Модели тел в Autodesk Inventor создаются на основе конструктивных элементов. Пользователь может редактировать характеристики конструктивного элемента либо путем возвращения к исходному эскизу, либо изменением значений, непосредственно заданных при создании элемента. Например, изменить протяженность выдавленного конструктивного элемента можно, задав другое значение глубины выдавливания. Кроме того, связность позволяет выражать одни размеры элемента через другие, поддерживая их заданное отношение.

Autodesk Inventor позволяет создавать конструктивные элементы пяти категорий. Это – эскизные, типовые, рабочие элементы, массивы и библиотеки. Для некоторых элементов требуется наличие контуров и/или траекторий. Одни элементы соответствуют видимым элементам геометрии; другие же, например рабочие элементы, помогают точно разместить элементы геометрии детали. Конструктивный элемент можно в любой момент отредактировать.

Между конструктивными элементами существуют взаимосвязи типа «главный-подчиненный». Элемент может иметь несколько уровней подчиненных элементов. Подчиненный элемент, созданный после главного, не может

существовать без главного элемента. Например, на отливке можно создать бобышку, которая, в зависимости от предназначения детали, может либо иметь просверленное отверстие, либо не иметь такового. Бобышка (главный элемент) может существовать без отверстия (подчиненного элемента), однако обратное невозможно: отверстие не может существовать без бобышки.



Рисунок 2.5 – Подчиненные элементы конструктивного компонента

### Среда моделирования деталей

Среда моделирования деталей становится активной всякий раз при создании или редактировании детали. В этой среде можно создавать и редактировать конструктивные элементы, устанавливать рабочие элементы, формировать массивы, а также комбинировать конструктивные элементы в единую деталь. Редактирование конструктивных элементов и эскизов, их отображение и скрытие, добавление примечаний, назначение элементам свойства адаптивности и изменение свойств элементов производится с помощью браузера. Как правило, изначально эскиз детали представляет собой простую форму. Редактировать конструктивные элементы можно и после их создания, поэтому на первоначальном этапе можно ограничиться лишь приблизительными набросками, описывающими их общую форму. На последующих стадиях выполняется уточнение модели путем добавления геометрических и размерных зависимостей. Для просмотра альтернативных вариантов можно изменять взаимосвязи между конструктивными элементами, а также добавлять или удалять элементы.

Файл детали представлен в браузере значком. Ниже значка расположен список конструктивных элементов детали. При щелчке правой кнопки мыши в браузере или в графическом окне открывается контекстное меню. Команда **«Редактировать элемент»** предназначена для изменения параметров конструктивного элемента, **«Редактировать эскиз»** – для изменения всего эскиза.

## Рабочий процесс

Перед созданием детали необходимо проанализировать ее для того, чтобы определить, какие конструктивные элементы и в каком порядке следует создавать.

*Перед началом моделирования необходимо ответить на следующие вопросы:*

■ Какой будет деталь: автономной, компонентом изделия или первой в семействе деталей?

Деталь может создаваться в файле детали или в файле изделия. Следует наметить схему зависимостей и решить, как задавать размеры: фиксированными значениями или через формулы.

■ Какой вид детали наиболее удачно описывает ее форму?

Как правило, в качестве базового выбирают элемент, который наиболее полно изображается на этом виде. Базовый конструктивный элемент создается в файле детали первым.

■ Какие конструктивные элементы потребуют использования рабочих плоскостей и рабочих точек для точного размещения геометрии модели?

■ Какие из конструктивных элементов детали являются наиболее важными?

Такие элементы необходимо создавать в начале процесса моделирования, чтобы размеры других элементов базировались на значениях их размеров.

■ Какие конструктивные элементы детали будут эскизными, а какие – типовыми?

■ Какие элементы, на основании всего изложенного, должны быть созданы первыми?

## Добавление эскизных конструктивных элементов

Эскизные конструктивные элементы формируются по геометрическим эскизам. Как правило, базовый элемент детали является эскизным. Пользователь может выбрать грань существующей детали и создать эскиз на ней. При работе с эскизом отображается прямоугольная сетка. Если требуется построить эскиз на криволинейной поверхности или под углом к поверхности, необходимо предварительно создать рабочую плоскость.

Каждая из приведенных ниже операций создает объемное тело из эскизного контура.

<b>Выдавливание</b>	Проецирование эскизного контура по прямой. Выдавливание можно использовать как для создания тел, так и для создания поверхностей
<b>Вращение</b>	Проецирование эскизного контура вокруг оси
<b>Сдвиг</b>	Проецирование эскизного контура вдоль траектории
<b>По сечениям</b>	Создание конструктивного элемента по двум или более эскизным контурам на разных гранях или рабочих плоскостях. Переход от одного сечения к другому может осуществляться по кривой
<b>Пружина</b>	Проецирование эскизного контура по спирально-винтовой траектории

<b>Ребро жесткости</b>	Создание ребра или стержня жесткости из двумерного эскиза
------------------------	---

Создание добавочных эскизных элементов выполняется точно так же, как и для базового эскизного элемента.

### **Элементы выдавливания**

Команда **«Выдавливание»** создает конструктивный элемент, придавая объем замкнутому или разомкнутому контуру или области.

■ В среде конструирования изделий команда **«Выдавливание»** находится на инструментальной палитре **«Изделие»**.

■ В среде создания сварных конструкций команда **«Выдавливание»** доступна на инструментальной палитре **«Сварка»** в процессе разделки или механической обработки конструктивного элемента.

■ В среде создания детали команда **«Выдавливание»** находится на панели инструментов **«Конструктивные элементы»**.

### **Элементы вращения**

Команда **«Вращение»** палитры **«Конструктивные элементы»** служит для создания конструктивных элементов путем вращения одного или нескольких эскизных контуров вокруг оси. Вращаемый контур и ось должны быть компланарными. Если элемент вращения создается первым в детали, то он становится базовым.

### **Элементы сдвига**

Команда **«Сдвиг»** палитры **«Конструктивные элементы»** служит для создания конструктивных элементов путем перемещения эскизного контура вдоль плоской траектории. Эскиз должен представлять собой замкнутый контур (кроме тех случаев, когда строится поверхность).

### **Элементы по сечениям**

Команда **«По сечениям»** палитры **«Конструктивные элементы»** используется для построения элемента с поверхностью, переходной между несколькими контурами, которые расположены на разных рабочих плоскостях или плоских гранях. Для использования имеющейся грани в качестве начального или конечного контура следует создать эскиз на этой грани для того, чтобы ребра грани были доступны для выбора в процессе построения элемента по сечениям. Создавать эскиз не обязательно, если контур строится по периметру грани.

### **Пружина**

Команда **«Пружина»** палитры **«Конструктивные элементы»** используется для создания элементов спирально-винтовой формы. Команда позволяет построить, например, винтовую пружину или резьбу. Пружина,

созданная первой среди всех конструктивных элементов, становится базовым элементом.

### **Ребра и стержни жесткости**

Команда **«Ребро жесткости»** используется для построения ребер жесткости (замкнутых тонкостенных форм) и стержней жесткости (открытых тонкостенных форм).

Предварительно следует при помощи команд **«Зумировать»** и **«Повернуть»** сделать грань, на которой должно формироваться ребро жесткости, видимой.

## **2.3 РЕДАКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Для редактирования конструктивных элементов существует несколько методов. Щелкнуть правой кнопкой мыши на элементе в браузере, затем выбрать одну из трех опций из меню:

- Показать размеры – Опция показывает размеры эскиза и делает их доступными для редактирования.
  - Изменить размеры эскиза конструктивного элемента.
  - Отредактировать, добавить и/или удалить зависимости.
  - Редактировать эскиз – Опция активизирует эскиз и делает его доступным для редактирования
- Выбрать другой контур для элемента – После изменения эскиза детали и его принятия деталь автоматически обновляется.
  - Редактировать элемент – Вызов диалогового окна для конструктивного элемента данного типа.
  - Выбрать метод ограничения конструктивного элемента.
  - Выбрать логическую операцию (объединить с другим элементом, вычесть из него или образовать с ним пересечение).

## **2.4 СОЗДАНИЕ ТИПОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Типовые конструктивные элементы в Autodesk Inventor® – это элементы конструкций машин и механизмов, не требующие наличия эскиза. Обычно при их создании требуется задать только расположение и несколько размеров. К типовым конструктивным элементам относятся оболочки, сопряжения, фаски, наклонные грани, отверстия и резьбы.

Ниже приведены некоторые из команд для работы с типовыми конструктивными элементами, расположенные на палитре инструментов **«Конструктивные элементы»**.

<b>Сопряжение</b>	Сопряжение двух граней (скругление выбранного ребра)
<b>Фаска</b>	Стачивание острых ребер. Удаление материала с внешнего ребра или добавление материала к внутреннему ребру



<b>Отверстие</b>	Создание отверстия в детали
<b>Резьба</b>	Создание наружной и внутренней резьбы (конического или цилиндрического типа)
<b>Оболочка</b>	Создание пустотелой детали с заданной толщиной стенок
<b>Прямоугольный массив</b>	Создание прямоугольного массива конструктивных элементов
<b>Круговой массив</b>	Создание кругового массива элементов
<b>Симметрия</b>	Создание элемента, симметричного исходному относительно плоскости

Значения параметров типовых конструктивных элементов задаются в диалоговых окнах.

### Отверстия

Autodesk Inventor позволяет создавать различные типы отверстий при помощи следующих моделирующих действий:

- Сверление
- Цековка
- Зенковка

Глубина отверстия задается выбором одного из вариантов: «**Расстояние**», «**Насквозь**» и «**До выбранного**». Также можно задать параметры для резьбы и дна отверстия. Параметр «**Дно отверстия**» определяет, каким будет дно отверстия – плоским или коническим.

### Сопряжения

Элементы сопряжения подразделяются на внешние и внутренние. Внутренние сопряжения используются для сглаживания внутренних ребер с добавлением материала к детали. Внешние сопряжения сглаживают внешние ребра; материал при этом удаляется. Сначала в диалоговом окне задаются значения, затем на выбранных ребрах создаются сопряжения. Радиусы сопряжений могут быть постоянными или переменными.

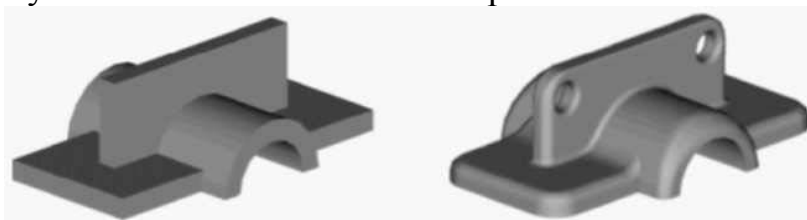
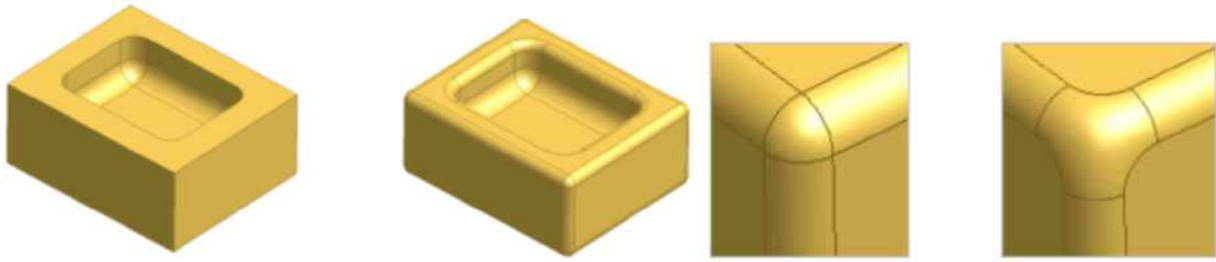


Рисунок 2.6 – Пример элементов отверстия и сопряжения

Для сопряжения нескольких ребер можно использовать режимы: «**Все вогнутые**» или «**Все выпуклые**», как показано на иллюстрации ниже. При создании сопряжений с переменным радиусом существует возможность выбора между линейным и нелинейным переходом между радиусами. Выбор перехода зависит от конструктивных особенностей детали, а также от того, какой метод сопряжения использован на соседних элементах.



Возможные варианты формы угла — «Сопряжение» или «Обкатка шариком».

Рисунок 2.7 – Варианты получения сопряжений

### Фаски

Фаски отличаются от сопряжений тем, что ребра не скругляются, а скашиваются плоскими поверхностями. При создании фаски на внутреннем ребре к модели добавляется материал. При создании фаски на внешнем ребре материал удаляется из модели.

Параметры фаски можно задать тремя способами:

- Длина
- Длина и угол
- Две длины

Фаска, построенная с заданием расстояния, создает новую плоскость, линии пересечения которой с гранями, сходящимися в выбранном ребре, равноудалены от этого ребра. Фаска, построенная с заданием расстояния и угла, устанавливается на указанном расстоянии от ребра и под углом к выбранной грани. При задании двух расстояний создается новая грань, отстоящая на заданные расстояния от ребра.

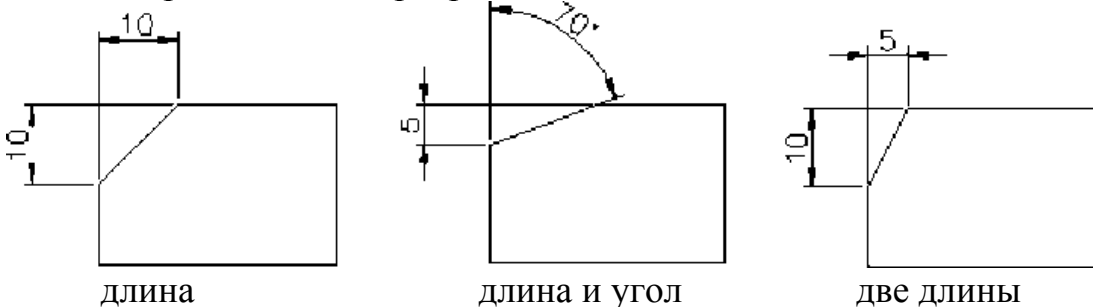


Рисунок 2.8 – Пример получения фаски

### Советы по работе с сопряжениями

■ Для редактирования сопряжения следует щелкнуть правой кнопкой мыши на имени сопряжения в браузере и выбрать «**Редактировать элемент**» из контекстного меню.

■ Для редактирования размерного значения сопряжения следует дважды щелкнуть мышью на имени сопряжения в браузере. В диалоговом окне «**Редактирование размера**» изменить значение размера сопряжения.

■ Если на стандартной панели в списке **«Выбор»** установить значение **«Приоритет элементов»**, размеры сопряжения можно будет получить двойным щелчком на сопряжении на рисунке.

■ После завершения редактирования следует нажать кнопку **«Обновить»**, чтобы обновить деталь.

## Оболочки

Команда **«Оболочка»** используется для создания в детали полости с заданной толщиной стенки. Эта команда удаляет материал из детали, смещая существующие грани и создавая новые грани внутри, снаружи либо на обеих сторонах детали. С помощью команды **«Оболочка»** можно создавать такие детали, как кожухи или корпуса. В детали может быть несколько оболочек.

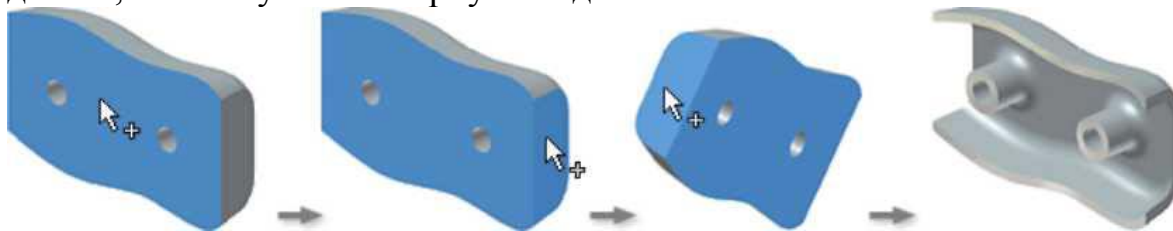


Рисунок 2.9 – Последовательность получения оболочки

Прежде чем создавать оболочку, требуется определить, какие грани будут удалены или смещены, и задать толщину стенки каждой грани детали.

Для построения полой тонкостенной оболочки путем удаления внутренней части имеющейся детали используется команда **«Оболочка»** из палитры **«Конструктивные элементы»**. Для построения оболочки необходимо создать конструктивный элемент, отдельную деталь или деталь в изделии.

## Создание массивов

Для многих конструкций требуется многократное использование одного или нескольких однотипных конструктивных элементов в одной детали. Одиночные элементы или группы элементов можно многократно копировать, упорядочивая их в массивы. Массив элементов представляет собой прямоугольную, круговую или зеркальную структуру копий конструктивного элемента (или групп элементов). Если нужно, отдельные элементы такой структуры могут быть подавлены. В качестве примера можно привести прямоугольный массив одинаковых отверстий, вырезанных из корпуса калькулятора.

Для создания массива необходима базовая геометрия. Массивы создаются командами **«Прямоугольный массив»**, **«Круговой массив»** и **«Симметрия»**.

*Существуют следующие методы создания массивов.*

### Симметричные элементы

Симметричные элементы используются для моделирования симметричных фрагментов конструкций. Использование симметричных элементов позволяет сократить время моделирования. Можно создавать симметричные копии отдельных элементов тел, рабочих элементов или целых

тел. Создание симметричной копии целого тела позволяет получать сложные конструктивные элементы, такие, как оболочки, являющиеся частью тела.

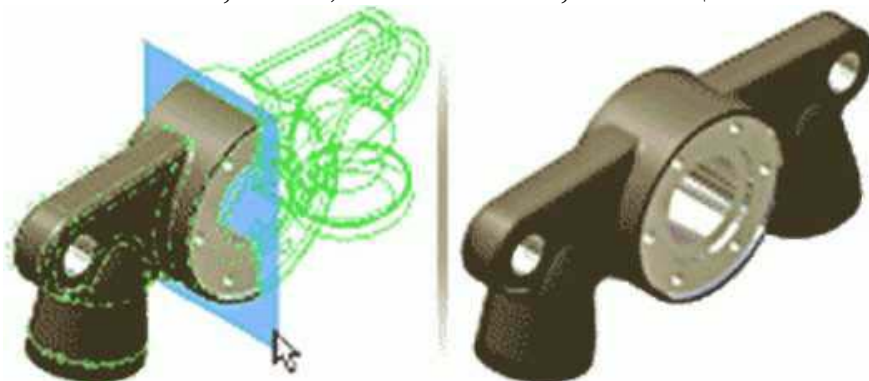


Рисунок 2.10 – Создание симметричного конструктивного компонента

### Массивы вдоль траекторий

При помощи команды «**Прямоугольный массив**» можно создавать массивы элементов, ориентированные вдоль 3М траекторий. В качестве траектории для создания массива могут быть выбраны ребро, рабочая ось, отрезок, дуга, сплайн или усеченный эллипс.

## 3 РАБОЧИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Рабочие элементы используются тогда, когда имеющейся геометрии модели недостаточно для создания или размещения новых конструктивных элементов. Создаваемые конструктивные элементы могут связываться зависимостями с рабочими элементами.

К числу рабочих элементов относятся рабочие плоскости, рабочие оси и рабочие точки. Ориентация рабочих элементов и характер зависимостей, накладываемых на них, зависят от выбранной геометрии и от последовательности выбора. В процессе создания рабочего элемента происходит визуальное выделение опорной геометрии, облегчающее задачу выбора опоры и позиционирования элемента. Пользователь может:

- Создавать и использовать рабочие элементы в средах деталей, изделий, листового материала и 3М эскизов.
- Использовать рабочие элементы и ссылаться на них в среде чертежа.
- Проецировать рабочие элементы на 2М эскиз.
- Создавать рабочие элементы непосредственно в ходе построения 3М эскиза.
- Делать рабочие элементы адаптивными.
- Включать и отключать видимость рабочих элементов.

### Рабочие плоскости

Рабочая плоскость – это плоскость, простирающаяся бесконечно во всех направлениях. Рабочая плоскость подобна исходным координатным

плоскостям  $YZ$ ,  $XZ$  и  $XY$ . Размещение рабочих плоскостей может производиться с использованием существующих элементов, плоскостей, осей и точек.

*Рабочие плоскости используются для:*

- Создания плоскости построений в том случае, когда не существует грани детали, доступной для создания 2М эскизных элементов.

- Создания рабочих осей и рабочих точек.

- Задания ограничивающего условия для выдавливания.

- Задания зависимостей в изделии.

- Задания ссылок для размеров на чертеже.

- Задания ссылочной геометрии для 3М эскиза.

- Проецирования на 2М эскиз для создания кривых геометрии контура или заимствованной геометрии.

## 4 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ, ПОРЯДОК И ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ

**4.1 Цель работы:** изучить программный продукт Autodesk Inventor, его возможности и область применения для трехмерного моделирования сложных форм.

### **4.2 Порядок выполнения работы:**

- а) получить задание на проектирование у преподавателя (см. приложение А);
- б) выполнить чертеж полученного варианта вручную;
- в) с помощью Autodesk Inventor под контролем преподавателя создать +3D модель деталей полученного варианта задания;
- г) средствами Autodesk Inventor создать схему сборки и визуализацию собранного объекта;
- д) средствами Autodesk Inventor создать чертеж (формата А3) разработанного варианта согласно ГОСТ;
- ж) оформить отчет согласно ГОСТ;
- з) защитить отчет.

### Литература

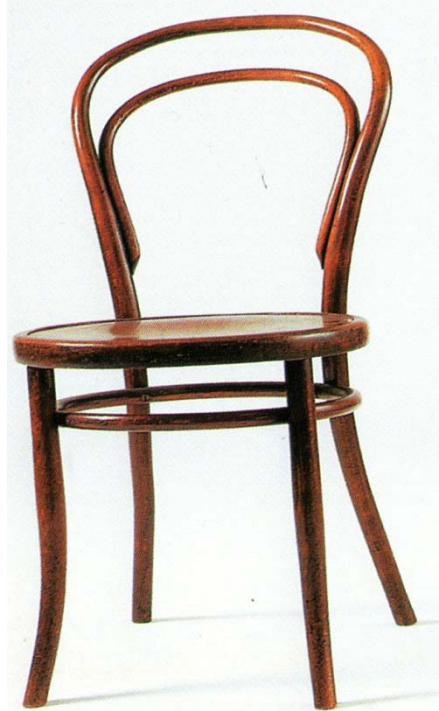
1. Autodesk Inventor Series 10. Основные принципы. – Autodesk, 6 апреля 2005. – 295 с.
2. Иванцов, В. В. Практикум Autodesk Inventor: электронное учебное пособие /В. В. Иванцов, Б. Г. Спиридонов – Таганрог 2011, – 171 с.
3. Красноперов, С. В. Самоучитель Autodesk Inventor./С. В.Красноперов Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2008. – 576 с.

Приложение А

ЗАДАНИЕ 1



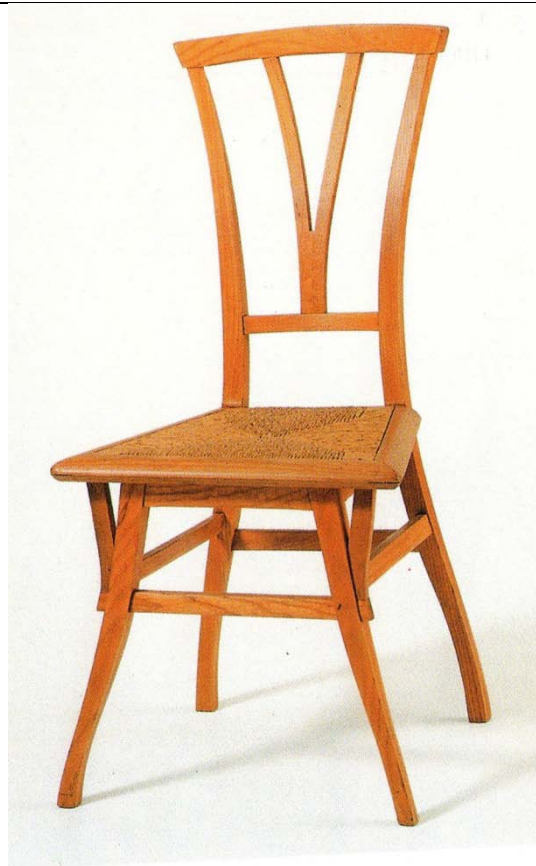
ЗАДАНИЕ 2



ЗАДАНИЕ 3



ЗАДАНИЕ 4



ЗАДАНИЕ 5



ЗАДАНИЕ 6



ЗАДАНИЕ 7



ЗАДАНИЕ 8





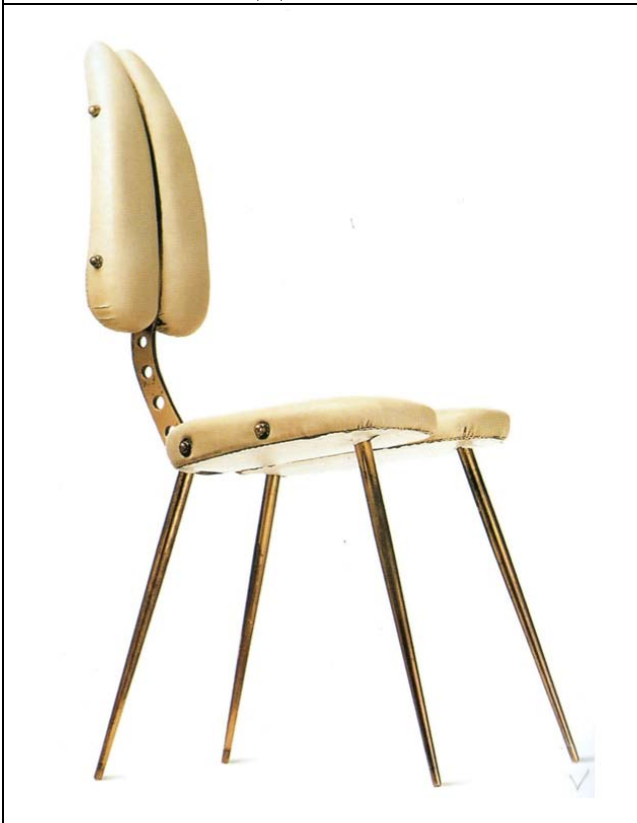
ЗАДАНИЕ 9



ЗАДАНИЕ 10



ЗАДАНИЕ 11



ЗАДАНИЕ 12



ЗАДАНИЕ 13



ЗАДАНИЕ 14



ЗАДАНИЕ 15



ЗАДАНИЕ 16



ЗАДАНИЕ 17



ЗАДАНИЕ 18



ЗАДАНИЕ 19



ЗАДАНИЕ 20



ЗАДАНИЕ 21



ЗАДАНИЕ 22



ЗАДАНИЕ 23



ЗАДАНИЕ 24



ЗАДАНИЕ 25



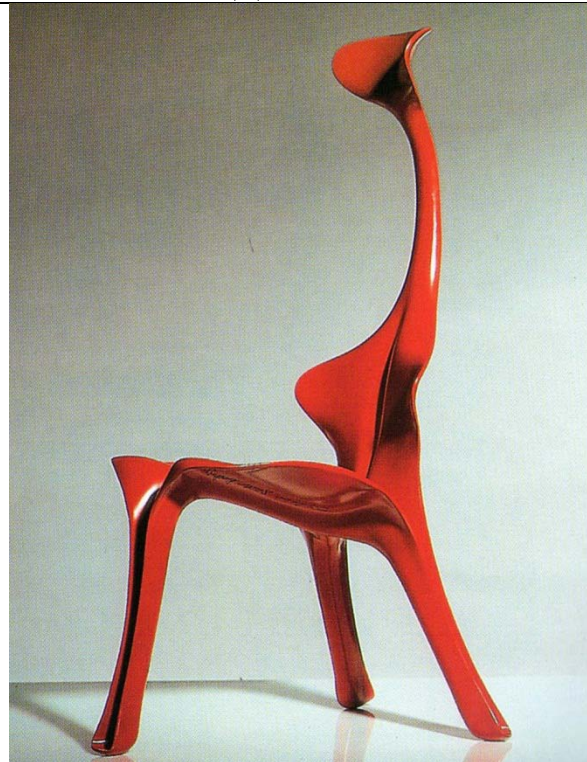
ЗАДАНИЕ 26



ЗАДАНИЕ 27



ЗАДАНИЕ 28



ЗАДАНИЕ 29



ЗАДАНИЕ 30



ЗАДАНИЕ 31



ЗАДАНИЕ 32



ЗАДАНИЕ 33



ЗАДАНИЕ 34



ЗАДАНИЕ 35



ЗАДАНИЕ 36



ЗАДАНИЕ 37



ЗАДАНИЕ 38



ЗАДАНИЕ 39



ЗАДАНИЕ 40





УДК 621.01

Конструирование : методические указания к практическим занятиям в среде Autodesk Inventor для студентов специальности 1-19 01 01-02 «Дизайн предметно-пространственных комплексов». Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2013.

Составители: доц. Белов Е.В., Ковчур А.С,  
ст. препод. Фирсов А.С

В методических указаниях изложены содержание и методика выполнения практических работ с применением программы Autodesk Inventor по курсу «Конструирование».

Методические указания предназначены для студентов дневной формы обучения специальности 1-19 01 01-02 «Дизайн предметно-пространственных комплексов».

Одобрено кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» УО «ВГТУ»

« 20 » \_\_\_\_\_ ноября \_\_\_\_\_ 2012 г. Протокол № \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_

Рецензент: доц. Малин А.Г.

Редактор: ст. преп. Климентьев А.Л.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» «30» \_\_\_\_\_ ноября 2012 г. Протокол № 11

Ответственный за выпуск : Герасимова О.С.

Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

---

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_ Уч.-изд. лист \_\_\_\_\_  
Печать ризографическая. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_\_ Цена \_\_\_\_\_

---

Отпечатано на ризографе учреждения образования  
«Витебский государственный технологический университет».  
Лицензия №02330/0494384 от 16 марта 2009 года.  
210035, г. Витебск, Московский пр., 72.