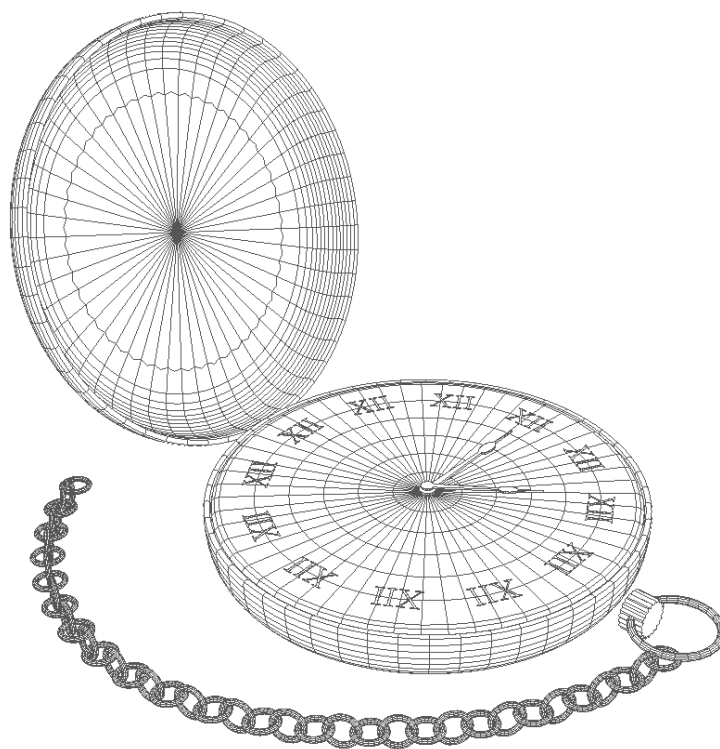


**А.В. Меженин**  
**ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ 3D-МОДЕЛЕЙ**



**Санкт-Петербург**  
**2018**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**А.В. Меженин**  
**ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ 3D-МОДЕЛЕЙ**

РЕКОМЕНДОВАНО К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ В УНИВЕРСИТЕТЕ ИТМО  
по направлениям подготовки 11.03.02 "Информационные технологии и системы  
связи", 09.03.02 "Информационные системы и технологии" и другим  
информационным направлениям в качестве учебно-методического пособия для  
реализации основных профессиональных образовательных программ бакалавриата



**Санкт-Петербург**

**2018**

Меженин А.В. Технологии разработки 3D-моделей. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2018. – 100 с.

Рецензенты:

Лисицына Л.С., д.т.н., проф.

Белозубов А.В., к.т.н., доцент

Учебное пособие дает читателю общие сведения об основах 3D моделирования и визуализации. В качестве среды разработки рассматривается наиболее распространенный и мощный пакет 3ds Max компании Autodesk. Описана система помощи, интерфейс и настройка рабочей среды программы. Рассматриваются базовые понятия 3D моделирования – примитивные параметрические объекты, глобальная и локальная системы координат, позиционирование объектов, создание групп объектов, изменение параметров. Отдельные главы посвящены процессу создания 3d моделей на основе плоских форм (модификаторы Extrude, Lathe, Loft), основам полигонального моделирования. Рассмотрены вопросы использования библиотек материалов, разработки своих материалов (органические поверхности, стекло, зеркало) и применения их поверхностям моделей. Даны сведения об использовании источников света и применении атмосферных эффектов.



**Университет ИТМО** – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2018

©Меженин А.В., 2018

## Содержание

1. Основы технологий трехмерной графики и анимации .....	5
1.1. Моделирование .....	5
1.2. Использование материалов .....	8
1.3. Освещение .....	10
1.4. Визуализация.....	10
1.5. Виртуальная студия .....	11
1.6. 3ds Max компании Autodesk .....	12
2. Интерфейс 3ds Max. Сохранение и открытие проектов. Визуализация проектов .....	14
2.1. Интерфейс программы .....	14
2.2. Сохранение и открытие проектов .....	18
2.3. Работа с видовыми окнами и их параметры .....	20
2.4. Визуализация .....	24
3. Моделирование на основе простейших геометрических объектов.....	25
3.1.Создание объектов и изменение их параметров .....	27
4. Трансформации объектов. Системы координат .....	29
4.1. Перемещение и поворот объектов .....	30
4.2. Глобальная и локальная системы координат. Управление опорной точкой объекта .....	33
5. Копии объектов. Группирование объектов .....	35
5.1. Клонирование и создание массивов объектов .....	35
5.2. Группирование объектов. Слои .....	37
6. Модификаторы геометрической формы.....	38
7. Создание 3d моделей на основе плоских форм .....	42
7.1. Сплайны .....	42
7.2. Модификатор вращения Lathe.....	49
7.3.Модификатор выдавливания Extrude.....	51
8. Создание объектов на основе сечений. Булевы операции.....	52
8.1. Объекты на основе сечений Loft Objects.....	58
8.2. Булевы операции.....	61
9. Основы полигонального моделирования .....	61
9.1. Поверхности Editable Mesh (Редактируемый каркас) .....	64
9.2. Использование модификаторов для сглаживания поверхности .....	68
10. Работа с материалами .....	69
10.1. Редактор материалов .....	70
10.2. Свойства материалов .....	72
10.3. Проекционные координаты .....	74
10.4. Примеры различных материалов .....	78
11.Задания для самостоятельных занятий.....	87
11.1. Собрать дом .....	87
11.2. Навигация в видовых окнах .....	87
11.3. Клонирование объектов .....	88

11.4. Настольная лампа .....	89
11.5. Замок .....	90
11.6. Модель карманных часов .....	94
11.7. Натюрморт .....	96
11.8. Космический корабль .....	98
Литература .....	100

# 1. Основы технологий трехмерной графики и анимации

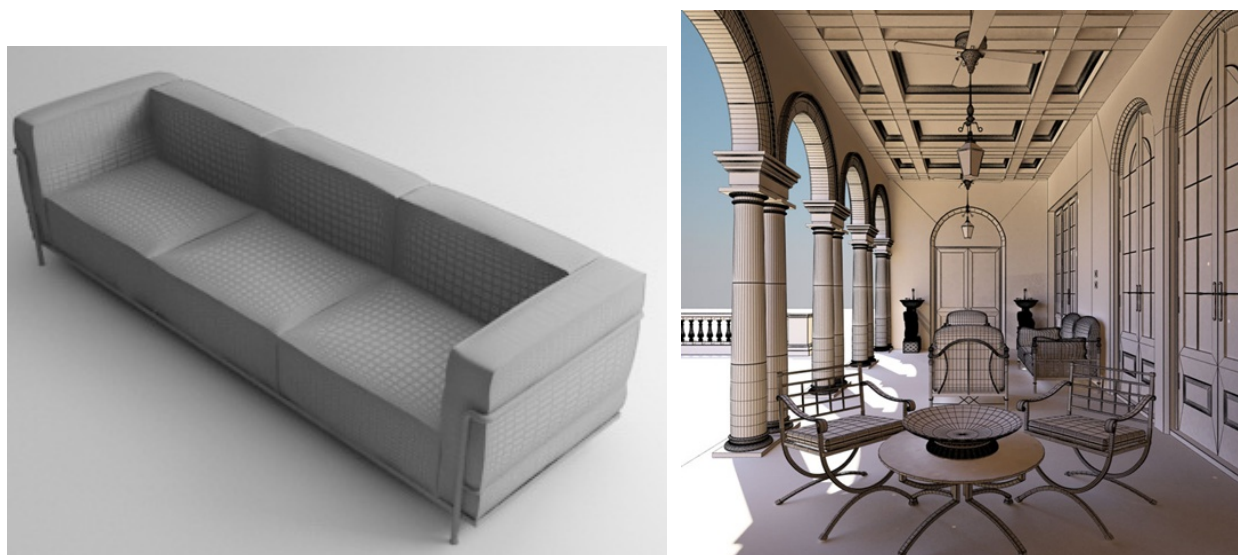
В области трехмерной компьютерной графики можно выделить четыре основных этапа [1], которые необходимы для получения готового продукта:

1. **Моделирование** — создание объектов, которые будут на сцене.
2. **Использование материалов** — определение свойств поверхностей объектов для имитации различных свойств реальных предметов (цвет, фактура, прозрачность, яркость и т. д.).
3. **Освещение** — добавление и размещение источников света подобно тому, как это делается в театральной студии или на съемочной площадке.
4. **Визуализация** — формирование изображения, на основе моделей, материалов и освещения.

Если проект подразумевает создание анимации, то в качестве анимируемых элементов могут выступать смоделированные персонажи. Кроме этого возможно изменение положения объектов на сцене, изменение их размеров формы или материалов. Возможно создать анимацию камеры, тогда будет создан видеоряд, в котором созданная сцена будет представлена в разных ракурсах.

## 1.1. Моделирование

На этом этапе создается форма объектов сцены. Объекты могут иметь как правильный геометрический вид, так и произвольную форму (рис. 1.1). Обычно перед созданием объектов выполняются эскизы, предварительные наброски.

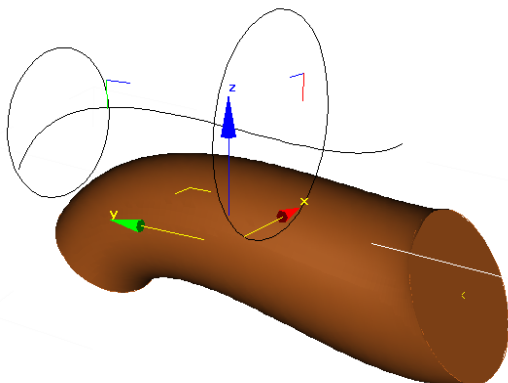


**Рис. 1.1.** Примеры моделирования различных объектов

В программе 3ds Max можно использовать различные способы трехмерного моделирования.

□ Моделирование на основе примитивов. *Примитивы* — простейшие параметрические формы, например, кубы, сферы и пирамиды. При визуализации такие объекты, как сфера, преобразуются в полигоны (многоугольники), но получаемая поверхность выглядит намного более гладкой. Эффект сглаживания поверхности достигается за счет специальных алгоритмов закраски.

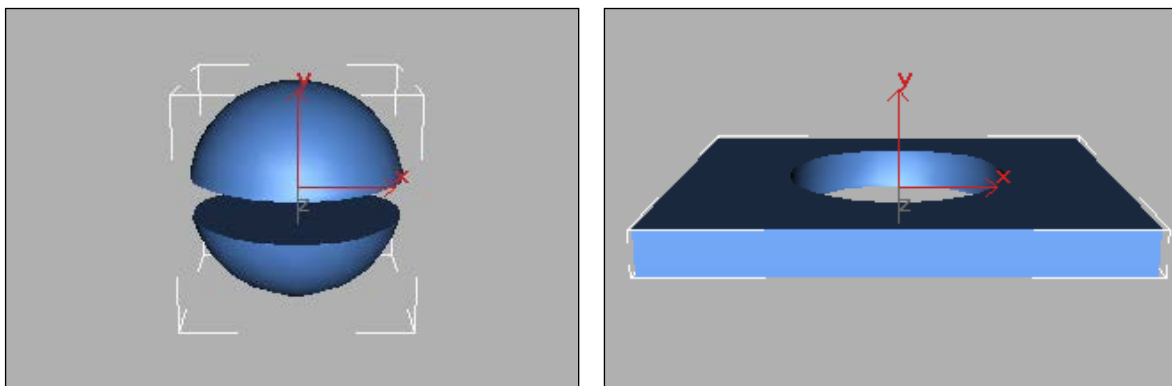
□ Моделирование на основе сечений.



**Рис. 1.2.** Трехмерный объект, построенный на основе сечений

Объекты на основе сечений названы по аналогии со способом, используемым в судостроении, заключающимся в "натягивании" поверхности на произвольные сечения (рис. 1.2). *Сечения* или *плоские формы* — двумерные объекты. При создании трехмерных объектов несколько форм располагаются вдоль некоторого пути.

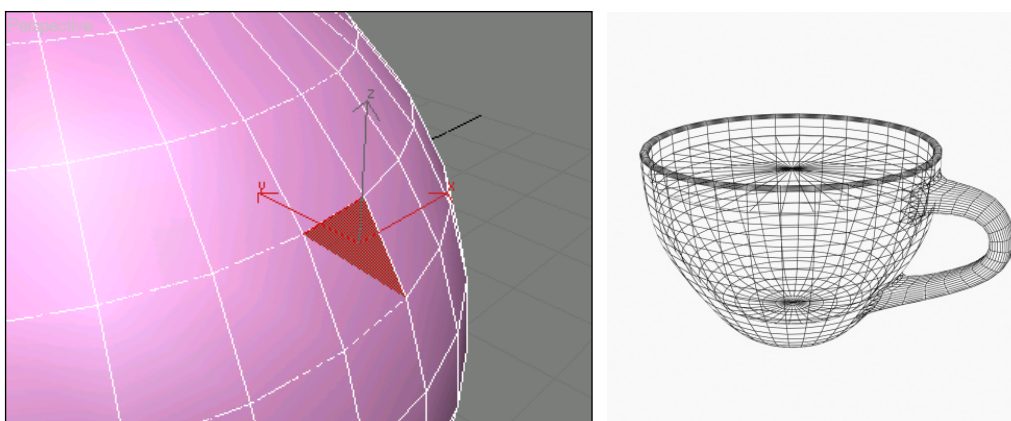
□ Моделирование, основанное на использовании булевых операций. Булевы объекты (Booleans) создаются посредством добавления, вычитания и пересечения перекрывающихся поверхностей (рис. 1.3).



**Рис. 1.3.** Результат выполнения булевых операций

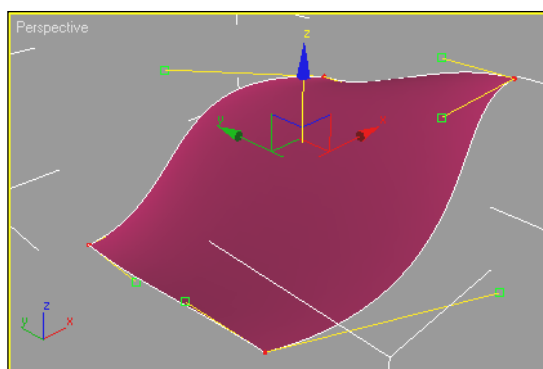
□ Поверхностное моделирование основано на создании произвольных поверхностей. При создании поверхностей используются различные математические модели и, соответственно, свои виды моделирования:

•многоугольные (полигональные) каркасы, редактируемые сетки — сложные модели, созданные из множества многоугольных поверхностей, которые сглажены в процессе визуализации (рис. 1.4). Полигональное моделирование основано на манипулировании непосредственно вершинами, ребрами и гранями. Плоскости, образующие многогранник, называются *гранями* (Polygon). Линии пересечения граней называются *ребрами* (Edges). Точки пересечения ребер называются *вершинами* (Vertex). Три вершины в пространстве образуют *треугольную грань* (Face);



**Рис. 1.4.** Редактируемый каркас

•лоскутки (Patches) строятся на основе сплайнов (гладких кривых) и могут изменяться с помощью контрольных точек. Образующие сплайны располагаются по краям создаваемой поверхности (рис. 1.5);

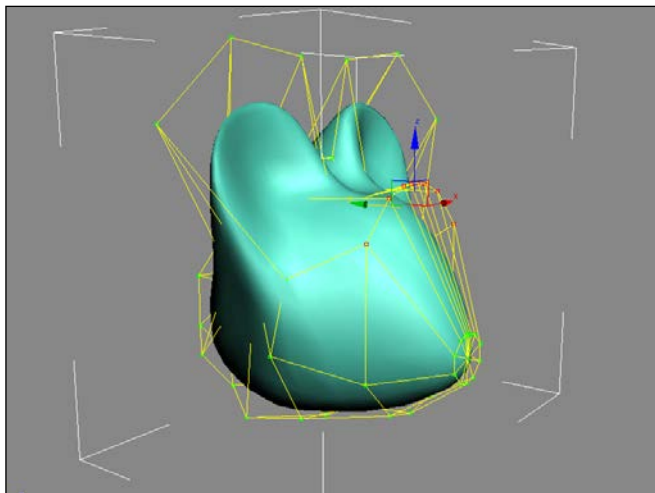


**Рис. 1.5.** Видны четыре вершины и восемь управляющих точек сплайна

•неоднородные рациональные В-сплайны (NURBS) — технология, предназначенная для создания плавных форм и моделей. Она основана на специальном математическом аппарате. С помощью управляющих вершин, в



отличие от лоскутного моделирования, можно воздействовать на любую локальную область поверхности. Технология с успехом применяется для моделирования моделей животных и людей (рис. 1.6);



**Рис. 1.6.** Пример NURBS-поверхности

- моделирование поверхности по сплайновой сетке. Создается совокупность сплайнов, своеобразный каркас, на основе которого формируется поверхность (Surface).

## 1.2. Использование материалов

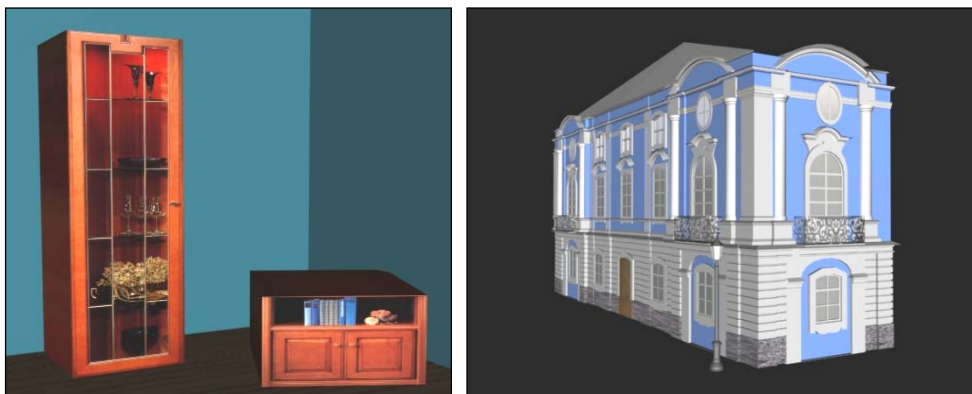
На этом этапе поверхностям моделей придают вид реальных материалов. Только в этом случае модели будут выглядеть максимально реалистично. Они приобретут вид дерева, металла, пластика. Поверхность станет зеркальной или прозрачной. Для этого в любой программе трехмерного моделирования существуют редакторы материалов, в которых есть готовые наборы материалов или с помощью которых можно разработать собственные материалы. В 3ds Max редактор материалов (Material Editor) является одним из важнейших модулей программы.

Цвет — один из простейших свойств материала. Однако даже использование цвета имеет множество аспектов. Цвет может быть основным, определяющим покрытие всего объекта, обтекающим определяющий влияние фонового освещения, зеркальным определяющим цветом наиболее ярких участков блестящей поверхности объекта и т. д.

В процессе создания материалов широко используются *карты текстур*, в простейшем виде растровые изображения реальных объектов. Кроме этого используются *процедурные карты* — изображения, которые генерируются программным путем. В процессе создания материала можно использовать несколько карт текстур.

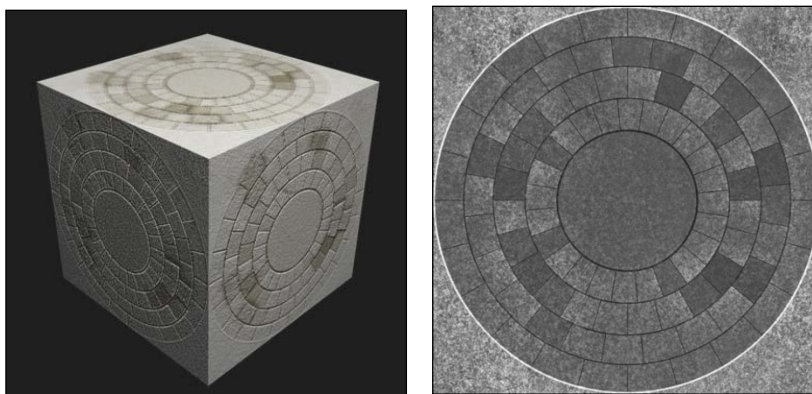
Точное размещение материала на поверхности объекта достигается, благодаря так называемым координатам проецирования (UVW Map), когда растровое изображение интерактивно размещается на поверхности объекта.

Умелое использование материалов позволяет сэкономить много времени и добиться прекрасных результатов. Например, окно или балконную решетку можно моделировать с помощью полигонов или других способов либо использовать материал на основе растровых изображений, который присвоить примитивным объектам типа **Box** (рис. 1.7).



**Рис. 1.7.** Использование текстур для моделирования мебели и оформления здания

Карты текстур с успехом используются для получения ощущения рельефа и объемности у поверхности (рис. 1.8). Получение рельефности основано на разности яркости цветов. Очень похоже на выдавливание (чеканку).



**Рис. 1.8.** Получение рельефности

При создании материалов определяются такие свойства объекта, как отражение (Reflection), преломление (Refraction) и прозрачность (Opacity). Кроме этого, возможно задать не только, как поверхность реагирует на свет, но и необходимые свойства отраженного света и его силу. Во многом это определяется математическими алгоритмами, которые реализуют эти эффекты.

Создавая с помощью материалов прозрачные объекты, можно управлять свойствами преломленного света.

Умелое использование материалов позволяет добиться прекрасных результатов. Для этого необходимы навыки не только инженера, но и художника.

### 1.3. Освещение

Лучшее освещение должно быть почти подсознательным: присутствовать, но не быть навязчивым (рис. 1.9).



**Рис. 1.9.** Одна и та же сцена с различными источниками освещения

Оно подчеркивает свойства сцены, выполненной в результате моделирования и использования материалов. Освещение определяет настроение всей сцены. Специалисты изучают свойства освещения в архитектуре, но определенные навыки могут быть получены в процессе изучения художественной фотографии и кинематографии.

### 1.4. Визуализация

*Визуализация* является заключительным этапом работы над моделируемой сценой [2]. На этом этапе компьютер превращает математическую модель сцены в форму доступную для визуального восприятия. Этот процесс называется *рендерингом* (render). В английском языке есть слово *visualization* (визуализация), но оно имеет более широкое значение. В 3ds max только на этапе рендеринга становятся видны все свойства материалов объектов, источников света и проявляются эффекты внешней среды, примененные в составе сцены.

Создаваемые сцены могут быть визуализированы с разной степенью точности. Для этого используются различные механизмы визуализации, которые позволяют получить различное качество, но выполняются,

соответственно, с различной скоростью. Также на этом этапе существенную роль играет быстродействие компьютера и параметры видеокарты.

### **Трассировка лучей и метод фотонных карт**

Наиболее распространенным методом построения реалистических изображений является *трассировка лучей* (Ray Tracing). При построении изображения луч посылается в заданном направлении для оценки приходящей отсюда световой энергии. Эта энергия определяется освещенностью первой поверхности, встретившейся на пути луча.

Метод трассировки лучей дает неплохие результаты и позволяет рассчитывать отражение и преломление. Несмотря на его популярность и эффективность, существует целый ряд физических явлений, которые он реализует плохо или не реализует вовсе. Например, такие эффекты, как рассеивающие отражения (цветовой оттенок от комода из красного дерева на белом ковре) и сфокусированный свет (блики от воды на дне бассейна).

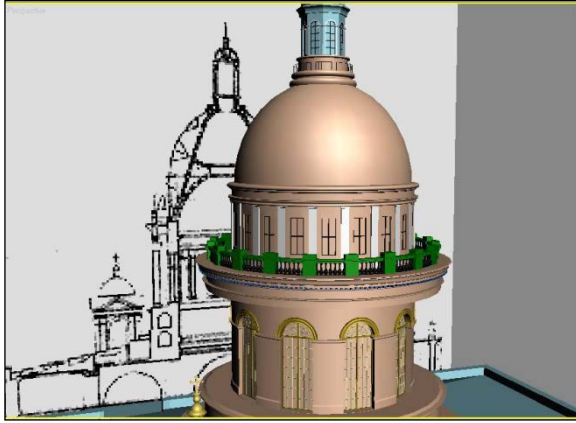
*Метод фотонных карт* — это расширение метода трассировки лучей. Он предлагает решения для таких ситуаций. Расширение метода трассировки лучей за счет использования фотонных карт дает метод, способный эффективно симулировать все типы прямого и непрямого освещения. Более того, метод фотонных карт позволяет учитывать влияние среды, в которой распространяется свет. Метод фотонных карт работает по следующему алгоритму: сначала из источников света выпускаются фотоны, а затем происходит трассировка фотонов с последующим сохранением информации на фотонной карте.

В 3ds max используются оба метода: трассировка лучей по умолчанию и специальный визуализатор *mental ray*, дополненный методом фотонных карт.

Несколько слов о терминологии в описании материалов, используемой для визуализатора *mental ray*. Так, *шейдером* (shader) в *mental ray* принято, в самом общем случае, называть алгоритм расчета того или иного конкретного простого свойства поверхности объекта. Сложное сочетание шейдеров, разносторонне описывающих свойства поверхности объекта, в *mental ray* называют *phenomena*.

## **1.5. Виртуальная студия**

В моделировании используется понятие виртуальной студии — аналога простой трехмерной комнаты, которая имеет две стены и потолок, сделанные из элементарных ячеек, на которые накладываются изображения проекций создаваемой модели (виды сбоку, сверху, спереди). Эти изображения будут использоваться в качестве шаблонов при работе. На рис. 1.11 представлена виртуальная студия, которая использовалась при моделировании Исаакиевского собора.



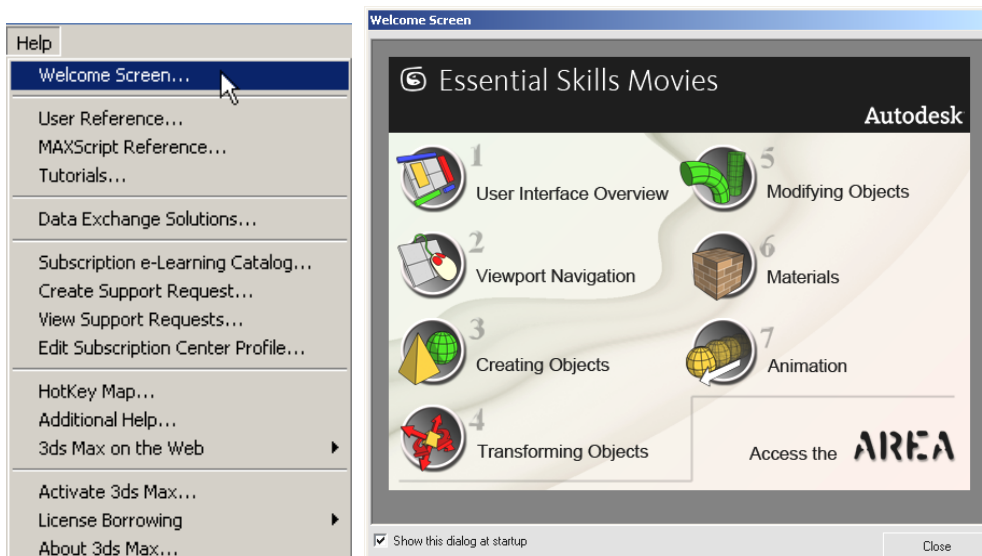
**Рис. 1.11.** Использование эскиза для создания модели Исаакиевского собора

## 1.6. 3ds Max компании Autodesk

3ds max универсальный пакет трехмерного моделирования компании Autodesk. Он имеет мощные и гибкие инструменты для создания геометрических объектов и работы с ними, удобный редактор для создания материалов, обширные возможности для работы со светом, современную и качественную систему визуализации. В данном пособии даны начальные сведения о пакете и рассмотрены основные этапы моделирования, использования материалов, источников света и визуализации. Для более глубокого изучения пакета можно обратиться к книгам, приведенным в списке литературы, в конце пособия.

### Система помощи и электронные учебники

3ds max имеет значительный объем файлов помощи (1.12). Даже если вы не очень владеете английским языком, наличие множества иллюстраций во многом помогут пониманию материала.



**Рис. 1.12.** Меню помощи. Окно помощи Welcome Screen

Кроме традиционных Help файлов имеются видеоуроки, созданные в режиме ScreenCam (Запись всего, что происходит на экране в анимационный файл).

Самое первое окно помощи Welcome Screen автоматически появляется при первом запуске программы (рис. 1.13). В последствии его можно вызвать из меню Help.

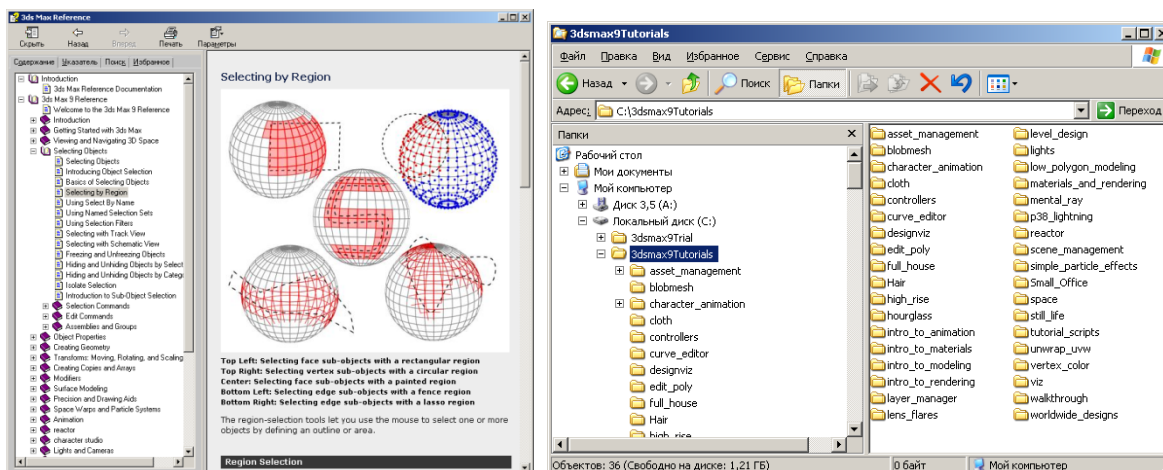
Из окна Welcome Screen открывается доступ к видеоурокам дающим самые общие представления об основных этапах моделирования и анимации.

Окно Welcome Screen содержит следующие меню:

- ❑ User Interface Overview - Общие сведения об интерфейсе программы.
- ❑ Viewport Navigation - Навигация в видовых окнах.
- ❑ Creating Object - Создание объектов.
- ❑ Transforming Objects – сведения о командах перемещения, вращения и масштабирования.
- ❑ Modifying Objects – Общие сведения о модификаторах и стеке модификаторов.
- ❑ Materials Создание и использование материалов.
- ❑ Animations - Создание анимации.

Кроме этого, эти файлы можно открыть из папки 3dsMax \html\welcome.screen\videos\ и воспользоваться программой воспроизведения видео.

Справка User Reference дает исчерпывающие сведения обо всех командах программы (рис. 1.13).



**Рис. 1.13.** Окно 3ds Max Reference. Папки с файлами уроков

Справка Tutorials содержит упражнения по всем разделам моделирования, анимации и использования эффектов (рис. 1.14).

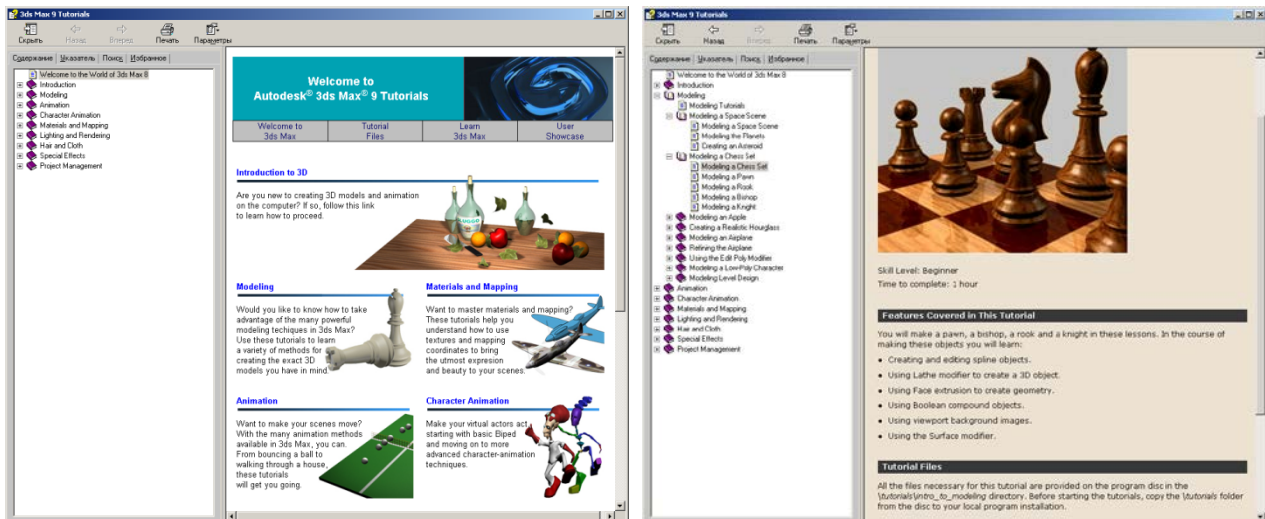


Рис. 1.14. Окна 3ds Max Tutorials

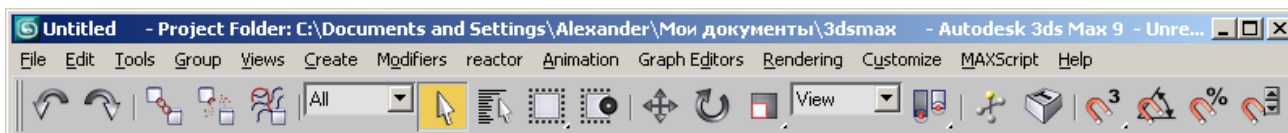
Каждый урок имеет файлы Tutorials Files имеющие исходный материал и итоговую сцену. Файлы находятся в соответствующих папках 3dsmaxTutorials. Например, \tutorials\intro\_to\_modelling. Кроме этого с Интернет сайта компании Autodesk можно скачать бесплатные видеоуроки - 3ds Max.

## 2. Интерфейс 3ds Max. Сохранение и открытие проектов. Визуализация проектов

### 2.1. Интерфейс программы

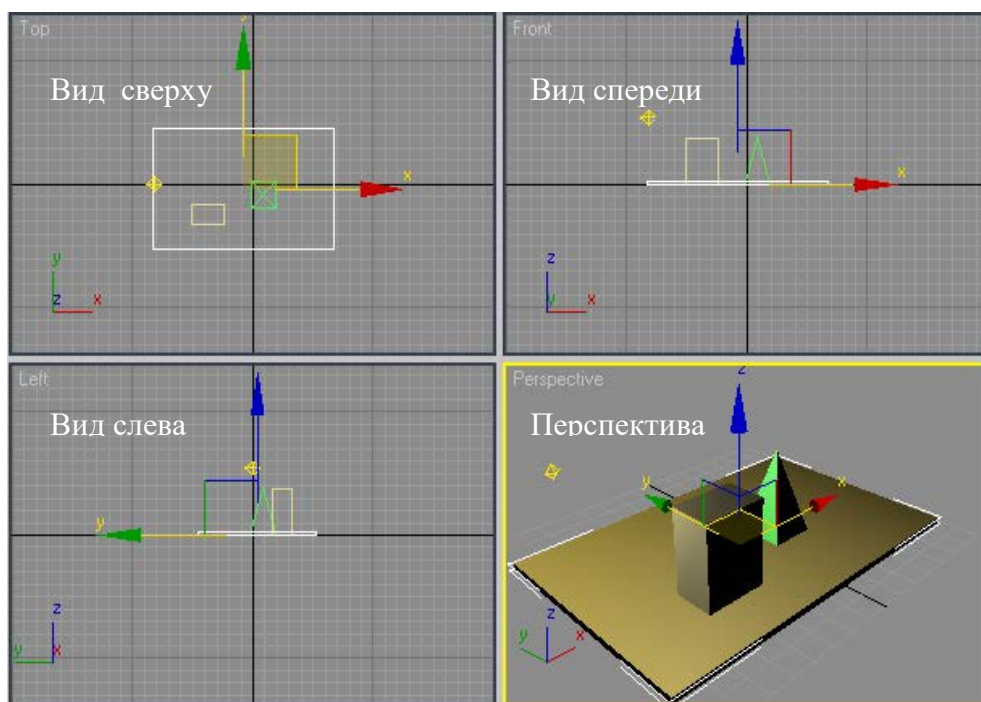
Главное окно программы состоит из четырех основных блоков:

1. Основная строка списков команд: **File, Edit, Tools Group** и др. **Main Menu** (Главное меню) структурировано по группам и располагается в верхней части окна программы (рис. 2.1). Ниже располагается ряд значков (кнопок) **Main Toolbar** (Основная панель инструментов). Команды представлены в виде функциональных кнопок с пиктограммами, в соответствии с выполняемым действием. Некоторые из кнопок имеют символ треугольника в правом нижнем углу. При нажатии на них открывается дополнительный набор кнопок. На экранах с небольшим разрешением панель инструментов отображается только частично. Для ее просмотра поместите указатель мыши над пустым пространством, например, между кнопками (как только вы поместите указатель в эту область, он примет форму кисти руки). Затем нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащите указатель в любом направлении.



**Рис. 2.1.** Главное меню и основная панель инструментов

2. **Viewports** (Видовые окна) — основная рабочая область программы, где происходит отображение объектов сцены, материалов, текстурных карт и служебных данных (рис. 2.2). По умолчанию на экране располагаются три ортогографических проекции (orthographic view): **Top** (Вид сверху), **Front** (Вид спереди), **Left** (Вид слева). В четвертом окне проекции представлен вид **Perspective** (Перспектива). Этот вид наиболее близок к тому, что мы видим в реальности, и дает более тонкое представление о связях между объектами. Видовые окна могут быть активными или пассивными. Активное видовое окно имеет желтую рамку и используется для действий над объектами, в то время как пассивные только отображают текущие изменения. Название каждого окна отображается в верхнем левом углу. Все настройки окна выбираются из дополнительного контекстного меню, которое вызывается щелчком правой кнопки мыши на его названии.

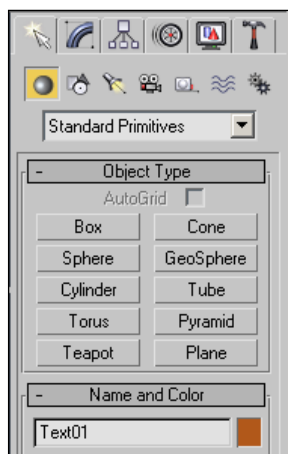


**Рис. 2.2.** Видовые окна

3. **Command Panel** (Командная панель) — совокупность наборов инструментов создания и редактирования объектов, настроек параметров анимации и служебных средств (рис. 2.3). По умолчанию, она расположена с правой стороны, но пользователь может перемещать панель и располагать в









любом удобном месте экрана. Параметры всех инструментов сгруппированы в виде раскрывающихся списков.









**Рис. 2.3.** Командная панель

Панель содержит шесть вкладок, каждая из которых снабжена отдельной пиктограммой. Щелкая на них, можно открыть любую функциональную вкладку:

-  **Create** (Создать) — содержит команды для создания различных объектов: примитивов, камер, источников света;
-  **Modify** (Модифицировать) — набор модификаторов;
-  **Hierarchy** (Иерархия) — управляет инверсной кинематикой, связями и точками привязки объектов;
-  **Motion** (Движение) — управляет анимацией объектов;
-  **Display** (Отобразить) — управляет отображением объектов в окнах проекций (замораживание, скрытие);
-  **Utilities** (Утилиты) — дополнительные утилиты и скрипты.

В панели **Create** (Создать) есть семь категорий объектов, каждая из которых содержит дополнительные инструменты и команды для создания объектов:

-  **Geometry** (Геометрия) — трехмерные геометрические объекты;
-  **Shapes** (Формы) — двумерные формы;
-  **Lights** (Свет) — источники света;
-  **Cameras** (Камеры);
-  **Helpers** (Вспомогательные объекты) — рулетка, сетка, организация систем управления объектами;
-  **Space Warps** (Пространственная деформация) — волны, ветер, взрыв;
- Systems** (Системы) — системы объектов, создание костного скелета персонажей.

4. Служебные области главного окна, отображающие всю необходимую информацию о выбранных объектах, величинах их перемещений, поворотов и коэффициентов масштабирования, текущие настройки привязок и другие данные (рис. 2.4). Также здесь располагается панель управления окнами проекций, анимацией, строка состояния и внизу слева окно редактора **MAXScript** (собственный язык программирования MAX).

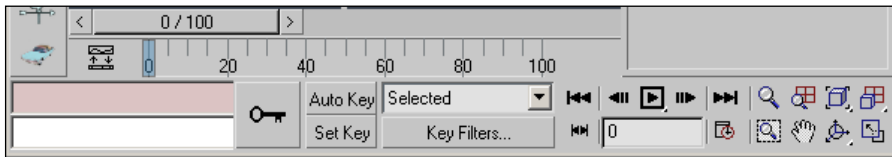


Рис. 2.4. Служебные области

В правом нижнем углу находятся инструменты управления видовыми окнами (рис. 2.5). Справа на рисунке — элементы управления видовыми окнами в режиме **Camera**.

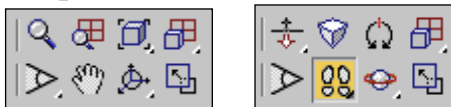


Рис. 2.5. Элементы управления видовыми окнами

В основном окне программы могут быть открыты дополнительные окна – Редактор материалов, Окно визуализации. Щелчок правой клавишей мыши при выделенном объекте вызывает контекстное меню (рис. 2.6).

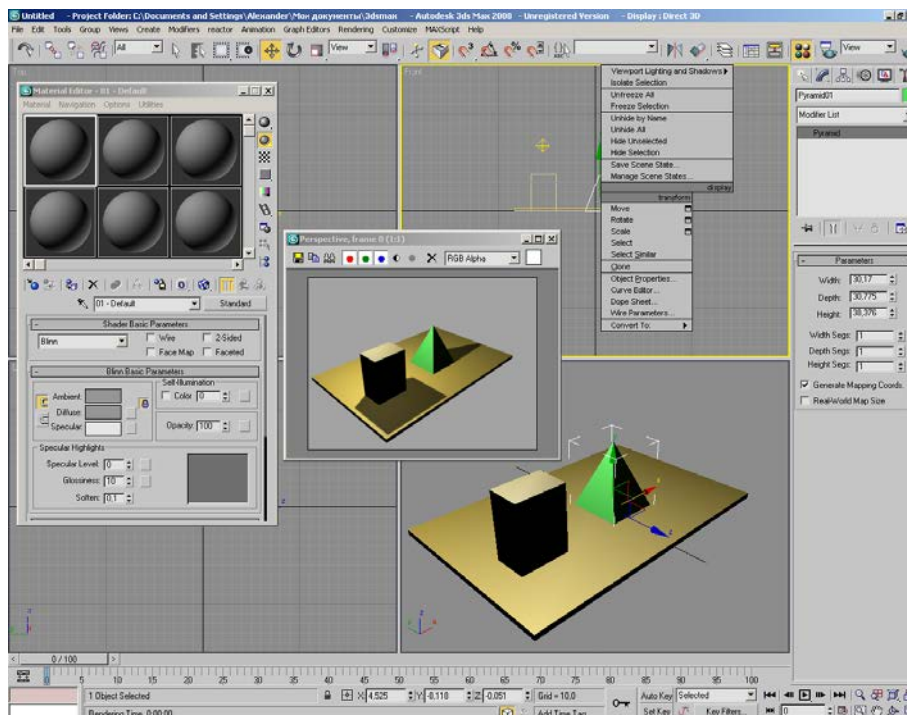
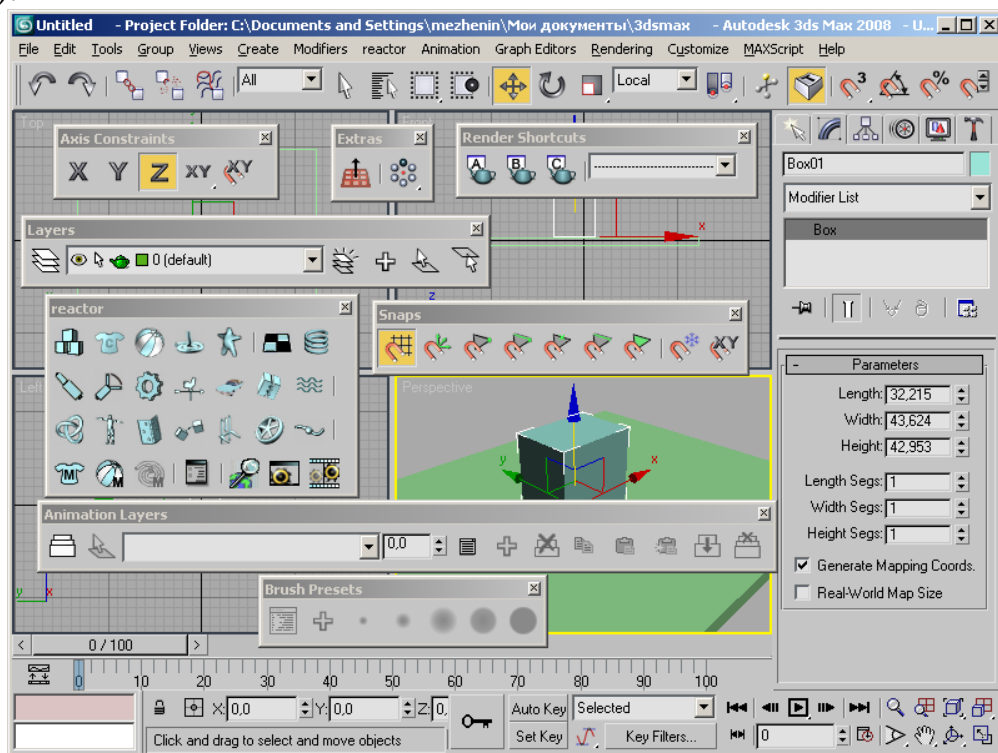


Рис. 2.6. Дополнительные окна и контекстное меню

Кроме этого, можно включить плавающие панели инструментов (рис. 2.7).



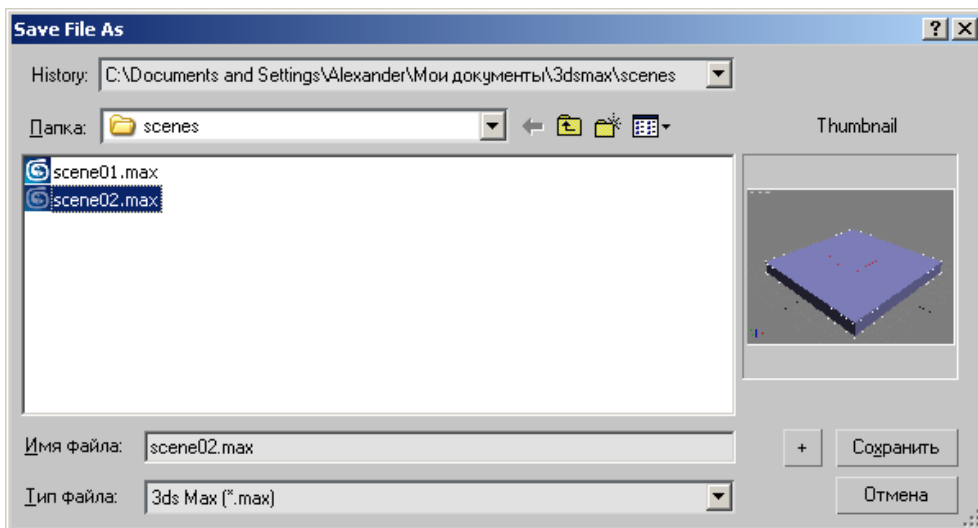
**Рис. 2.7.** Плавающие панели инструментов

Для этого необходимо подвести указатель мыши к основной панели инструментов, щелкнуть правой кнопкой мыши и в открывшемся контекстном меню выбрать необходимую панель инструментов (рис. 2.7);

## 2.2. Сохранение и открытие проектов

### Папки и файлы

Как и в любой другой программе, файлы необходимо сохранять. Для сохранения работы существует несколько команд, включая опцию для сохранения файлов с возрастающей нумерацией. На рис. 2.8 показан стандартный диалог **Save File As**, содержащий поле имени файла, список форматов файлов и кнопку инкремента (автоматическое увеличение номера в имени файла) файла со знаком плюса.



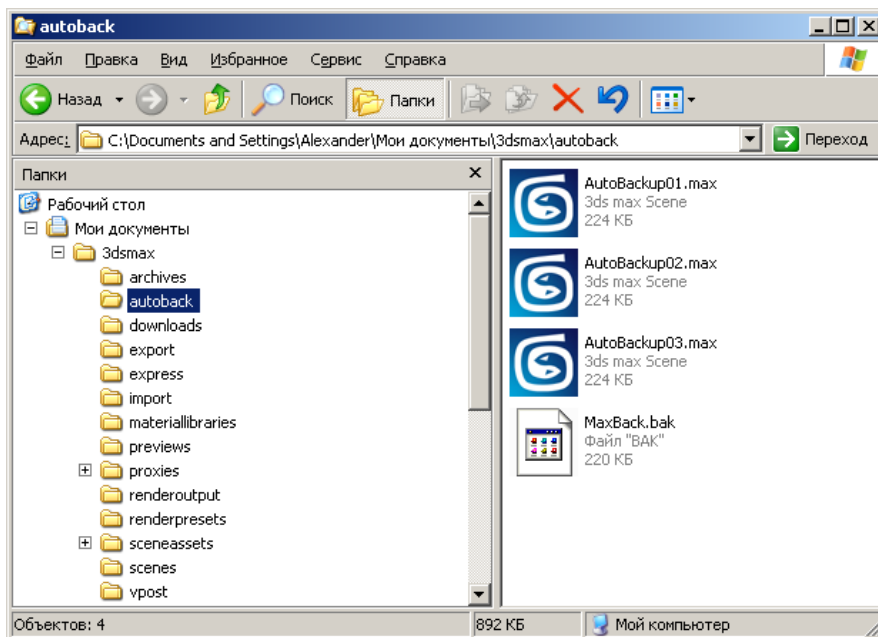
**Рис. 2.8.** Окно сохранения файла

Для удобства 3ds Max использует текущее имя файла как имя по умолчанию. Если щелкнуть на кнопке с плюсом, к имени в поле автоматически добавляется число из двух цифр. Это быстрый способ создания файлов с возрастающей нумерацией, которую можно использовать как историю вашего продвижения вперед.

Для сохранения в файле всей сцены или ее части можно использовать следующие команды из меню **File**:

- ❑ **Save** — быстро сохраняет сцену без дополнительных подсказок или диалогов. Однако в случае сохранения нового файла в первый раз появляется диалог **Save As**;
- ❑ **Save As** — сохраняет сцену под новым именем и делает новую сцену текущей. Этот диалог содержит кнопку инкремента для сохранения файлов с последовательной нумерацией. При щелчке на этой кнопке к имени в поле имени добавляется число из двух цифр;
- ❑ **Save Selected** — сохраняет текущую выборку объектов в файле сцены. Этот диалог также содержит кнопку инкремента. **Save Selected** можно использовать для быстрого разделения большой сцены на серию небольших файлов с последовательной нумерацией;
- ❑ **Export** — сохраняет сцену в файле с другим форматом. Форматы экспорта, поддерживаемые 3ds Max, включают 3DS, DXF, DWG, FBX, VRML, IGES, Shockwave 3D Scene Export и др.
- ❑ **Archive** — сохраняет файл сцены и сжимает его, включая по выбору все файлы карт, используемые материалами, которые присвоены сцене.

В процессе работы создаются резервные копии сцен. Они помещаются в папке Мои документы\3ds max\autoback (рис. 2.9).



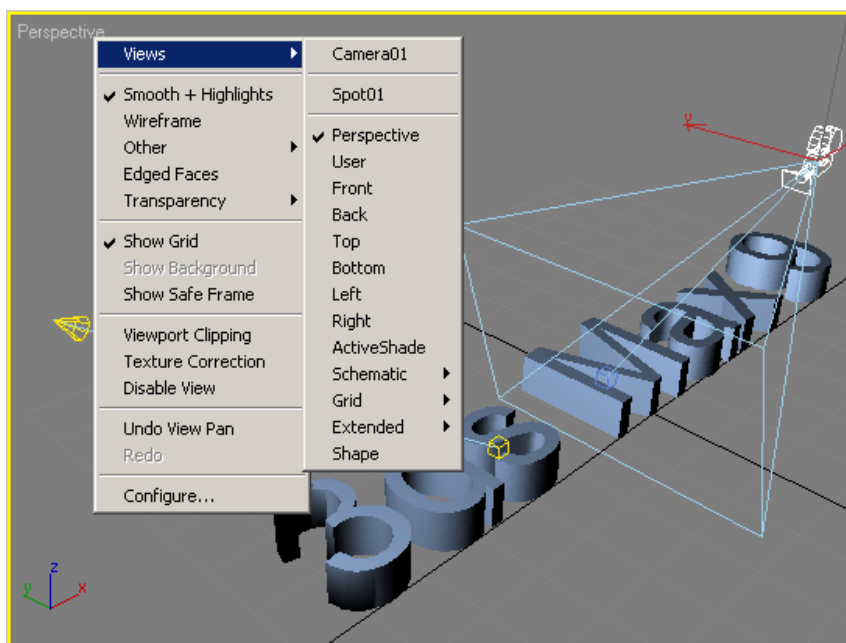
**Рис. 2.9.** Папка с резервными копиями

Задача резервных файлов — подстраховаться на случай случайного сохранения файла под существующим именем или неожиданного сбоя компьютера. Использовать эти файлы можно с помощью Проводника и соответствующим образом переименовать резервный файл.

### **2.3. Работа с видовыми окнами и их параметры**

Активное видовое окно имеет желтую рамку по периметру и используется для действий над объектами, в то время как пассивные только отображают текущие изменения. Для активизации окна необходимо щелкнуть указателем мышки по его названию. Хотя активизировать видовое окно можно щелкая мышкой и в любом месте выбранного окна, первый способ предпочтительней. В этом случае при выделенном объекте сцены не будет происходить сброс выделения.

Название окна расположено в верхнем левом углу, и все его настройки вызываются щелчком правой кнопки мыши на названии окна (рис. 2.10).



**Рис. 2.10.** Контекстное меню настроек активного видового окна

Важно отметить, что масштаб отображения в видовых окнах может быть различным.

Если на сцене установлены камеры и направленные источники света, то видовое окно можно переключить на точку зрения из этих объектов (в списке набора точек зрения появляются эти объекты).

## Инструменты управления отображением в видовых окнах

В 3ds Max есть множество способов навигации в трехмерном пространстве. Для этого имеется ряд инструментов, которые находятся в правом нижнем углу (панель управления окнами проекций, рис. 2.11). Большинство кнопок используется для изменения масштаба отображения в видовых окнах.













**Рис. 2.11.** Инструменты управления навигацией


Основным методом получения необходимого отображения в видовых окнах является выбор в панели управления нужного действия, щелчок мышью на одном из видовых окон и последующее перетаскивание курсора мыши при нажатой левой кнопке до получения требуемого результата.

Вращение колесика мышки (без активизации инструментов управления навигацией) также позволяет изменять масштаб изображения в активном видовом окне.

У некоторых кнопок есть несколько вариантов действия. Такие кнопки имеют маленький треугольник в правом нижнем углу. Чтобы выбрать нужный вариант, нажмите на кнопку и удерживайте ее некоторое время, затем, не отпуская кнопку мыши, выберите одну из появившихся дополнительных кнопок. Рассмотрим подробно каждый инструмент и выполняемые ими действия:

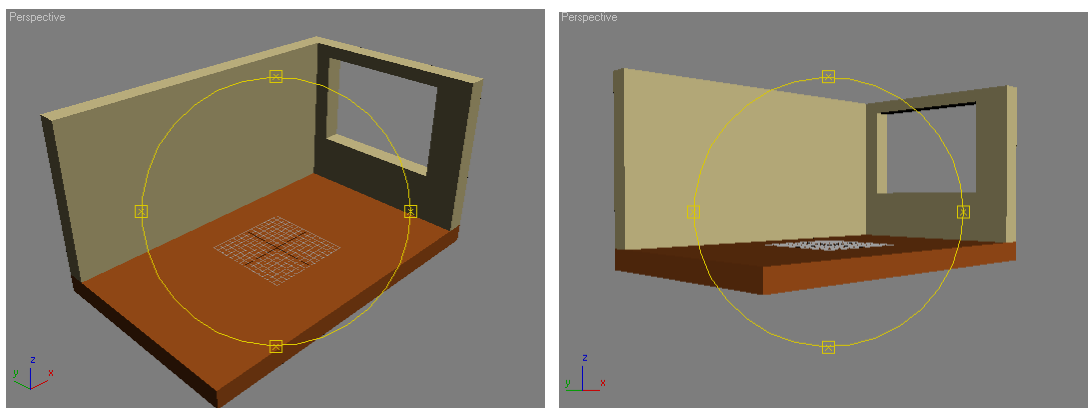
-  **Zoom** (Изменить масштаб изображения) — при нажатой левой кнопке мыши движение мыши от себя приведет к увеличению масштаба, к себе, к уменьшению;
-  **Zoom All** (Изменить масштаб изображения во всех видовых окнах) — аналогично предыдущему, однако изменение происходит во всех видовых окнах;
-  **Zoom Extents** (Показать объекты полностью) — изменяет вид так, чтобы вся сцена (1) или выбранные объекты (2) занимали максимально возможное пространство в активном видовом окне
-  **Zoom Extents Selected** (Показать все выделенные объекты полностью) — изменяет вид так, чтобы вся сцена (1) или выбранные объекты (2) занимали максимально возможное пространство в активном видовом окне
-  **Zoom Extents All** (Показать сцену полностью) — изменяет вид так, чтобы вся сцена или выбранные объекты  занимали максимально возможное пространство во всех видовых окнах
-  **Zoom Region** (Увеличить заданную область)
-  **Pan View** (Перемещать вид в плоскости активного окна)
-  **Arc Rotate** — поворот вида вокруг центра глобальной системы координат
-  **Maximize Viewport Toggle** (Развернуть видовое окно на весь экран) — увеличивает активное видовое окно до размеров всей рабочей области. Возврат в прежнее состояние — повторное нажатие

## Управление отображением в окне Perspective

В режиме Arc Rotate  управление отображением сцены в окне Perspective осуществляется с помощью специальной управляющей окружности желтого цвета с четырьмя маркерами (гизмо-манипулятора).

Управление поворотом окна проекции вокруг его центра, выделенных объектов и частей осуществляется с помощью управляющей окружности с четырьмя маркерами (рис. 2.12). Движение курсором внутри окружности приводит к свободному повороту во всех направлениях. Перемещение мыши влево и вправо при нажатой левой кнопке (курсор внутри левого или правого маркера) приводит к повороту сцены вокруг вертикальной оси. Аналогично

управление верхним и нижним маркером приведет к повороту окна проекции вокруг горизонтальной оси, расположенной параллельно плоскости окна. Расположение указателя на окружности между маркерами позволяет поворачивать окно проекции вокруг горизонтальной оси, направленной внутрь окна.

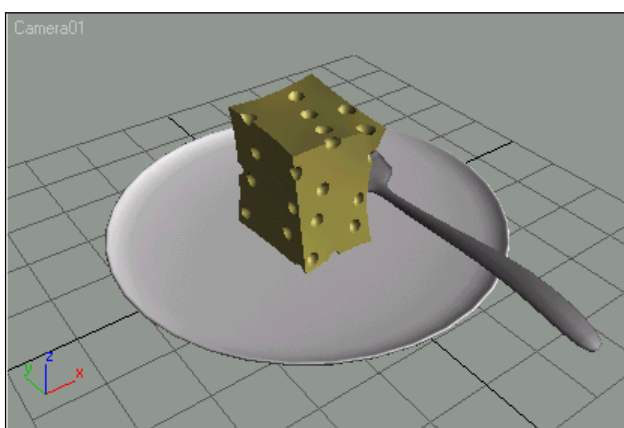


**Рис. 2.12.** Управление отображением с помощью специальных маркеров

## Режимы визуализации

В видовых окнах можно использовать различные режимы отображения:

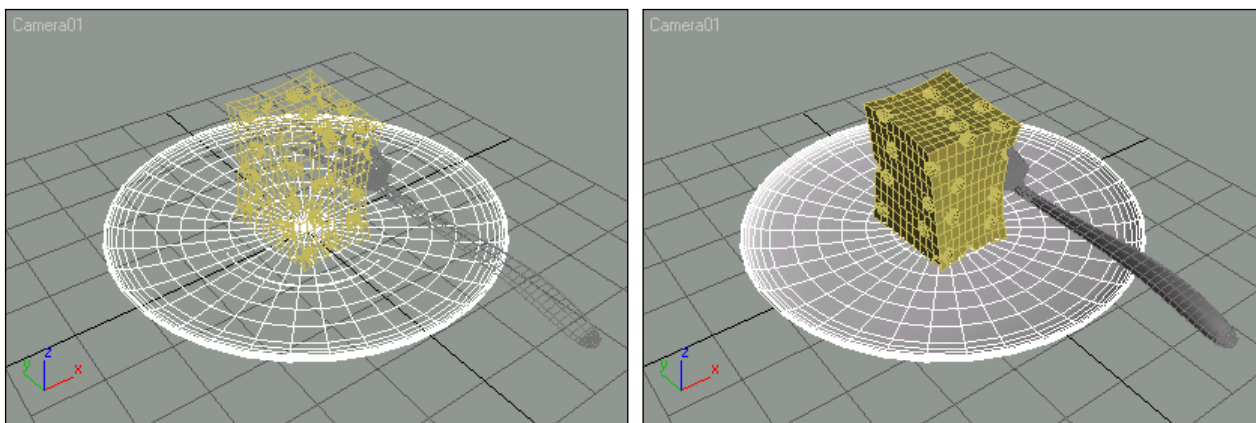
□ режим **Smooth + Highlights** (Сглаживание и блики). Объекты в окне вида представляют собой поверхности, ребра между гранями объектов сглаживаются и показываются блики (рис. 2.13). Это не окончательный вид сцены. Итоговый вид сцены получается только после выполнения команды визуализации. Этот режим отображения чаще всего используется для окна **Perspective** (Перспектива). Для сложных сцен требует значительного времени для отображения;



**Рис. 2.13.** Режим **Smooth + Highlights** (Сглаживание и блики)

□ следующим уровнем отображения объектов трехмерной сцены является режим **Wireframe** (Каркас) (рис. 2.14). Не требует значительных ресурсов для отображения и удобен для работы со структурой объекта;





**Рис. 2.14.** Режим **Wireframe** (Каркас). Режим **Smooth + Highlights** (Сглаживания и блики) с режимом **Edged Faces** (Отображение ребер)

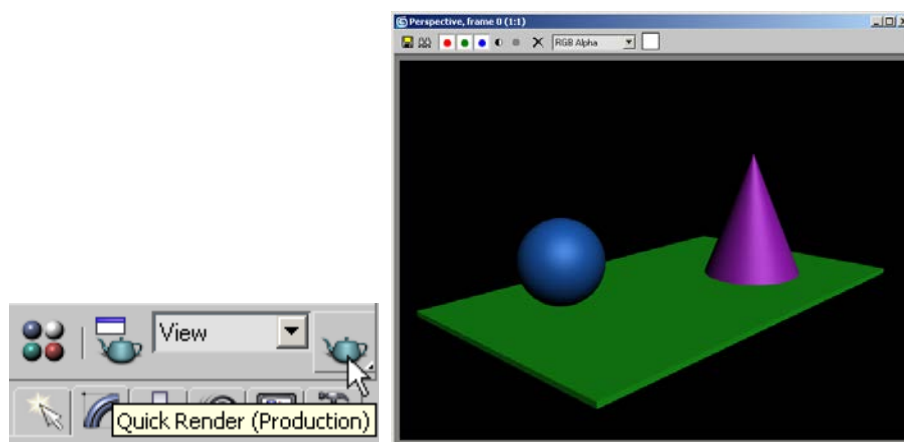
□ режим **Smooth + Highlights** (Сглаживания и блики) с **Edged Faces** (Отображение ребер). Этот режим представляет собой комбинацию двух предыдущих режимов (рис. 2.14);

Рассмотренные режимы отображения можно считать основными.

## 2.4. Визуализация

После того как сцена создана, необходимо выполнить ее визуализацию. Для этого используется кнопка **Quick Render (Production)** (Быстрая визуализация: итог) на основной панели инструментов (рис. 2.16). Какое видовое окно активно (выделено рамкой желтого цвета), то и будет визуализироваться, в нашем случае это окно **Perspective** (Перспектива).

После нажатия этой кнопки открывается окно визуализации, в котором, по мере выполнения расчетов, отображается итоговое изображение (рис. 2.16).



**Рис. 2. 16.** Кнопка быстрой (без меню дополнительных настроек) визуализации сцены и окно визуализации

После выполнения визуализации изображение можно сохранить в виде файла в различных графических форматах – команда **Save Bitmap** (Сохранить в графическом формате) (рис. 2.17).

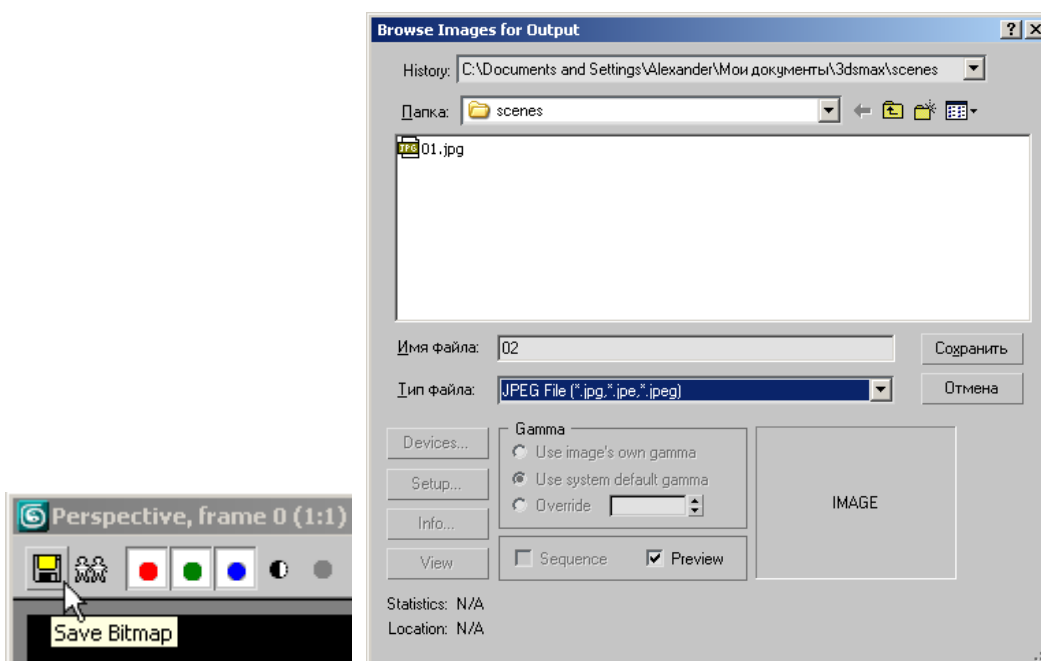


Рис. 2. 17. Команда сохранения изображения и диалоговое окно сохранения файла

## 3. Моделирование на основе простейших геометрических объектов

### 3.1. Создание объектов и изменение их параметров

Работа с объектами начинается с расположения их на сцене. Построение примитивов сводится к следующему: щелчком мыши в одном из окон проекций обозначается расположение начальной точки объекта, а затем перемещением указателя мыши при нажатой левой кнопке задаются размеры объекта. Последовательность щелчков фиксирует дополнительные параметры.

Перед рассмотрением процесса создания объектов обсудим понятие **активное видовое окно**. Оно имеет желтую рамку по периметру и используется для действий над объектами, в то время как пассивные только отображают текущие изменения. Для активизации выбранного окна, необходимо щелкнуть указателем мышки по его названию.

Задавать расположение и размеры примитивов можно не только с помощью метода "щелкнуть и перетащить", но и с клавиатуры с целью создания объектов с точными значениями.

После создания объекта можно менять не только его местоположение на сцене, но и любой из его параметров.

### Создание объектов

Активизировать видовое окно, щелкнув указателем мышки по названию окна. Первые построения рекомендуется выполнять в видовом окне Top (Вид сверху). Выбирается создаваемый объект путем нажатия кнопки в командной панели или панели **Objects**. Затем необходимо щелкнуть мышью в любом видовом окне, в котором будет происходить построение. Выбрать точку на плоскости, которая будет начальной точкой объекта. Далее построение выполняется путем движения мыши при нажатой левой кнопке. Если создаваемый объект имеет один параметр, то после отпускания кнопки построение объекта будет закончено. При наличии нескольких параметров необходимо продолжить движение мыши и фиксировать задаваемое значение путем нажатия ее левой кнопки. 3ds max рисует результирующую геометрию одновременно во всех видовых окнах, по мере определения расстояний и выполнения процесса создания.

Например. Создание параллелепипеда. В панели Create щелкните по кнопке Box (Параллелепипед) (рис. 3.1).

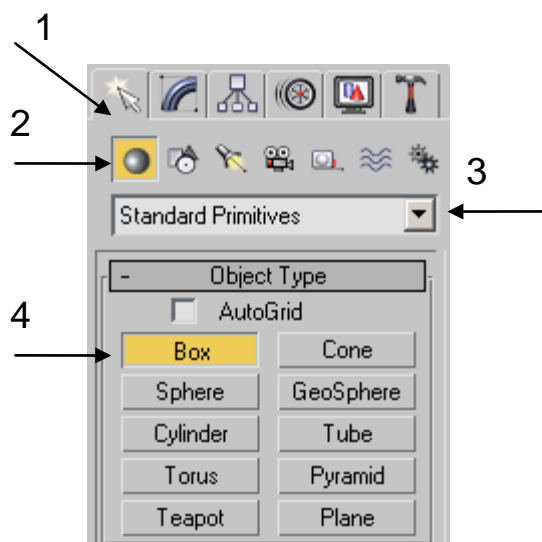
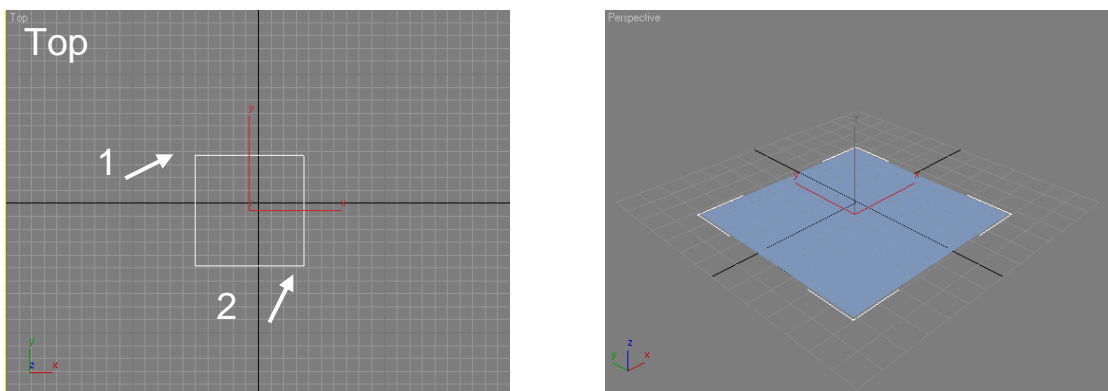


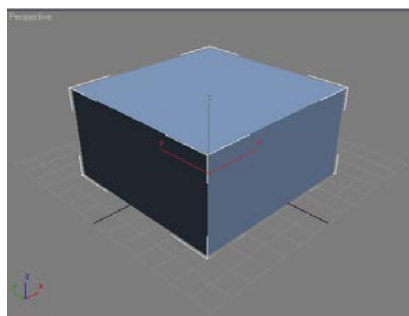
Рис. 3.1. Командная панель

Далее щелкните левой кнопкой мыши в любом месте видового окна **Top** (Верх) и, не отпуская кнопку, передвигайте курсор в сторону, задавая размеры основания (рис. 3.2).



**Рис. 3.2.** Основание параллелепипеда

Затем отпустите кнопку мыши, переместите курсор по вертикали вверх, задавая высоту параллелепипеда. Щелкните левой кнопкой мыши еще раз, завершая построение объекта (рис. 3.3).



**Рис. 3.3.** Окончательный вид фигуры

Каждому объекту назначается определенный цвет. По умолчанию цвет для вновь создаваемого объекта назначается случайным образом. Выбранный цвет присутствует до тех пор, пока объекту не будет назначен определенный материал.

После создания объекта параметры панели **Create** (Создать) остаются активными и щелчки мыши в видовых окнах приведут к созданию следующего объекта. Для того чтобы выйти из режима создания объекта, проще всего выбрать режим **Select Object** (Выбор объекта). Созданный объект будет выделен. Если теперь щелкнуть в любом месте видового окна, выделение объекта снимется. Если необходимо изменить параметры созданного объекта, выделите его и перейдите на вкладку **Modify** (Модифицировать).

#### **Выделение объектов**

Перед выполнением любой операции (изменение параметров, трансформация, удаление и т. д.) необходимо выбрать (выделить) интересующий объект. Для этого в первую очередь используется инструмент



**Select Object** (Выбор объекта). Выделенный объект обозначается

контейнером белого цвета и изображением тройки векторов локальной системы координат.

Любой выделенный объект может быть удален путем нажатия клавиши **Delete** (Удалить).

Кроме этого, объекты можно выбирать в любой момент, когда активна любая кнопка трансформации (рис. 3.4).

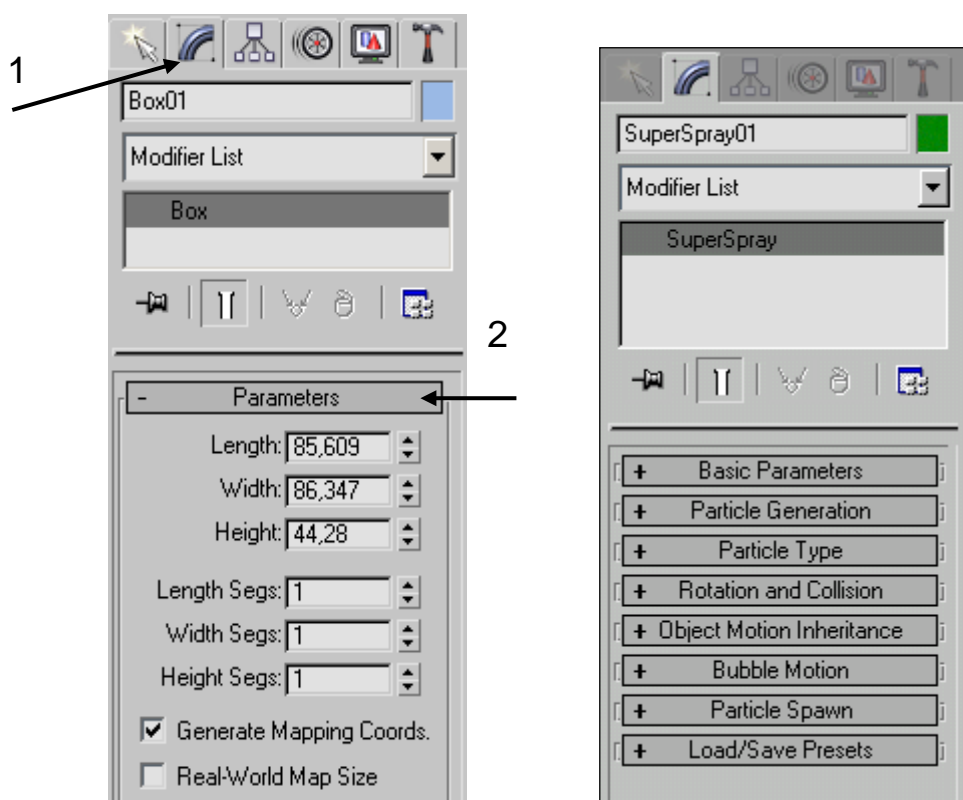


**Рис. 3.4.** Инструменты выборки и трансформации

### Изменение параметров объектов

Перечислим основные правила:

- перед изменением выделить объект;
- открыть вкладку **Modify** (Модифицировать) панели команд
- отображаются параметры только одного, выделенного объекта во вкладке;
- параметры объекта разбиты по группам, эти группы представлены **свитками** с соответствующими названиями (рис. 3.5);



**Рис. 3.5.** Вкладка **Modify**. Группы параметров объекта

- свиток может включать в себя некоторые подгруппы параметров, они выделяются рамкой с названием в верхнем левом углу (рис. 3.6);

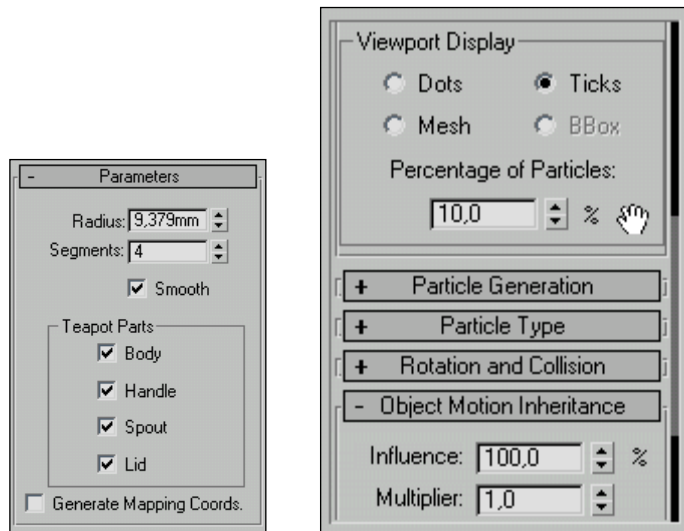


Рис. 3.6. Подгруппа параметров

□ когда раскрыто много свитков с параметрами, они вытягиваются в длинное вертикальное меню, и добраться до нижележащих параметров становится невозможно. В этом случае предусмотрен режим **Scrolling** (Прокрутка). Когда вертикальное меню уходит за пределы рабочего окна, справа появляется темная вертикальная полоса с серым бегунком. Прокручивать меню можно, перемещая бегунок при помощи ролика мышки, а также курсором в виде кисти руки, ухватившись за свободное место панели меню.

□ если параметр задается численным значением, то он представлен элементом управления **Spinner** (Счетчик) (рис. 3.7). Значения счетчика можно задавать как вручную, используя поле ввода, так и интерактивно мышью, используя кнопки со стрелками вверх и вниз. Движение мышью от себя и к себе при нажатой левой кнопке мыши также приведет к изменению значения счетчика;

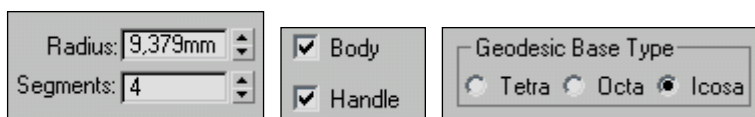


Рис. 3.7. Элементы интерфейса. Счетчик. Флажки. Переключатели

□ если параметр может иметь только значения "включено" или "выключено", то он представлен элементом управления **CheckBox** (Флажок);

□ если параметр может иметь только установленные значения, то он обычно представлен элементом управления **RadioButton** (Переключатель);

## 4. Трансформации объектов. Системы координат

## 4.1. Перемещение и поворот объектов


*Трансформация* (Transforming) объекта или группы объектов — это процесс определения положения на сцене, вращения и масштабирования. Термин трансформация относится к основным операциям: **Move** (Переместить), **Rotate** (Вращать) и **Scale** (Масштабировать).

Функциональность этих команд можно расширить путем выбора различных координатных систем трансформации, центров трансформации и ограничений для осей трансформации. Такие расширения называются *менеджерами трансформации*. Кнопки трансформации и менеджеры трансформации расположены примерно в середине основной панели инструментов (рис. 4.1).

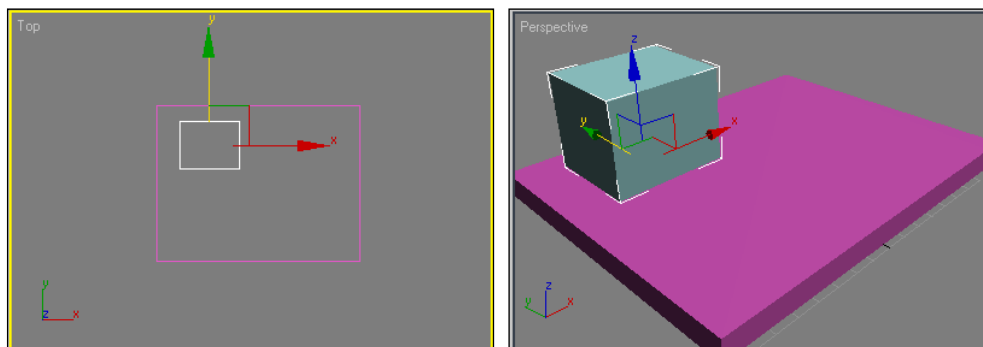


**Рис. 4.1.** Инструменты управления трансформациями

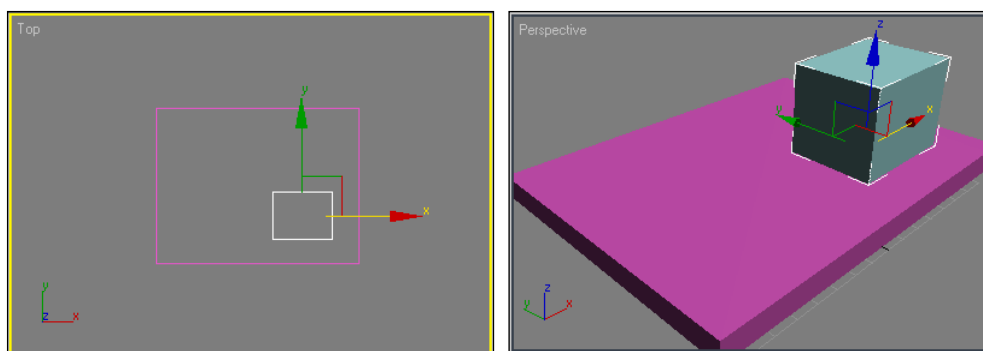
Рассмотрим подробно операции: **Move** (Переместить), **Rotate** (Вращать)  
Для перемещения объектов выполните следующие действия:

1. Щелкните левой кнопкой мыши на кнопке  **Select and Move** (Выделить и переместить) панели инструментов.
2. Установите курсор на объекте и щелкните левой кнопкой мыши. Курсор примет вид значка, изображенного на кнопке **Select and Move** (Выделить и переместить) (рис. 4.2).
3. Не отпуская кнопки, перетащите объект. Если указатель мыши поместить над одним из векторов, то перемещение будет происходить именно в этом направлении.

Результат перемещения показан на рис. 4.3. После перемещения объект остается выделенным. Можно перейти в другое окно проекции и продолжить перемещение.

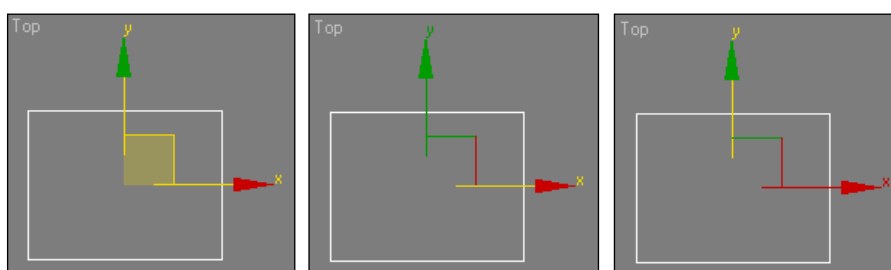


**Рис. 4.2.** Вид сцены до перемещения объекта



**Рис. 4.3.** Вид сцены после перемещения объекта

При изменении положения объекта можно выбрать определенную ось или плоскость, вдоль которой будет происходить перемещение. Для этого необходимо подвести курсор к выбранной оси (она подсветится желтым цветом) и зафиксировать эту ось щелчком левой кнопки мыши. Можно зафиксировать и плоскость преобразования ( $XY$ ,  $YZ$ ,  $ZX$ ), разместив курсор на квадрате между осями (рис. 4.4).



**Рис. 4.4.** Три варианта ограничения перемещения

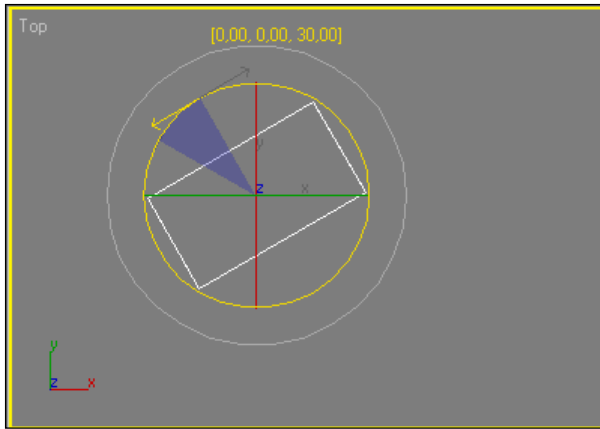
### Поворот

Для поворота объекта выполните следующие шаги:



1. Выбрать инструмент **Select and Rotate** (Выделить и повернуть) в основной панели инструментов. Выделить объект. Появятся оси X, Y и две окружности.
2. Подвести указатель мыши к внешней окружности.
3. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, переместить курсор вверх или вниз. При движении курсора вверх (мышь от себя) поворот происходит по часовой стрелке, при движении вниз (мышь на себя) — против часовой стрелки (рис. 4.5).





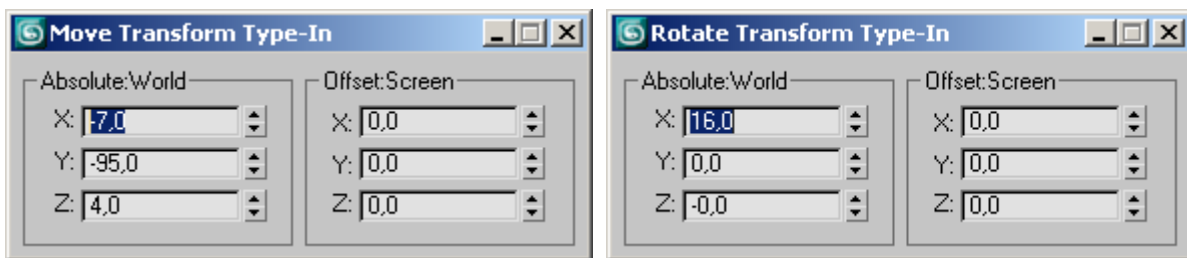
**Рис. 4.5.** Поворот объекта

При наведении курсора на координатные оси они становятся желтого цвета. Это значит, что поворот будет происходить вокруг выбранной оси

Поворот объекта происходит относительно опорной точки (центра локальной системы координат объекта). Если выделена группа объектов, преобразование происходит относительно ее геометрического центра.

### **Использование диалоговых окон для ввода значений трансформации**

Для ввода точных значений трансформаций **Move**, **Rotate** и **Scale** можно использовать специальные диалоговые окна **Transform Type-In** (Ввод значений преобразования) (рис. 4.6). Для вызова диалогового окна необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по выбранному значку трансформации.



**Рис. 4.6.** Диалог **Transform Type-In**

Диалоговые окна **Transform Type-In** состоят из двух частей. Поля в левой части экрана всегда показывают абсолютные значения для **Move** и **Rotate** в мировой системе координат и абсолютные значения **Scale** в локальной системе координат выбранных объектов. В правой части окна вводится смещение трансформации с помощью текущей координатной системы.

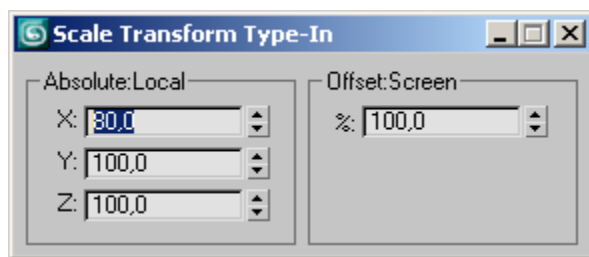


Рис. 4.7. Диалоговое окно масштабирования

## 4.2. Глобальная и локальная системы координат.

### Управление опорной точкой объекта

Пересекающиеся черные линии в середине видовых окон показывают центр *глобальной системы координат*. Направление осей глобальной системы координат отображается в левой нижней части видовых окон и зависит от видов проекций (**Top**, **Front**, **Left**), которые они отражают.

При выделении объекта или группы объектов отображается тройка векторов *локальной системы координат* относительно опорной точки объекта (рис. 4.8). Таким образом, перемещение и поворот – это изменение положения локальной системы координат относительно глобальной.

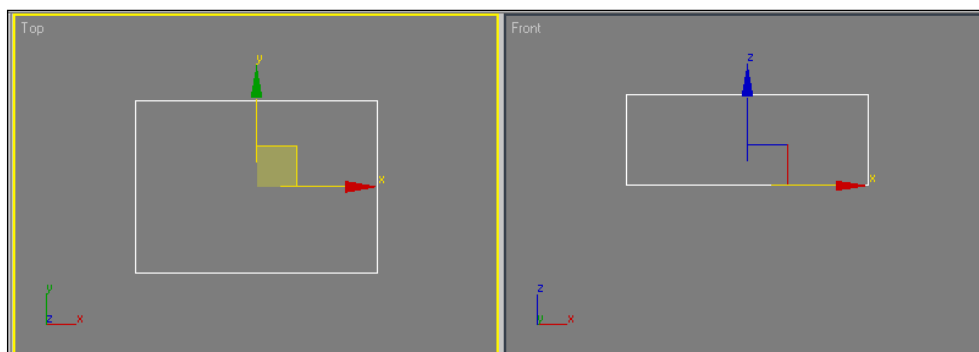
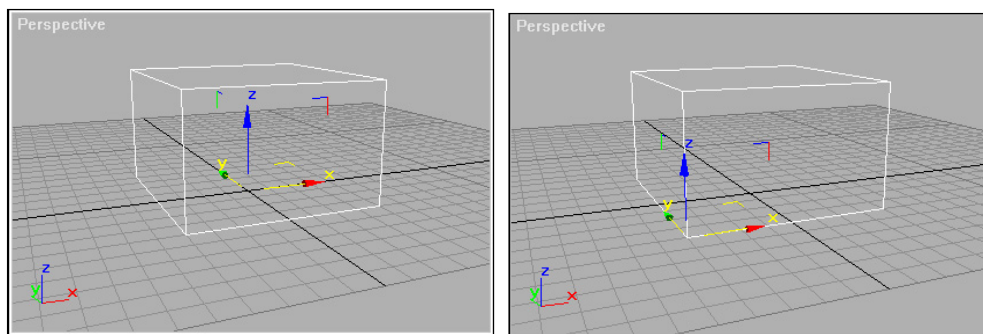


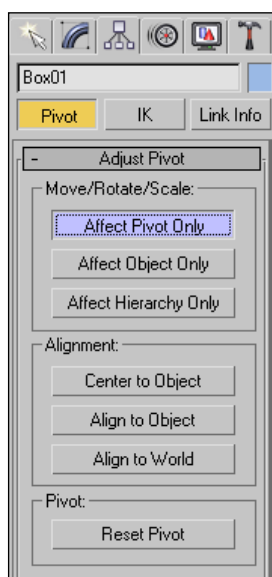
Рис. 4.8. Глобальная и локальная системы координат

Есть возможность изменять положение опорной точки локальной системы координат относительно объекта (рис. 4.9). Это бывает необходимо для удобства позиционирования объектов относительно глобальной системы координат, в случаях создания массивов объектов и т.д.




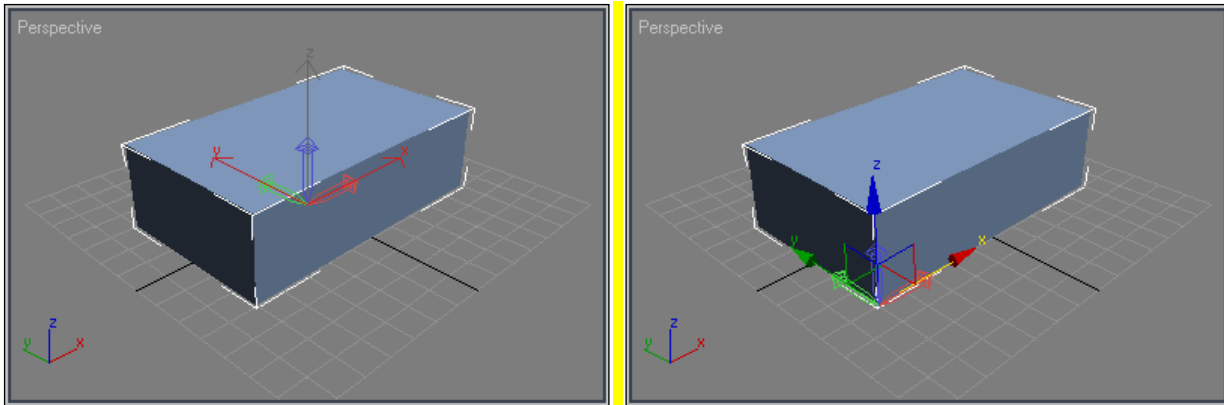
**Рис. 4.9.** Локальная система координат перенесена в угол объекта

Для этого необходимо активизировать режим **Affect Pivot Only** (Воздействовать только на локальную систему координат) с помощью элементов управления **Hierarchy | Pivot | Affect Pivot Only** (Иерархия | Локальная система координат | Воздействовать только на локальную систему координат) — рис. 4.10.



**Рис. 4.10.** Режим изменения положения опорной точки объекта

После этого изображение локальной системы координат изменит свой вид (рис. 4.11). Теперь, используя инструмент  **Select and Move** (Выделить и переместить) основной панели инструментов, можно задать новое расположение локальной системы координат .

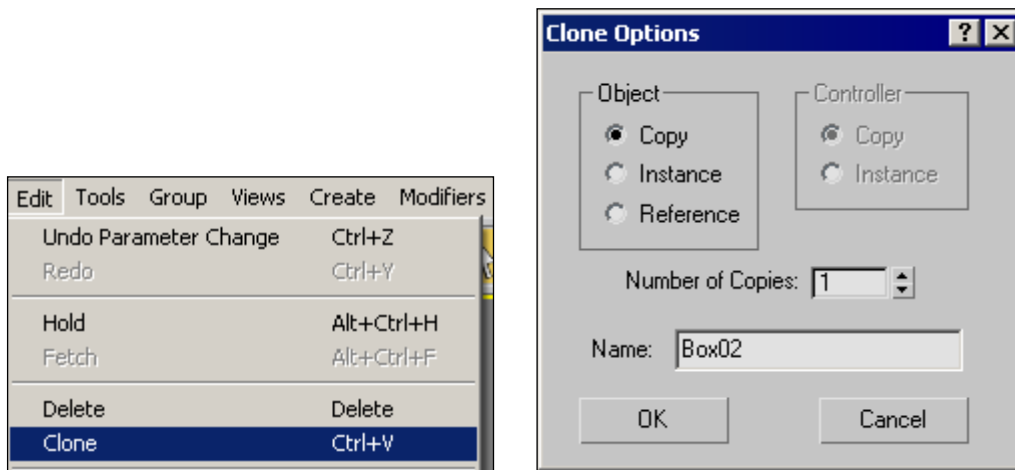


**Рис. 4.11.** Изменение вида локальной системы координат при активизации режима **Affect Pivot Only**. Новое местоположение локальной системы координат

## 5. Копии объектов. Группирование объектов

### 5.1. Клонирование и создание массивов объектов

Для создания повторяющихся объектов используется операция *клонирования*. Клонирование объектов выполняется с помощью специального диалогового окна **Clone Options** (Опции клонирования), в котором выбирается один из трех методов клонирования и количество копий (рис. 5.1). Его можно вызвать с помощью меню **Edit | Clone** (Правка | Клонировать) или при перемещении (повороте, масштабировании) объектов с нажатой клавишей <Shift>.



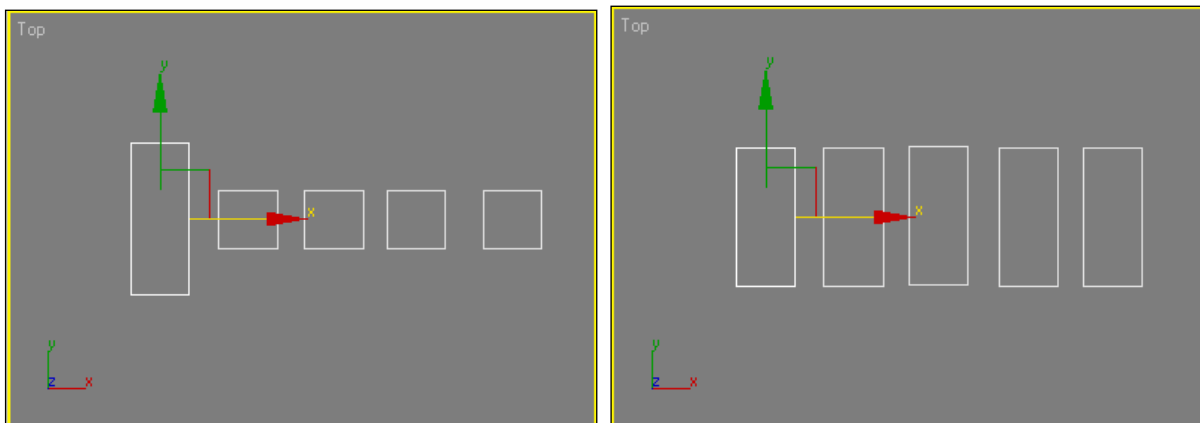
**Рис. 5.1.** Диалоговое окно **Clone Options**

В 3ds max существуют три вида клонов:

- Copy** (Копия).
- Instance** (Образец).
- Reference** (Экземпляр).

Примечание: важно отметить, что эти понятия клонов относятся не только к клонированию объектов, но и при использовании модификаторов, создании материалов и т. д.

**Copy** (Копия) объекта не зависит от изменения исходного (родительского) объекта (рис. 5.2).



**Рис. 5.2.** Изменение параметров родительского объекта не приводит к изменениям копий

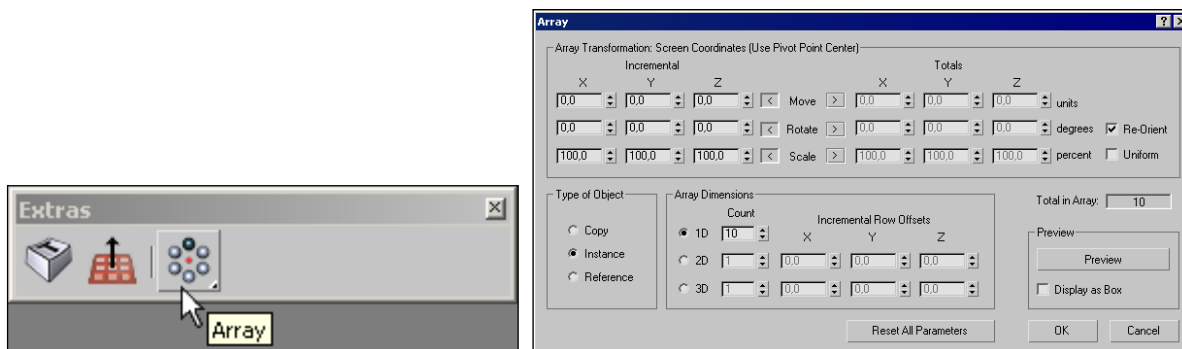
**Instance** (Образец) — является зависимой копией родительского объекта. Это дает существенную экономию ресурсов системы!

Если изменяются параметры оригинала, изменения автоматически касаются и всех его образцов. Если изменяются параметры любого из образцов, изменяются как все образцы, так и оригинал (рис. 5.2).

Это утверждение справедливо и для модификаторов. Многие типы объектов допускают создание их образцов, начиная с материалов и кончая анимацией.

### Создание массива объектов

Путем использования диалогового окна **Array** (Массив) можно быстро создавать сложную геометрию. Диалоговое окно **Array** вызывается из плавающей панели **Extras** (рис. 5.3).



**Рис. 5.3.** Кнопка **Array** в панели **Extras**. Диалоговое окно **Array**

Диалоговое окно **Array** (рис. 5.3) отображает текущую координатную систему и центр трансформации. Для предварительного просмотра результатов создания массива объектов существует кнопка **Preview** (Предварительный просмотр).

## 5.2. Группирование объектов

*Группа* является объектом, который содержит другие объекты в виде членов группы. Группы можно анимировать, модифицировать и связывать с другими объектами. Все, что вы делаете с группой, оказывает влияние также на объекты внутри группы. Уникальным для группы является то, что группу можно открыть, а затем по отдельности анимировать и модифицировать объекты внутри группы.

### Создание групп

Для создания групп используются две команды: **Group** (Группа) и **Attach** (Присоединить). Команда **Group** служит для определения любой выборки в качестве новой группы. Команда **Attach** применяется для добавления любой выборки к существующей группе.

Для создания новой группы из выборки объектов выполните следующие шаги:

4. Выберите один или несколько объектов.
5. Выполните команду **Group** (рис. 5.6) из меню **Group** (или нажмите комбинацию клавиш <Ctrl>+<G>).
6. Введите имя в диалоговом окне **Group**.

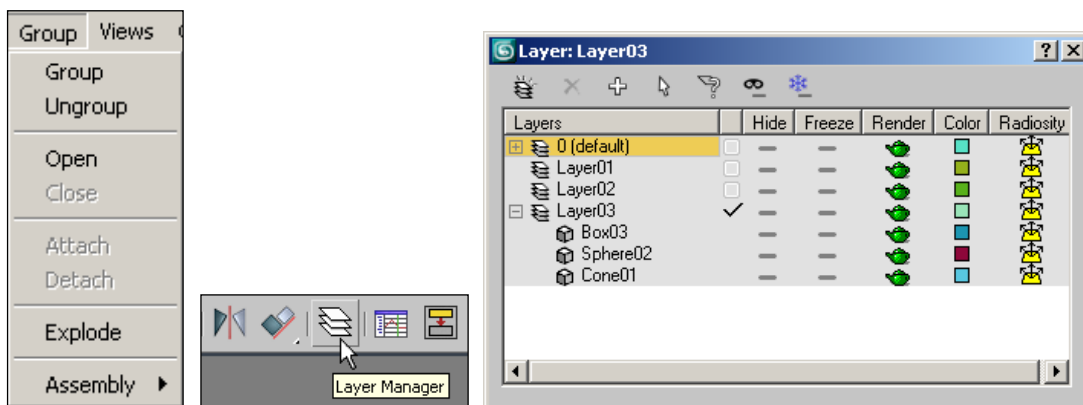



Рис. 5. 4. Меню **Group**. Кнопка менеджера слоев и окно менеджера слоев

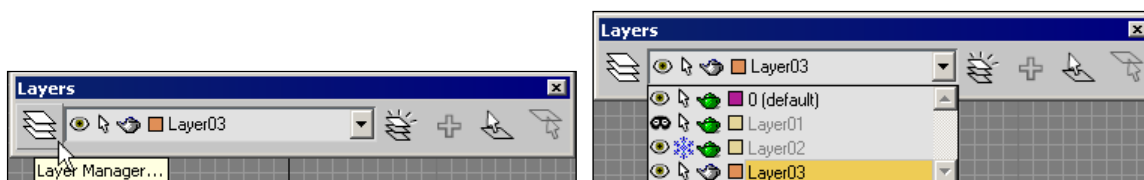
Для добавления объектов к существующей группе необходимо выполнить следующие действия:

1. Выделить один или несколько объектов.
2. Выбрать команду **Attach** (Присоединить) из меню **Group** (Группа).
3. Щелкнуть на любом объекте, который является частью существующей группы.

Выбранные объекты добавляются к той же группе, что и объект, на котором произведен щелчок. Группы появляются в диалоге **Select Objects** с квадратными скобками вокруг имени группы. Удобной и простой заменой шага 3 в предыдущем примере становится щелчок по кнопке  **Select By Name** (Выбрать по имени) основной панели инструментов, а затем выбор имени группы из диалога **Attach to Group** (Присоединить к группе).

## Слои

Еще один, очень удобный инструмент для работы с группами объектов при создании сложных сцен — это **Layer Manager** (Менеджер слоев). Он вызывается нажатием одноименной кнопки на основной панели инструментов (рис. 5.4). Доступ к слоям можно получить, активизировав плавающую панель инструментов **Layers** (Слои). Из панели **Layers** также можно вызвать **Layer Manager** (рис. 5.5).



**Рис. 5.5.** Плавающая панель инструментов **Layers**. Управление слоями в плавающей панели инструментов **Layers**

Менеджер слоев позволяет оперативно включать и отключать группы объектов, расположенных в разных слоях, и управлять процессом визуализации (render и radiosity). Тем самым появляется возможность оперативно выполнять визуализацию нужных фрагментов сцены и активизировать процесс рендеринга только для получения окончательного изображения. Кроме этого, при работе со сложными сценами очень удобно скрывать и замораживать объекты или группы объектов.

Менеджер слоев позволяет создавать, удалять, переименовывать слои и изменять их свойства.

## 6. Модификаторы геометрической формы

Создание любой сцены подразумевает не только создание и размещение базовых объектов, но и изменение их параметров. Все изменения выполняются с помощью вкладки **Modify** (Модифицировать) (рис. 6.1), которая позволяет получить доступ к параметрам объекта и списку модификаторов **Modifier List**. Вид и содержание развертывающихся панелей зависит от выделенного объекта и примененного модификатора.

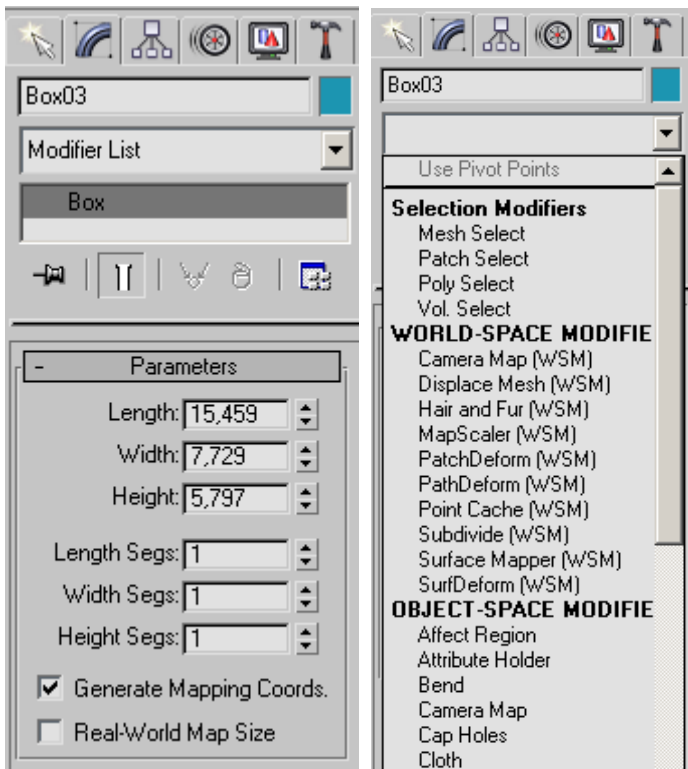


Рис. 6.1. Вид вкладки **Modify** при выделенном объекте

На рис. 6.2 показаны результаты действия модификаторов меняющих геометрическую форму объектов.

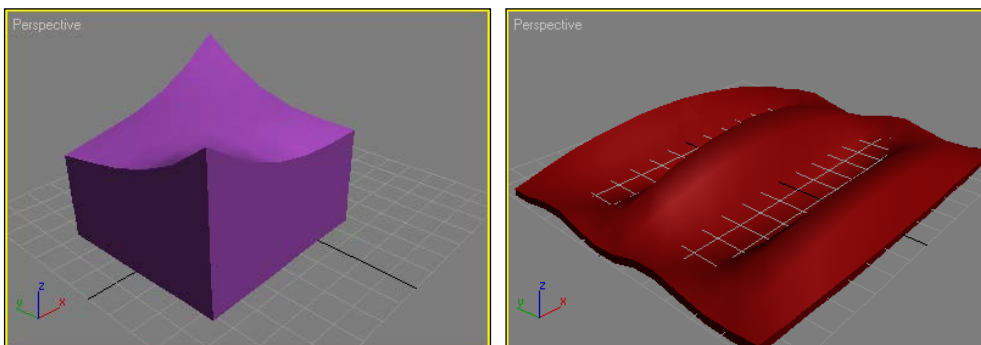


Рис. 6.2. Использование модификаторов **FFD 4x4x4** (слева) и **Wave** (справа)

Применение многих модификаторов сопровождается созданием так называемых *габаритных контейнеров* (gizmo objects) (рис. 6.3). Это специальные визуальные каркасы, которые отображаются в окнах проекций при работе с модификатором и показывают, как модификатор влияет на объект.



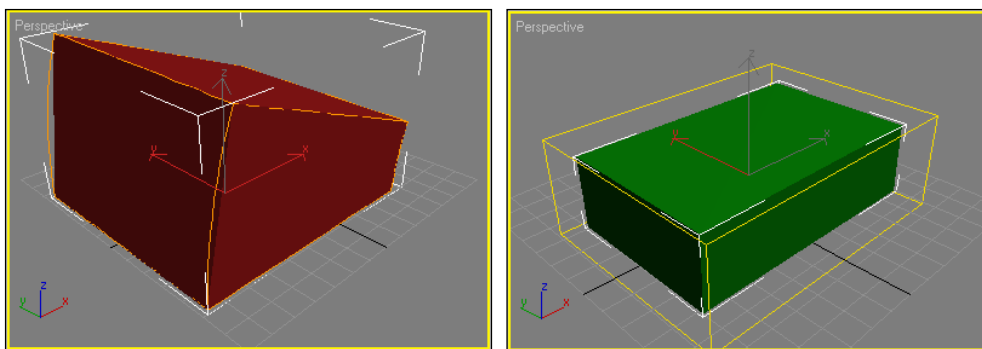


Рис. 6.3. Вид габаритного контейнера и центра модификаций

### Модификатор изгиба *Bend*

Данный модификатор позволяет изгибать объекты в разных направлениях. Самое очевидное применение этого модификатора — к объекту **Cylinder** (Цилиндр). Гладкость изогнутого объекта определяется количеством сегментов по высоте **Height Segments** (рис. 6.4).

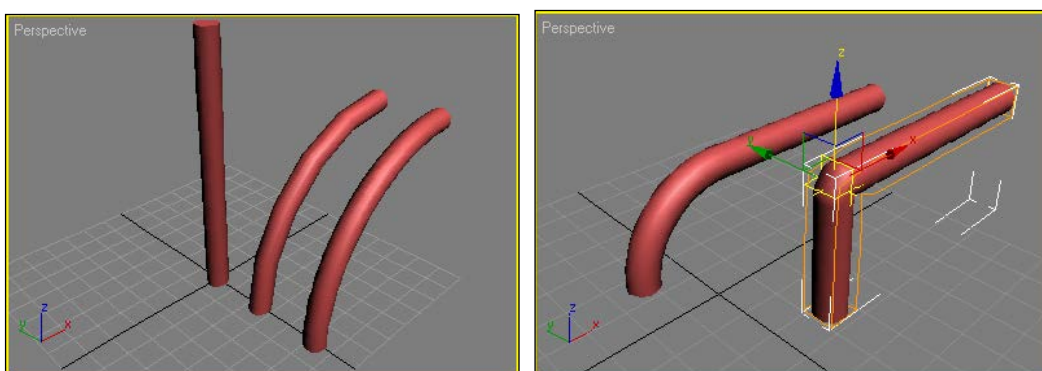


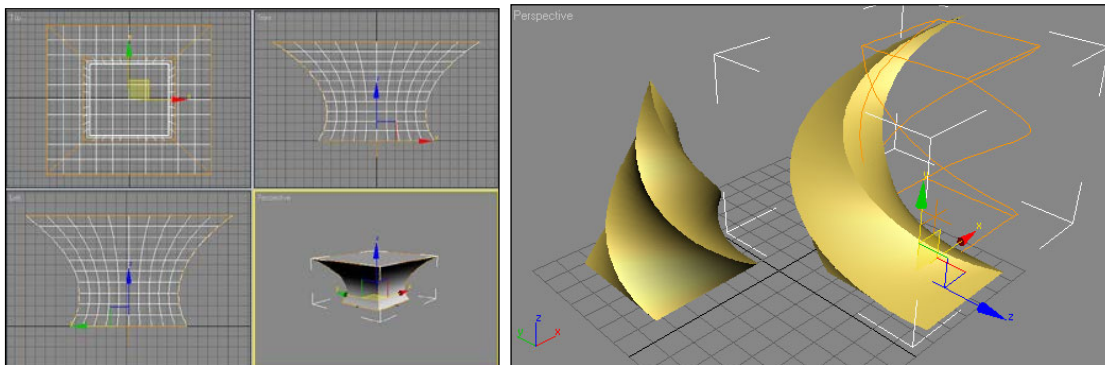
Рис. 6.4. Результат применения модификатора **Bend**. **Upper Limit** равен 30. Во втором случае **Upper Limit** равен 1 и центр модификаций перемещен

Во многие модификаторы включена возможность ограничения места действия их эффекта с помощью параметров, называемых **Limits** (Пределы). Они управляются параметрами **Upper Limit** (Верхний предел) и **Lower Limit** (Нижний предел). Изогнутый цилиндр (рис. 6.5) является хорошим примером использования пределов. Параметры **Upper Limit** и **Lower Limit** указывают расстояние от центра, на котором модификатор оказывает влияние. После этого расположение центра модификаций определяет, где вдоль оси имеет место ограниченный эффект. Поскольку пределы **Upper** и **Lower** связаны с центром модификаций, при его перемещении они "путешествуют" вместе с ним.

### Модификатор сужения *Taper*

Модификатор **Taper** (Свести к конусу) является параллелью **Bend**, будучи весьма гибким и многоцелевым инструментом (рис. 6.6). **Taper** основывает свой эффект на центре каркаса с противоположным масштабированием, которое выполняется всегда выше и ниже центра. Центр работает как устойчивое место, в котором масштабирование не выполняется. Опция **Curve** (Кривая) в **Taper** позволяет задавать выпуклости и вогнутости для того, что

иначе было бы прямым конусом. **Taper** является уникальным среди базовых модификаторов, поскольку предоставляет опцию для сведения на конус вдоль любой комбинации осей.



**Рис. 6.5.** Модификатора **Taper**. Модификатор **Twist**

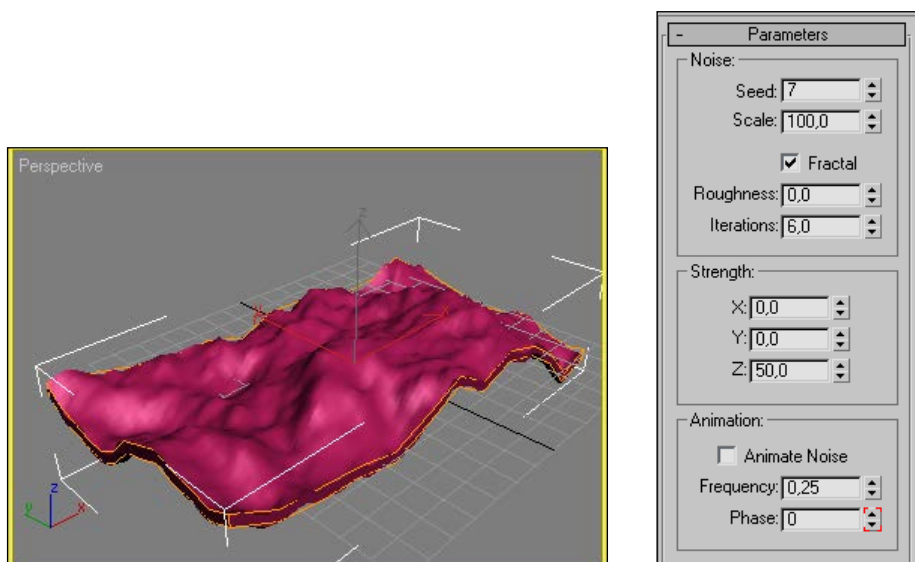
Опция **Symmetry** (Симметричное отображение) центрирует и выполняет зеркальное отображение вокруг оси процедуры сведения на конус.

### Модификатор скручивания *Twist*

(Скручивание) создает спиральный винт или штопор (рис. 6.7). Расположение каркаса вдоль оси, на которую производится воздействие, управляет вращением **Twist**.

### Модификатор зашумления *Noise*

Модификатор **Noise** (Шум) позволяет создать объекты с неровной поверхностью (рис. 6.6). Для получения должного эффекта объект, к которому будет применен модификатор, должен состоять из как можно большего числа граней или полигонов.



**Рис. 6.6.** Действие модификатора **Noise**

## Модификатор растягивания *Stretch*

Модификатор **Stretch** (Растягивание) во многом является пересечением между трансформацией **Squash** и модификатором **Taper** (рис. 6.9). **Squash** — это неоднородное масштабирование одной оси вверх, а двух других — вниз. **Stretch** оказывает тот же эффект, за исключением того, что он создает кривую на растянутой оси подобно опции **Curve** из **Taper**.

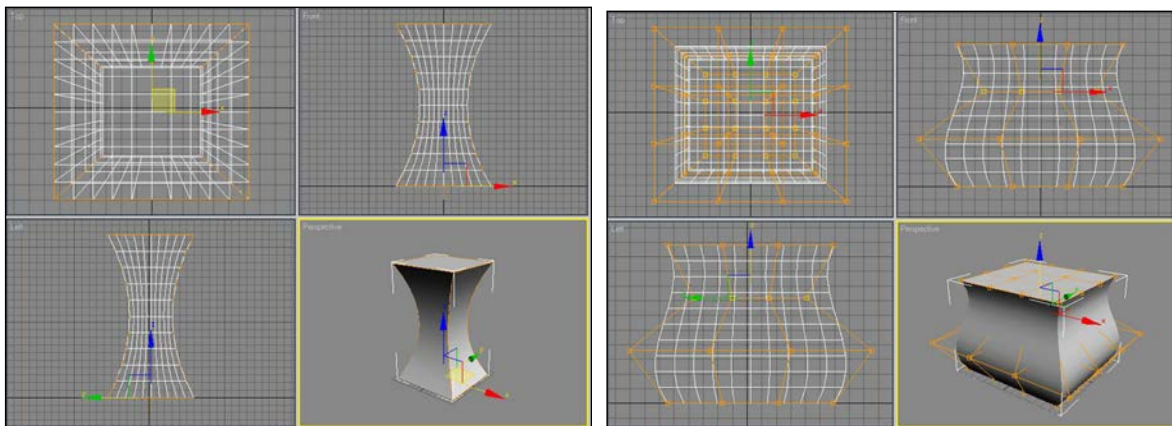


Рис. 6.7. Использование модификатора **Stretch**. Модификатор **FFD 4×4×4**

Расположение центра модификаций **Stretch** влияет на сторону, на которой происходит эффект. Обычно требуется, чтобы центр модификаций располагался на объекте.

### Набор *Free Form Deformation*

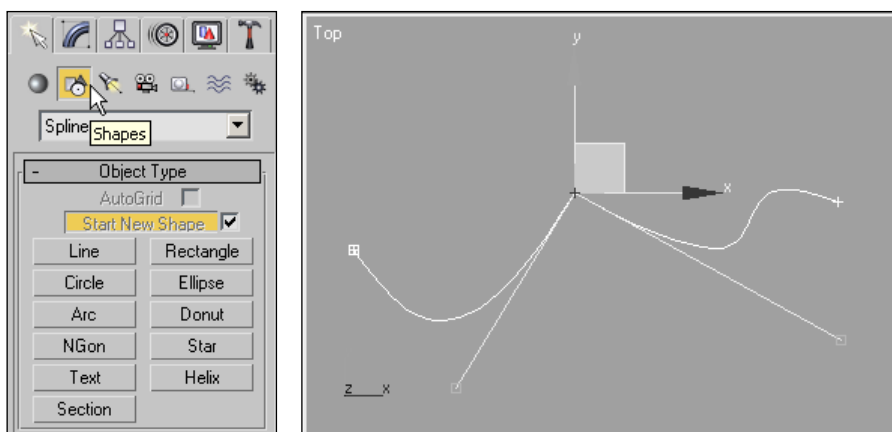
Модификаторы **Free Form Deformation (FFD)** (рис. 2.11) различаются плотностями решеток: **FFD 2×2×2**, **FFD 3×3×3**, **FFD 4×4×4**, **FFD (box)** и **FFD (cyl)**. На поверхности размещается решетка управляющих точек, и при перемещении управляющей точки поверхность деформируется (рис. 6.11).

## 7. Создание 3d моделей на основе плоских форм

### 7.1. Сплайны

В отличие от параметрического моделирования, в котором все объекты создаются из готовых трехмерных объектов, в сплайновом моделировании для создания трехмерных объектов используются так называемые *плоские формы* — **Shapes** (рис 7.1). Самые простые из них — это **Line** (Отрезок), **Circle** (Окружность), **Rectangle** (Прямоугольник). Более сложные — это гладкие кривые, или *сплайны*. Среди многообразия сплайновых кривых наибольшее распространение имеют кривые Безье (Bezier). Именно кривые Безье используются в 3ds max для сплайнового моделирования.

Сплайны широко используются в графических редакторах CorelDRAW, Adobe Illustrator, Macromedia Freehand. В основе большинства компьютерных шрифтов лежат кривые Безье.



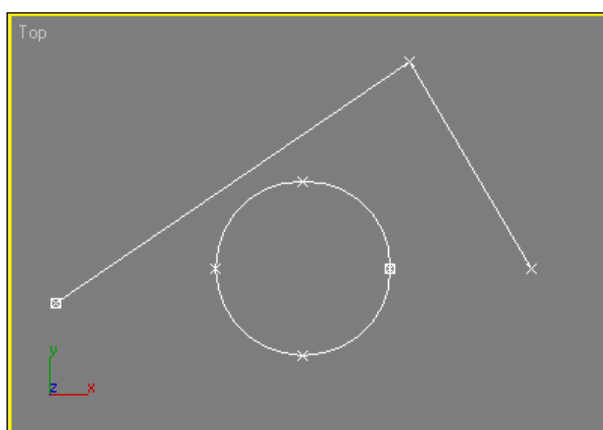
**Рис. 7.1.** Вид панели команд в режиме работы с плоскими формами. Сплайн (кривая Безье)

Сплайны могут быть визуализированы, но в первую очередь они используются как основа для создания сложных трехмерных моделей путем использования модификаторов, например **Extrude** (Выдавливание) или **Lathe** (Вращение), либо созданием поверхностей на основе сечений (Loft моделирование).

### Основные термины сплайнового моделирования

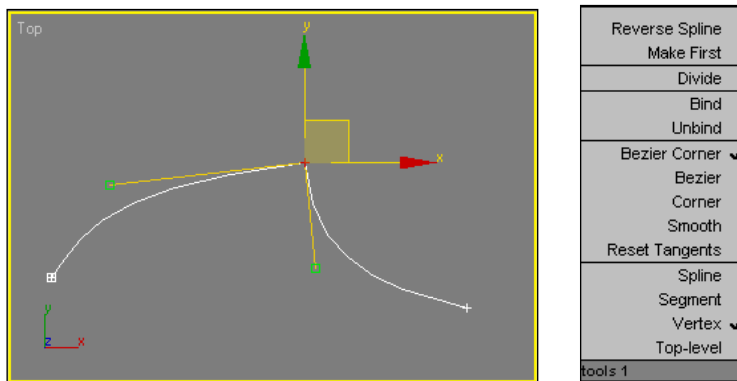
Приведем список основных терминов, используемых в 3ds max.

□ **Vertex** (Вершина) — точка, расположенная на любом из концов сегментов сплайна (рис. 7.2). Свойства вершины определяются в виде угловой, плавной вершины или вершины Безье. Вершины являются подобъектами формы.



**Рис. 7.2.** Сплайны содержат вершины и сегменты

□ *Управляющий вектор* с зелеными маркерами на концах предназначен для изменения кривизны сегментов сплайнов. Управляющие векторы появляются, когда тип вершины установлен **Bezier** (Безье) (рис. 7.3).



**Рис. 7.3.** Вершина **Bezier Corner** с двумя управляющими векторами

□ **Shape** (Форма) — совокупность сплайнов. Сплайны, составляющие форму, могут не иметь общих точек. Формы являются именованными объектами.

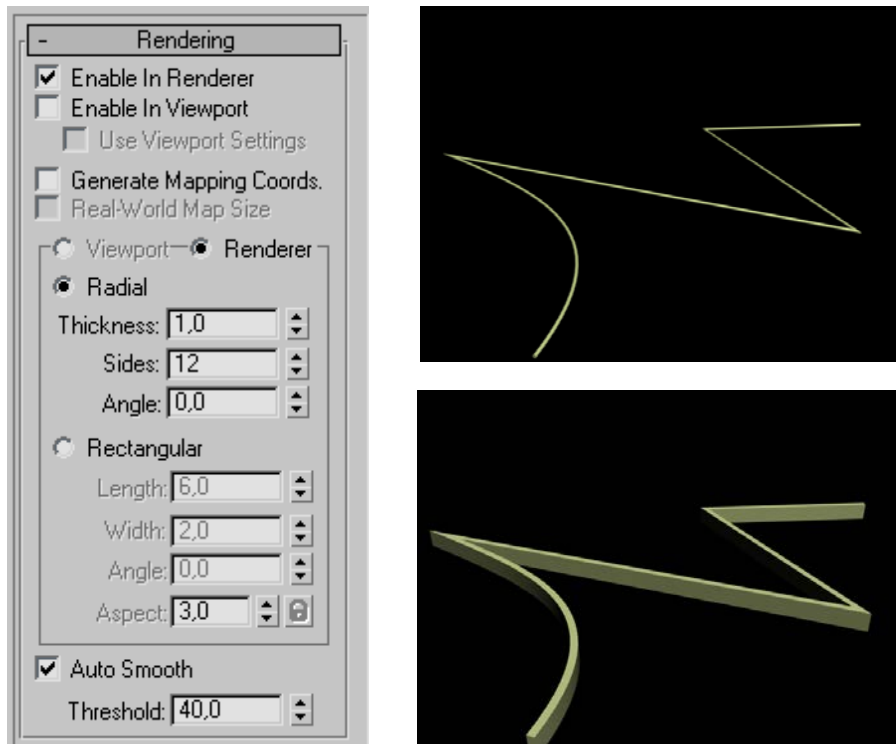
□ **Spline** (Сплайн) — совокупность соединенных сегментов. Сплайны являются типом плавной настраиваемой кривой, однако в 3ds max имеются возможности для введения углов и определения линейных сегментов. Сплайны являются подобъектами формы.

□ **Segment** (Сегмент) — часть сплайна между двумя вершинами (см. рис. 6.7). Кривизна сегментов сплайна управляется за счет изменения свойств вершины на любом конце сегмента или изменения свойств самого сегмента. Сегменты линии игнорируют свойства вершин. Сегменты являются подобъектами формы.

□ **Steps** (Шаги) — количество делений сегмента, используемое для представления кривой. Если формы применяются для создания геометрии, кривые в форме необходимо преобразовать в треугольные грани. Установка шагов определяет количество генерируемых формой ребер и граней. Большие значения шага определяют плавные кривые, генерирующие множество граней. Шаги являются параметром формы.

□ **Path** (Путь) — термин, используемый для указания на сплайн используемый в качестве вектора направления. Примерами могут служить **Loft** (Лофтинг), **Path Controller** (Контроллер пути) и пути модификатора **Path Deform** (Деформация пути).

□ **Rendering** (Визуализация). Сам по себе сплайн при визуализации никак не отображается. Параметр **Renderable** (Визуализируемый) позволяет отображать сплайн (рис. 7.4). Параметр **Thickness** (Толщина) задает толщину сплайна, когда в качестве сечения задается окружность. Кроме этого его можно визуализировать, используя прямоугольное сечение.

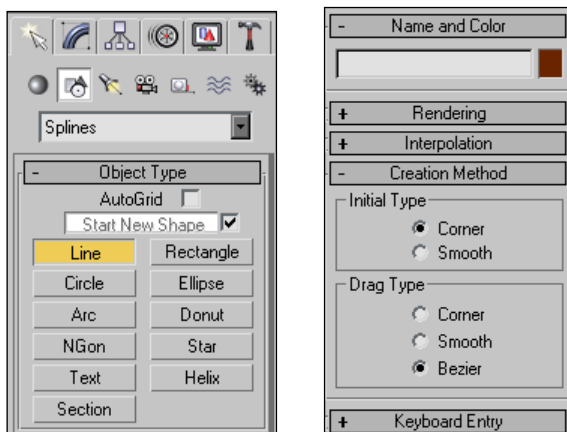


**Рис. 7.4.** Визуализированный сплайн

### **Интерактивное создание линий**

Для создания линии выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Line**(рис. 7.5).
2. Щелкните на видовом окне.
3. Задайте начальную точку линии.
4. Переместите курсор в новое место.
5. Щелкните левой кнопкой мыши для создания вершины (опорной точки) на каждом изгибе.
6. Для завершения построения сплайна щелкните правой кнопкой мыши.

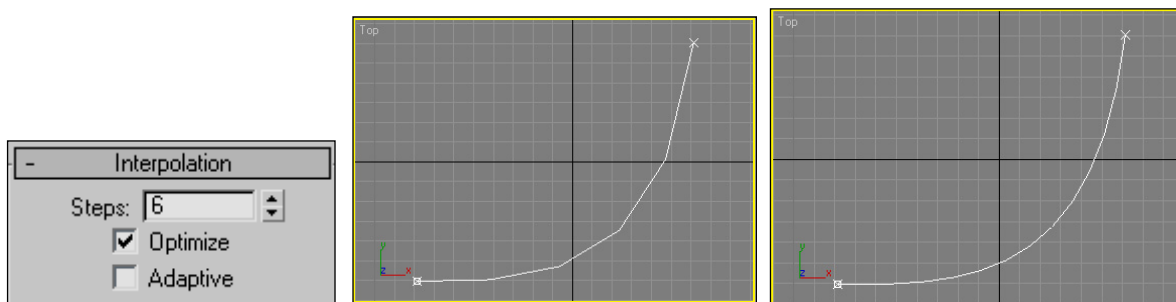


**Рис. 7.5.** Меню создания **Line** и свиток параметров

Четко фиксируйте нажатие кнопок мыши. Если кнопка не отпущена и произошло смещение указателя мыши, вместо отрезка будет формироваться сглаженная кривая. С точки зрения автора, проще создавать вершины **Corner** (Угловая), последовательность отрезков, а затем воспользоваться модификатором **Edit Spline** (Редактировать сплайн) для преобразования их в гладкие кривые (кривые Безье).

#### **Интерполяция формы**

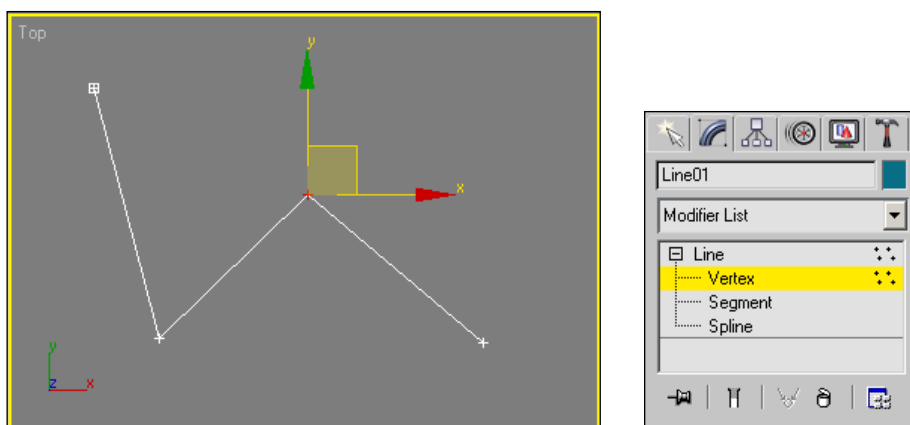
Все основные объекты формы содержат свиток параметров, называемый **Interpolation** (Интерполяция) — рис. 7.6. Этот свиток содержит три параметра, управляющих количеством шагов в каждом сегменте сплайна.



**Рис. 7.6.** Параметры интерполяции формы

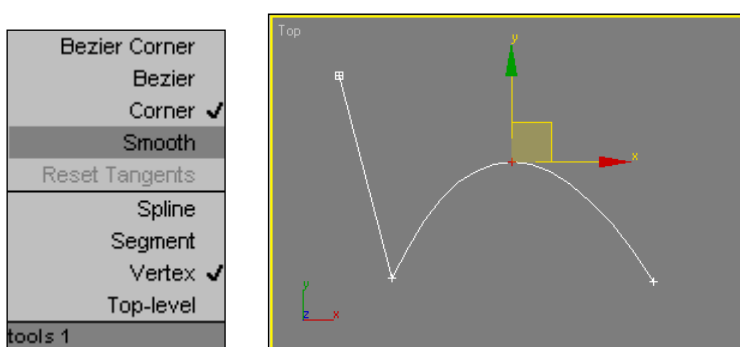
#### **Редактирование сплайна**

Редактирование двумерного сплайна выполняется на трех уровнях: **Vertex** (Вершина), **Segment** (Сегмент), **Spline** (Сплайн). Для этого в стеке модификаторов необходимо перейти на уровень работы с подобъектами (рис. 7.7).



**Рис. 7.7.** Вид сплайна в режиме редактирования

Для редактирования сплайна необходимо указать любую из вершин, и она окрасится в красный цвет. После этого вершину можно перемещать. Необходимо отметить, что перемещение может быть не только в одной плоскости, но и в пространстве, по всем координатам (рис. 7.8).



**Рис. 7.8.** Контекстное меню. Параметр **Smooth** для вершины

Щелчок правой кнопки мыши на выделенной вершине вызывает контекстное меню. Рассмотрим типы вершин, к которым может быть преобразована редактируемая вершина сплайна (рис. 7.8).

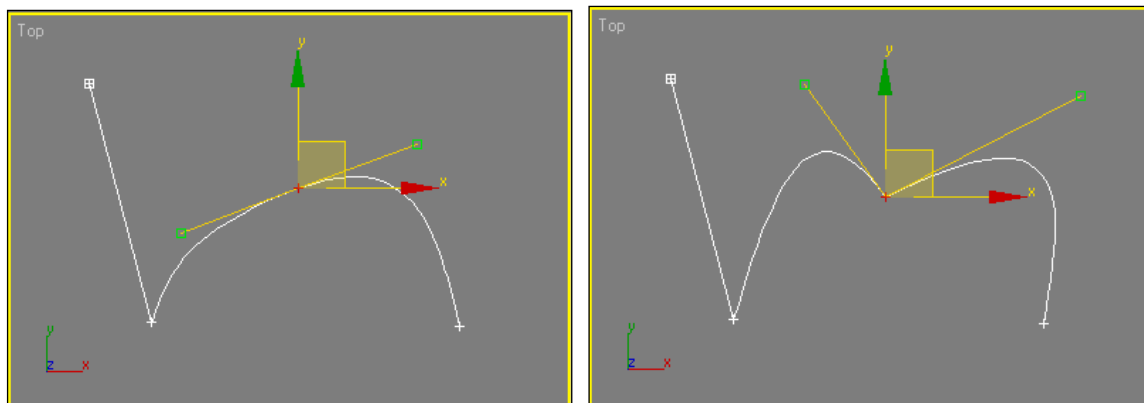
□ **Smooth** (Сглаженная) — при включении этого режима сплайн в районе выделенной вершины сглаживается так, чтобы устранить излом кривой;

□ **Corner** (Угловая) — этот режим преобразует сегменты сплайна, примыкающие к выделенной вершине, в прямые линии (обратная операция сглаживанию);

□ **Bezier** (Безье) — при использовании данного режима сплайн в районе вершины преобразуется в гладкую кривую. Однако вершина данного типа снабжается двумя касательными векторами с управляющими маркерами зеленого цвета на концах. Эти маркеры позволяют изменять направление касательной к сплайну в точке вершины и, следовательно, степень кривизны сегментов сплайна. Касательные к сплайну симметричны. Изменение положения одного из маркеров приводит к симметричному изменению другого;



**Bezier Corner** (Безье с изломом) — управление касательными к сплайнам независимое (рис. 7.9).



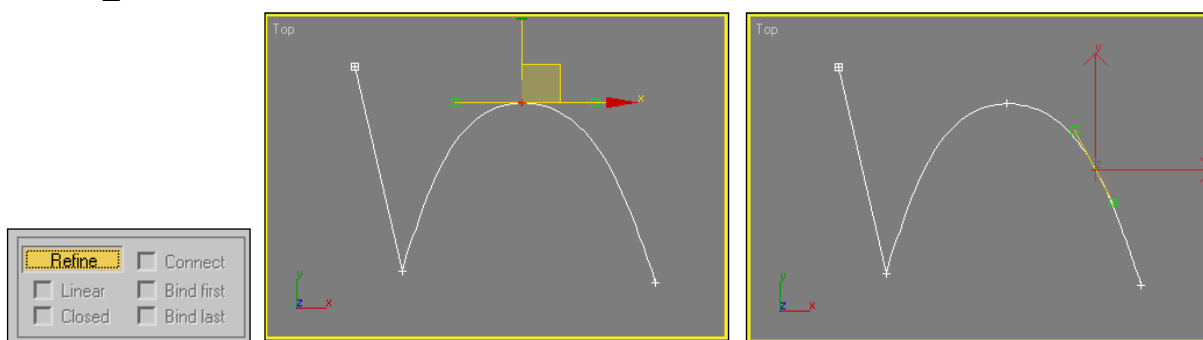
**Рис. 7.9.** Типы вершин - **Bezier** и **Bezier Corner**

### Добавление вершин

Добавить вершины к сплайну можно следующими способами.

**Insert** (Вставить) применяется для создания деталей или расширений существующего сплайна. Каждое последующие нажатие левой кнопки мыши приводит к добавлению новой точки. Закончить операцию можно, нажав правую кнопку мыши или клавишу <Esc>.

Кнопка **Refine** (Уточнить) свитка **Geometry** служит для добавления дополнительных вершин к сплайну без изменения его формы (рис. 7.10).



**Рис. 7.10.** Сплайн до и после добавления вершины с помощью **Refine**

**Break** (Разорвать) нужен для разделения сегментов сплайна путем замены одной вершины двумя отдельными в том же месте.

**CrossInsert** (Вставка в месте пересечения) позволяет вставлять две или более вершины в месте пересечения двух сегментов одного сплайна или двух сплайнов, входящих в одну форму (рис. 7.11).

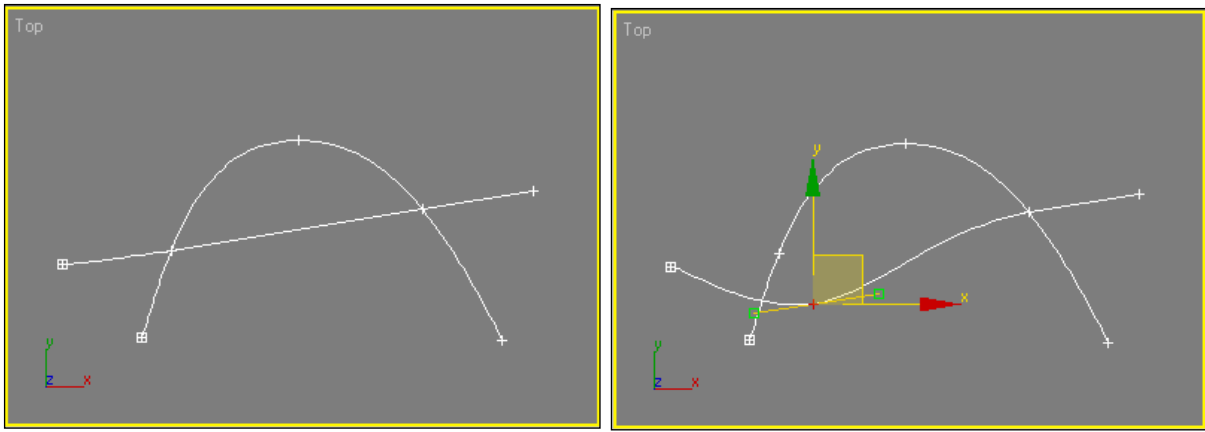


Рис. 7.11. В месте пересечения были созданы две вершины

### Объединение вершин

Если две крайние или смежные вершины сплайна выделены и находятся в пределах некоторого порогового расстояния, их можно слить в одну кнопкой **Weld** (Объединить) — рис. 7.12.

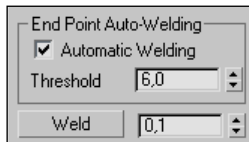


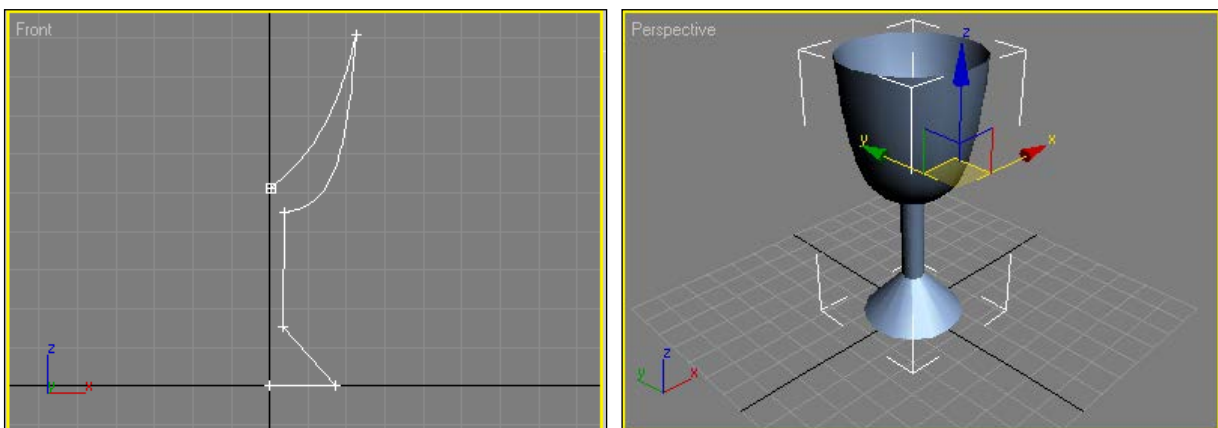
Рис. 7.12. Параметры объединения вершин

при установленном флажке **Automatic Welding** (Автоматическое объединение) перемещение конечной вершины к другой конечной вершине на определенное расстояние приводит к их автоматическому объединению.

## 7.2. Модификатор вращения Lathe

Подобно большинству объектов, в 3ds max к сплайнам можно применять модификаторы. Модификаторы, применяемые к сплайнам, в первую очередь используются для создания на их основе трехмерных моделей.

Классическим примером использования модификатора вращения является создание таких объектов как кружка, бокал, бутылка.



### Рис. 7.13. Плоская форма и 3D объект

Для создания поверхности кругового вращения к сплайну применяется модификатор **Lathe** (Вращение) (рис. 7.13). Перед применением модификатора необходимо выделить одну из вершин воображаемой оси, вокруг которой будет производиться вращение.

#### Кружка

Создадим кружку на основе сплайнов, используя модификатор вращения. В видовом окне Front из сплайнов создадим форму будущей кружки.

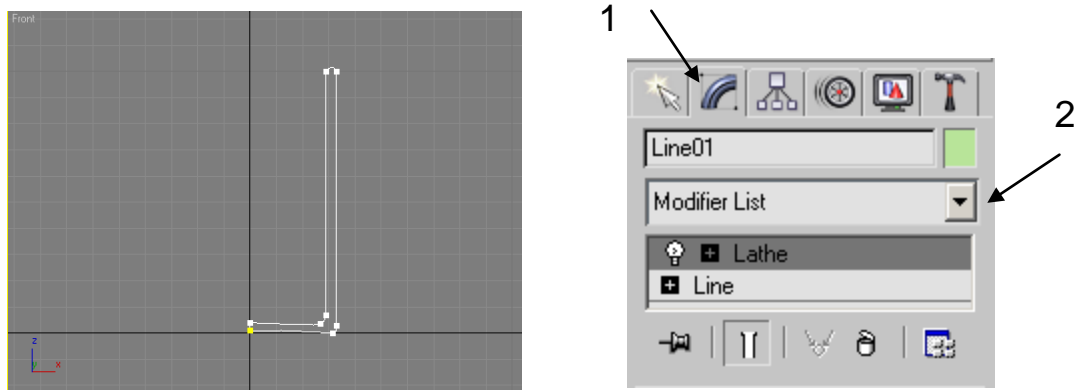


Рис. 7.14. Сплайн – определяет форму будущей кружки. Стек модификаторов

При выделенном сплайне выберем в стеке модификаторов модификатор вращения **Lathe** (рис. 7.15).

После применения модификатора вращения трехмерная фигура может принять не совсем правильный вид. Для решения этой проблемы надо воспользоваться свитком **Parameters** и активизировать или отключить параметр **Flip Normals** (Изменить направление вектора нормали к поверхности) и параметр **Align** (Выравнивание) (рис. 7.15).

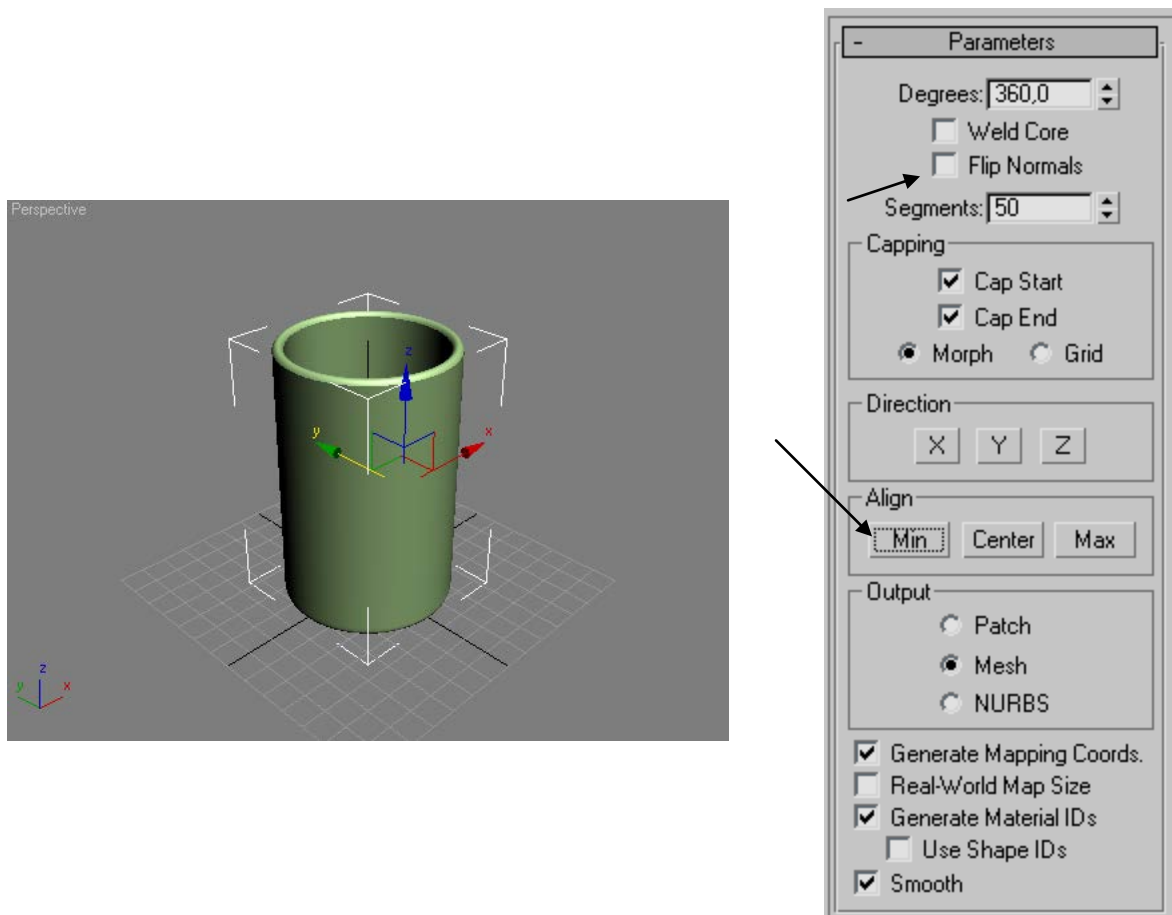


Рис. 7.15. Итоговая фигура. Настройка параметров модификатора

### 7.3. Модификатор выдавливания Extrude

Использование модификатора **Extrude** (Выдавливание) — самый простой способ получить из сплайна трехмерный объект (рис. 7.16). Фактически сплайну придается некоторая высота. Для вытягивания одной формы вдоль прямой линии модификатор **Extrude** является наилучшим выбором.

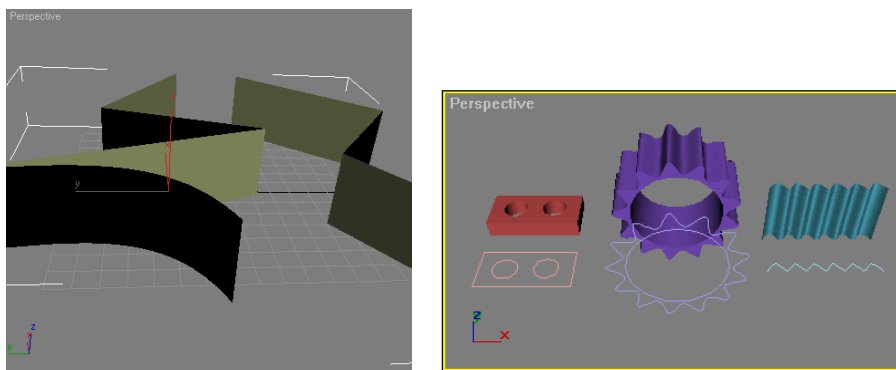


Рис. 7.16. Применение модификатора Extrude

При вытягивании форм основными параметрами являются **Amount** (Величина вытягивания) и **Segments** (Количество сегментов) (рис. 7.18).

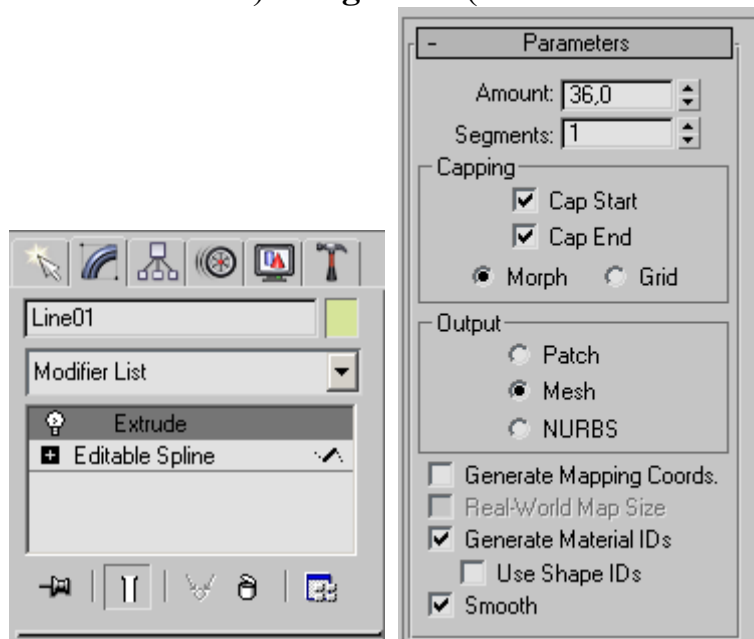


Рис. 7.17. Модификатор **Extrude** и его параметры

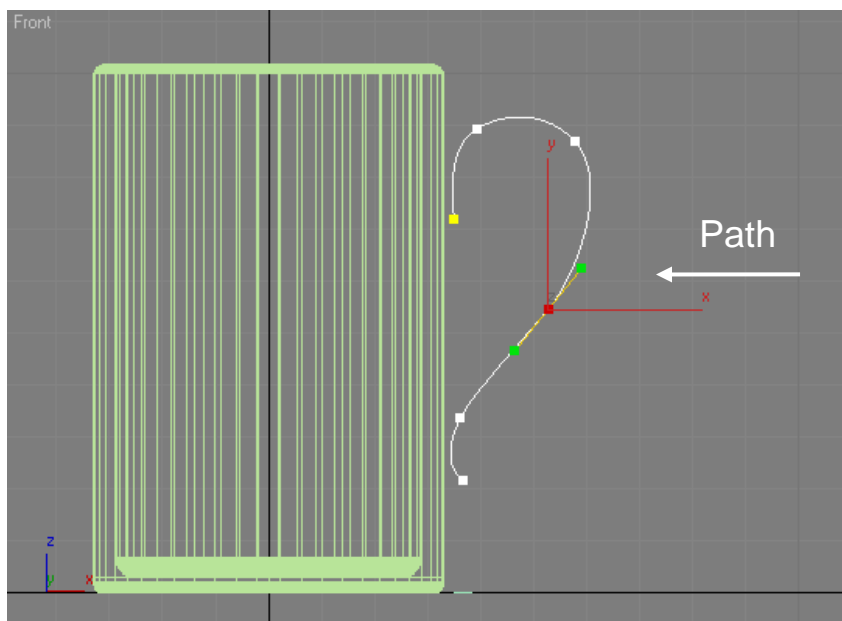
## 8. Создание объектов на основе сечений. Булевы операции

### 8.1. Объекты на основе сечений **Loft Objects**

Объект на основе сечения **Loft Object** — это трехмерный объект, поверхность которого создана как огибающая одной или более плоских опорных форм (loft shapes), размещенных вдоль некоторого пути. Хотя *лофтинг* (lofting) — один из мощных и гибких инструментов 3D-моделирования, для перевода этого понятия нет общепринятого термина. Чтобы создать объект, основанный на сечениях, требуется, как минимум, две формы: одна в качестве сечения и одна в роли пути.

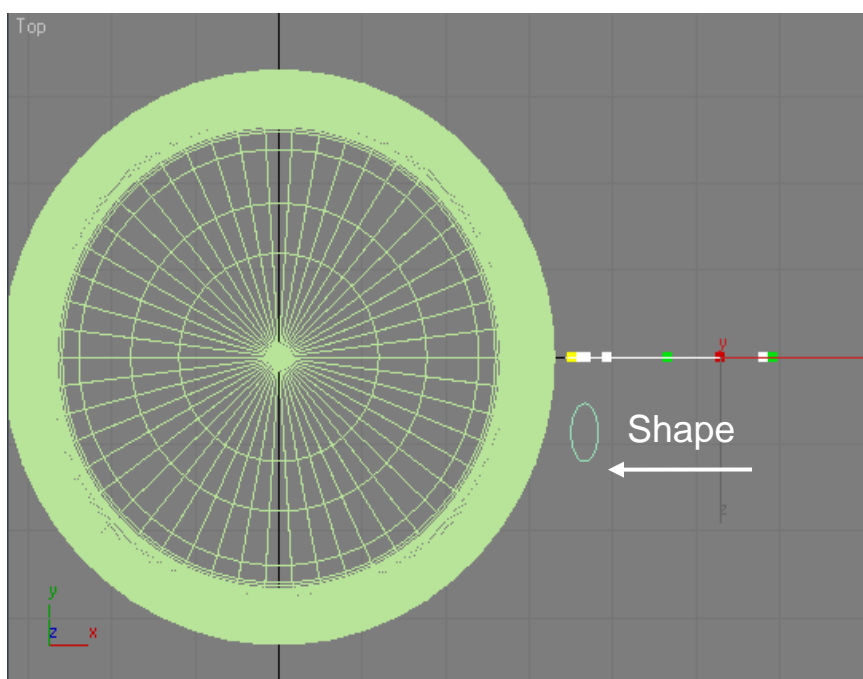
#### Ручка кружки

Подготовим форму будущей ручки из сплайнов. В терминах Loft моделирования это будет Path (Путь) (рис. 8.1).



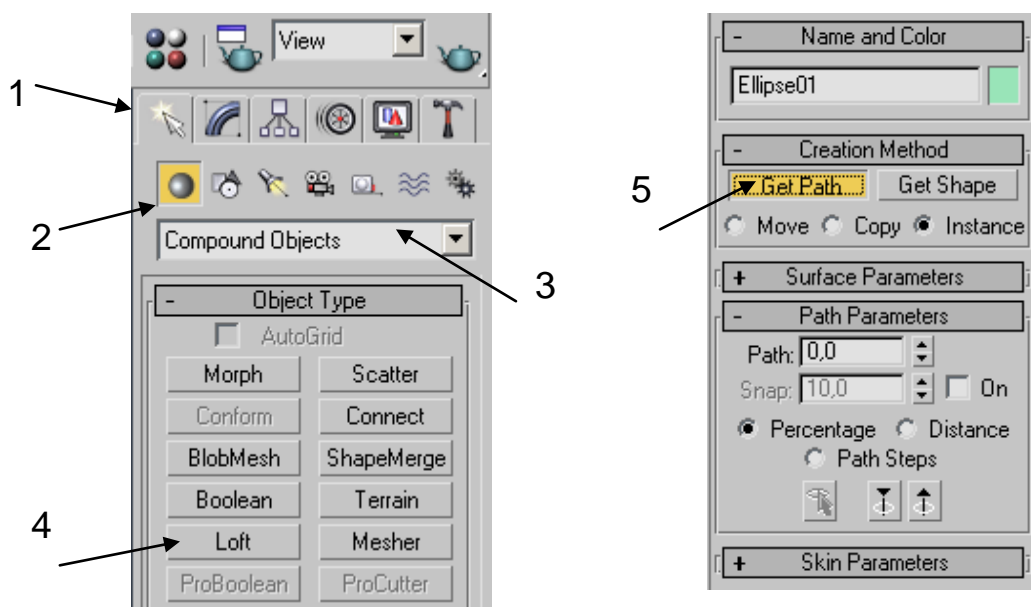
**Рис. 8.1.** Форма ручки

Создадим на виде Top профиль ручки. Для этого создадим плоскую фигуру – эллипс. В терминах Loft – моделирования это Shape (рис. 8.2).



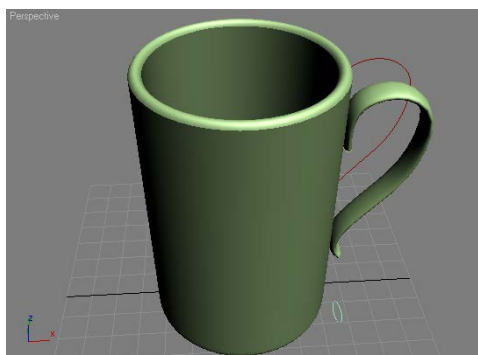
**Рис. 8.2.** Эллипс - профиль ручки

Для создания фигуры выделите эллипс, выберите операция Loft, активизируйте опцию Get Path (Взять путь) и щелкните мышкой по форме ручки (рис. 8.3). Появится объемная фигура.



**Рис. 8.3.** Панель команд

Ее расположение может оказаться не совсем правильным. Используя команды трансформации, поверните и переместите ее в нужное место (рис. 8.4). Необходимо отметить, что после создания Loft объекта, плоские исходные фигуры не исчезают, и можно вернуться к их редактированию. Любые изменения будут отображаться на трехмерной фигуре.



**Рис. 8.4.** Результат моделирования

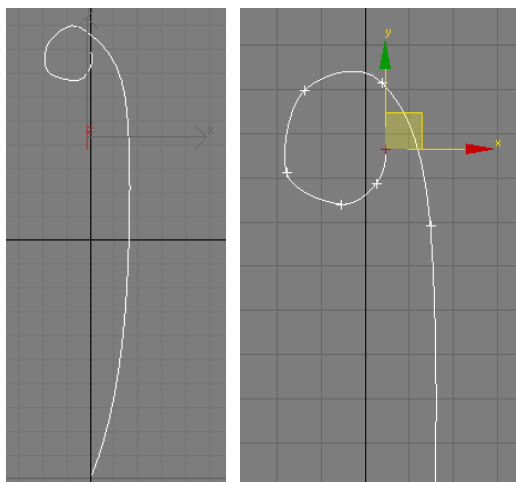
### **Ножки софы**

Рассмотрим создание ножек софы (рис. 8.5). В этом примере для операции лофтинга будем использовать несколько поперечных сечений.



**Рис. 8.5.** Окончательный вид объекта в результате изменения формы отрезка пути

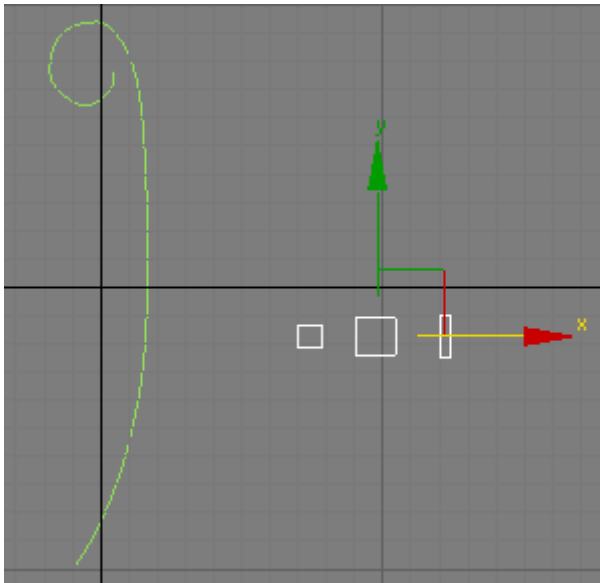
Сначала формируем путь (Path), на основе которого будет формироваться лофт объект (рис. 8.6).



**Рис. 8.6.** Вид пути

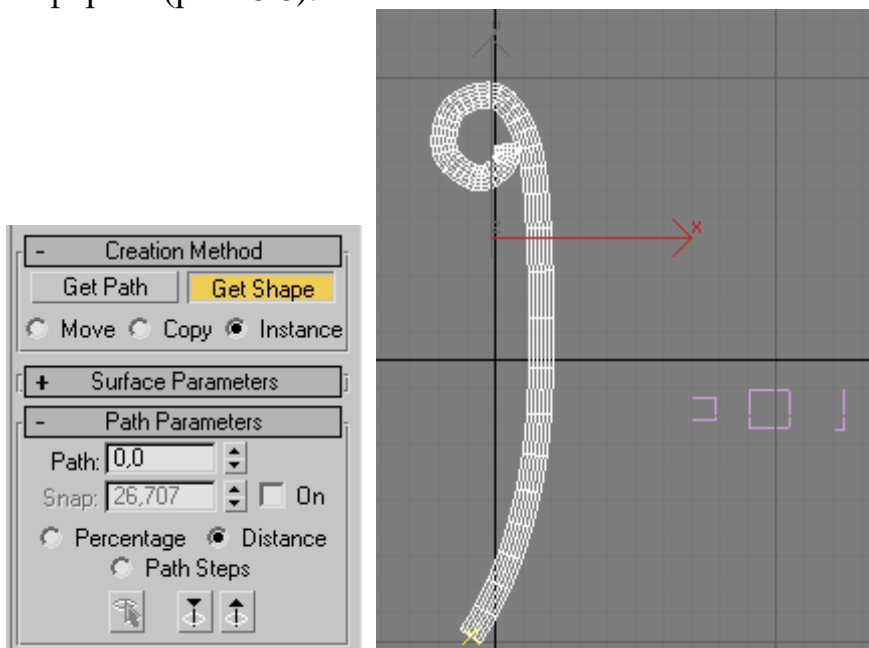
Создаем поперечные сечения (Shape), на основе которых будет формироваться трехмерная модель (рис. 8.7).





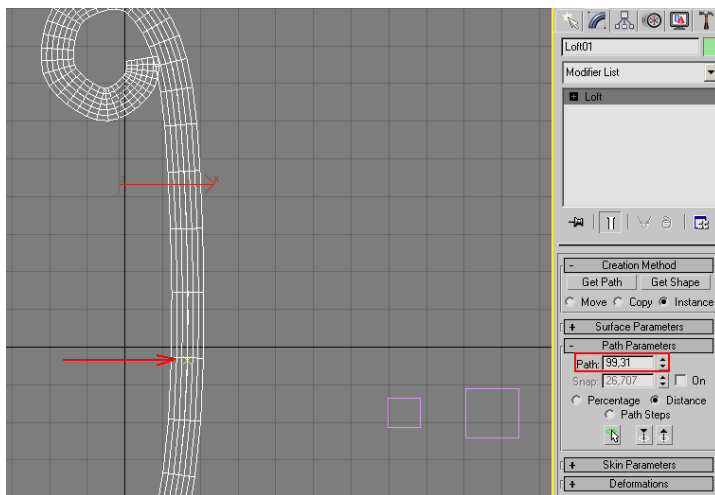
**Рис. 8.7.** Поперечные сечения

Указываем маленький квадрат в качестве первого элемента поперечного сечения формы (рис. 8.8).



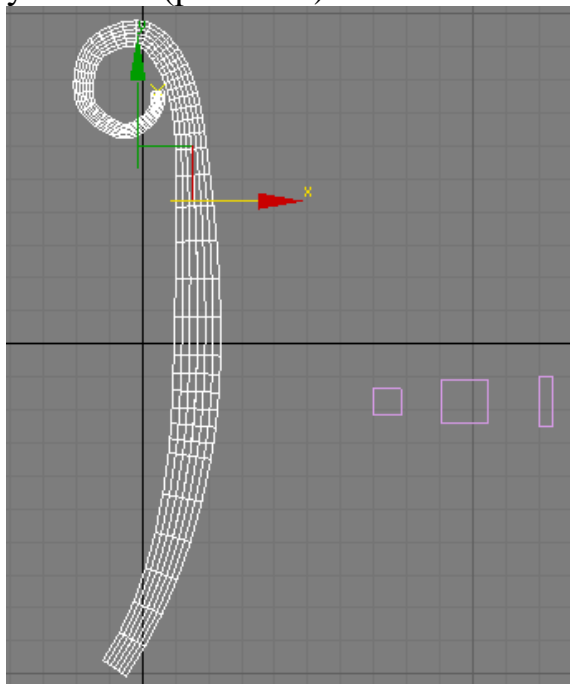
**Рис. 8.8.** Окончательный вид объекта в результате изменения формы отрезка пути

Изменяем величину Path в свитке Path Parameters. Примерное расположение указателя для новой формы в виде желтого крестика показано на рисунке стрелкой (рис. 8.9). Даем команду Get Shape и указываем второй квадрат.



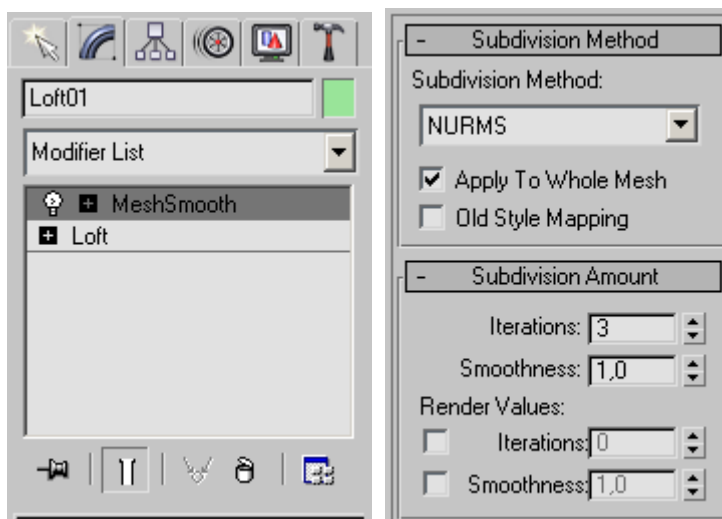
**Рис. 8.9.** Выбор места для второй формы

Аналогичным образом добавляется последняя форма – узкий прямоугольник (рис. 8.10).



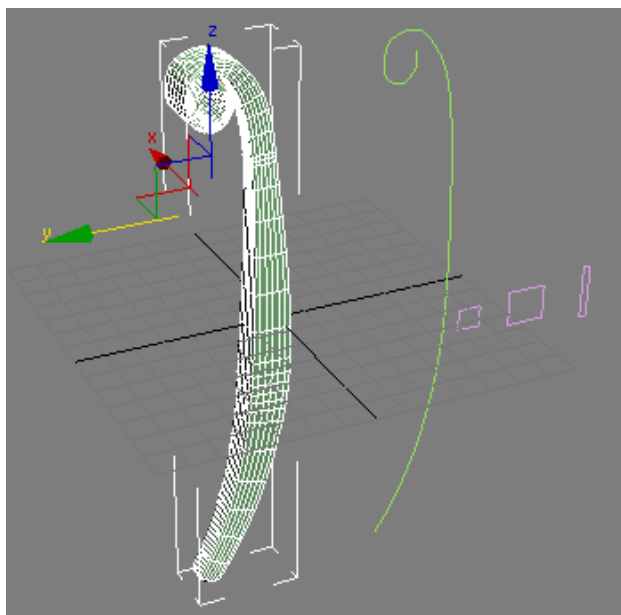
**Рис. 8.10.** Вид модели после применения всех форм

Для сглаживания поверхности модели применен модификатор MeshSmooth. Величина Iterations в свитке Subdivision Amount равна 3 (рис. 8.11).



**Рис. 8.11.** Стек модификаторов

Окончательный вид модели показан на рис. 8.12.



**Рис. 8.12.** Окончательный вид объекта

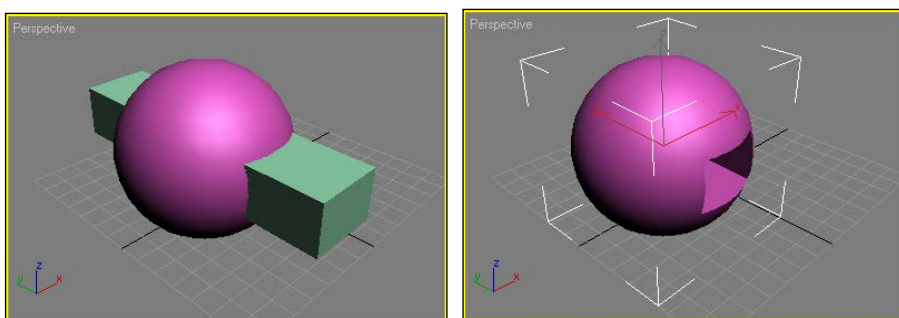
## 8.2. Булевы операции

*Булевы операции* позволяют объединить два и более объектов сцены в единое целое. В качестве объектов могут использоваться как стандартные примитивы, так и любые поверхностные объекты. На самом деле эти операции справедливы и для плоских форм. При выполнении булевых операций используются следующие методы:

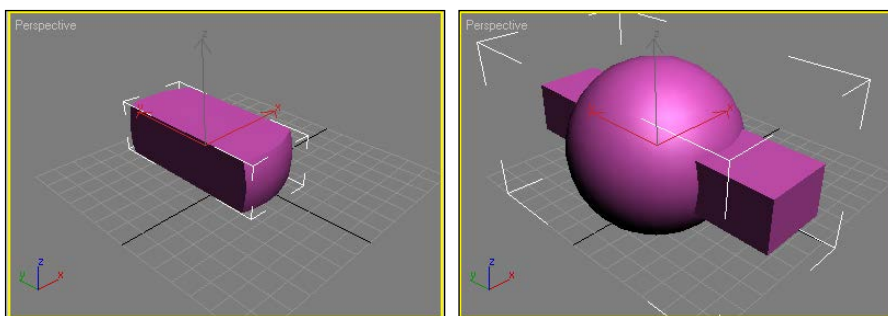
- **Union** (Объединение);

- **Intersection** (Пересечение);
- **Subtraction (A-B), Subtraction (B-A)** (Вычитание);
- **Cut** (Вырезать). Действие подобно модификатору **Slice** (Срез). Операция применяется только к объекту **Operand A**. Имеет несколько параметров: **Refine** (Очистить), **Split** (Разделить), **Remove Inside** (Удалить внутренний) и **Remove Outside** (Удалить внешний).

На рис. 8.13 и 8.14 показаны результаты применения булевых операций к двум объектам: **Sphere** (операнд A) и **Box** (операнд B). Объект, который создается в результате выполнения булевых операций, становится не параметрическим, а полигональным.



**Рис. 8.13.** Объекты и результат операции **Subtraction (A-B)**

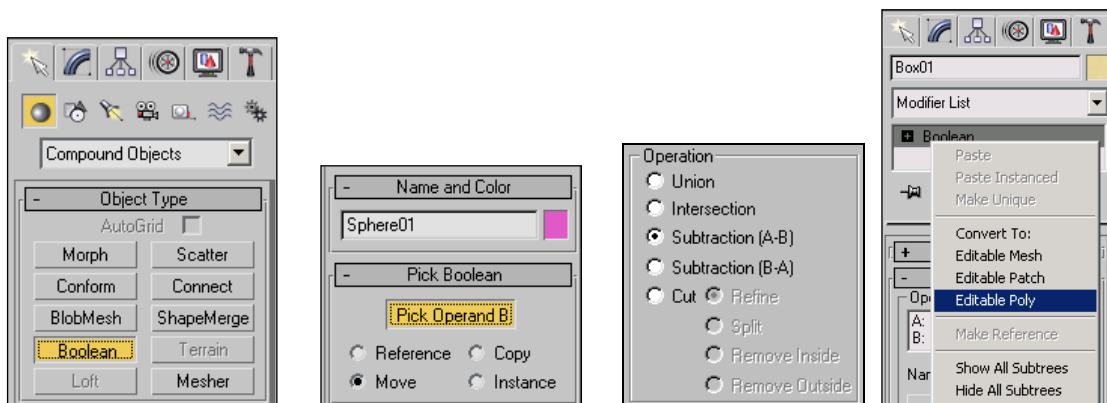


**Рис. 8.14.** Операции **Intersection** и **Union**

Исходные объекты, к которым планируется применить булевы операции, должны иметь общую область. Для выполнения булевой операции нужно выполнить следующие действия:

1. В панели команд перейти на вкладку **Create** (Создать), переключиться в режим **Geometry** (Геометрия), из раскрывающегося списка выбрать **Compound Objects** (Составные объекты) и нажать кнопку **Boolean** (рис. 8.15).
2. Выделить один из объектов (операнд A).
3. Выбрать тип операции, которую предстоит выполнить.
4. Активизировать кнопку **Pick Operand B** (Задать операнд B).
5. Указать второй объект (операнд B) для завершения операции.

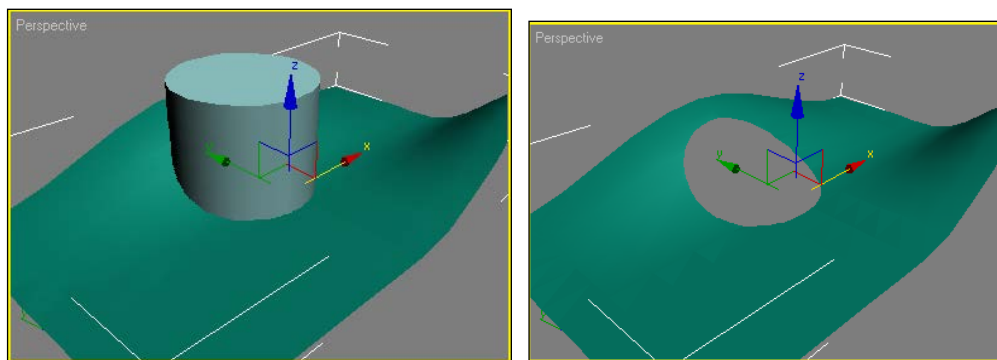
Доступ к булевым операциям предоставляется только после выделения одного из объектов, к которым планируется применить операцию. Выделенный первым объект становится операндом А.



**Рис. 8.15.** Вид командной панели в режиме выполнения булевых операций. Объекты можно преобразовать в поверхности

Объект, сформированный в результате выполнения булевых операций, обычно преобразуют в поверхности **Editable Mesh**, **Editable Patch** и **Editable Poly** (рис. 8.15). Необходимо отметить еще одну особенность при выполнении булевых операций. Они не применяются к группе объектов. Поэтому нельзя вычесть из одного объекта сразу несколько объектов за одно действие.

Булевы операции с успехом могут поменяться не только к стандартным примитивам, но и к поверхностям (рис. 8.16).



**Рис. 8.16.** Применение булевой операции к поверхности

### Pro Boolean

Pro Boolean дополнительный инструмент для выполнения булевых (логических) операций. Важным отличием от традиционной операции Boolean заключается в возможности выполнять логическую операцию за одно действие, последовательно указывая объекты, участвующие в операции (рис. 8.18).

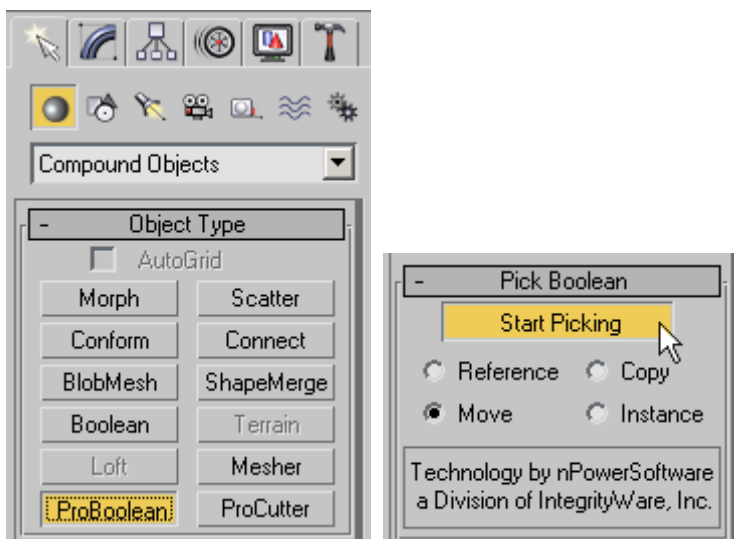


Рис. 8.18. Панель команд

## 9. Основы полигонального моделирования

Моделирование сложных поверхностей произвольной формы — достаточно трудная задача. В основе полигонального моделирования лежит идея о том, что любую поверхность можно представить в виде набора многоугольников. *Каркасное (Mesh) моделирование* — это классический вариант трехмерного моделирования.

### 9.1. Поверхности Editable Mesh (Редактируемый каркас)

**Editable Mesh** (Редактируемый каркас) — самый простой способ представления поверхностей. Суть полигонального моделирования такова: вся поверхность представлена множеством треугольников, и задача моделирования сводится к определению положения их вершин. Моделирование идет от простого к сложному: добавляются грани, уточняется геометрия. После этого к модели применяется модификатор **Mesh Smooth**, в результате которого происходит автоматическое сглаживание поверхности (рис. 9.1) за счет добавления дополнительных полигонов.

**Editable Mesh** (Редактируемый каркас) получают путем преобразования объектов других типов, в первую очередь параметрических.

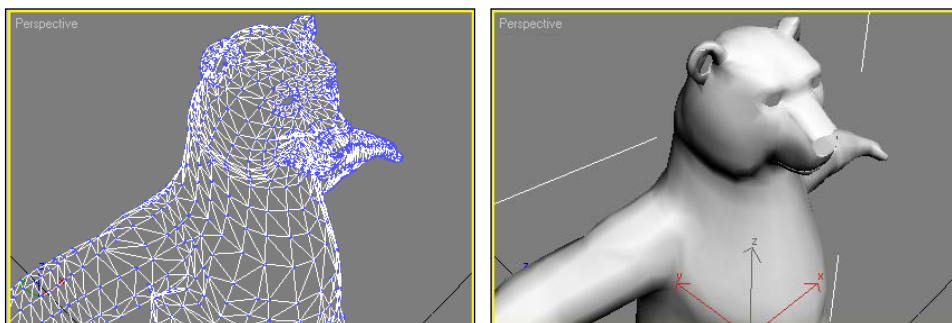
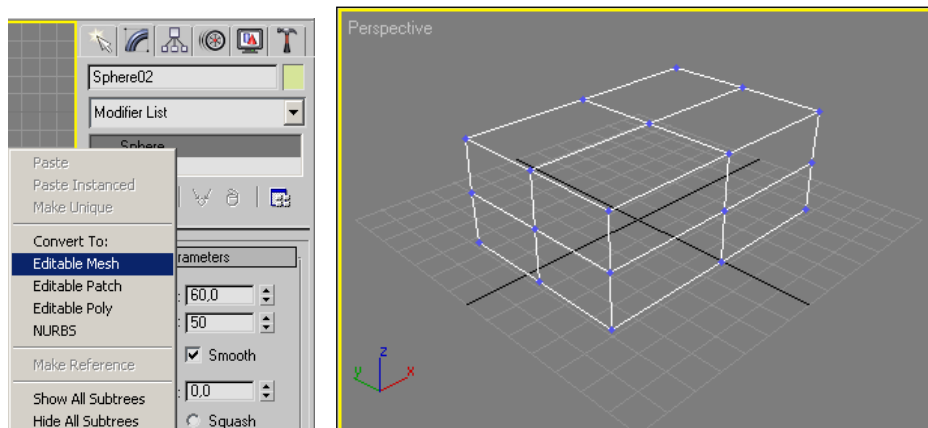


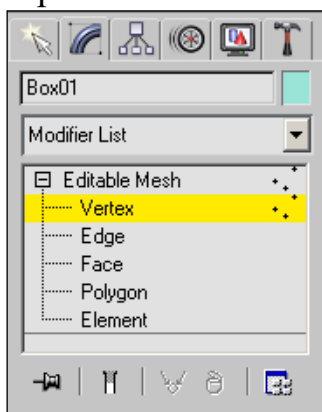
Рис. 9.1. Полигональная модель

Для преобразования в стеке модификаторов щелкнуть правой кнопкой мыши на объекте и в открывшемся контекстном меню выбрать команду **Convert To: Editable Mesh** (Конвертировать в редактируемый каркас) (рис. 9.2).



**Рис. 9.2.** Использование команды **Convert To: Editable Mesh** и вид объекта после преобразования

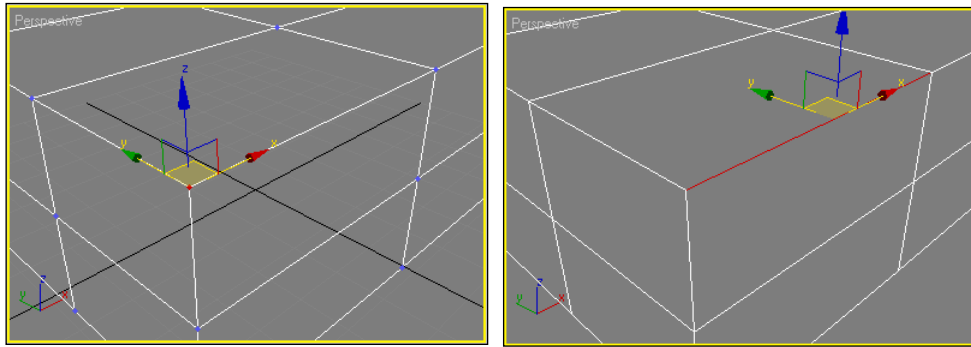
На рис. 9.3 представлен вид стека модификаторов после преобразования параметрического объекта в редактируемый каркас. Объект перестал быть параметрическим.



**Рис. 9.3.** Вид стека модификаторов после использования команды **Convert To: Editable Mesh**

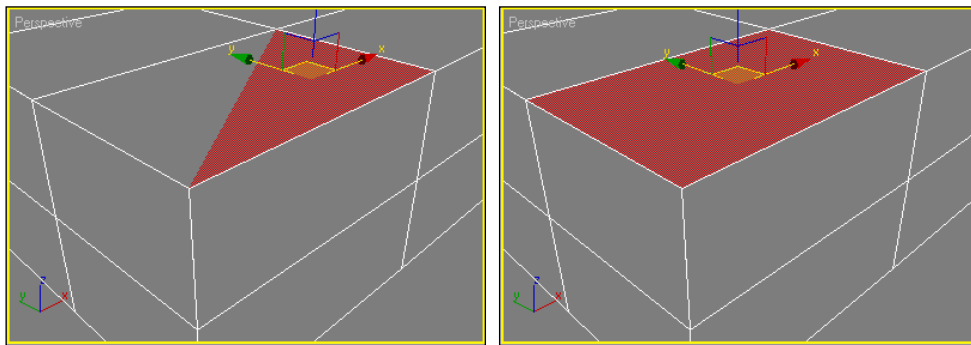
После преобразования в редактируемый каркас появляется возможность изменять его на уровне подобъектов:

- ❑ **Vertex** (Вершина) — точка пересечения ребер, имеет определенные координаты, является вершиной грани или полигона;
- ❑ **Edge** (Ребро) — линия пересечения граней (рис. 9.4);



**Рис. 9.4.** Подобъект **Vertex**, подобъект **Edge**

- **Face** (Грань) — плоскость, образующая многогранник, в данном случае плоский треугольный объект, служащий основой;
- **Polygon** (Многоугольник) — объект, лежащий в одной плоскости. Он состоит из треугольных граней (обычно из двух) (рис. 9.5);
- **Element** (Элемент) — полноценный объект.



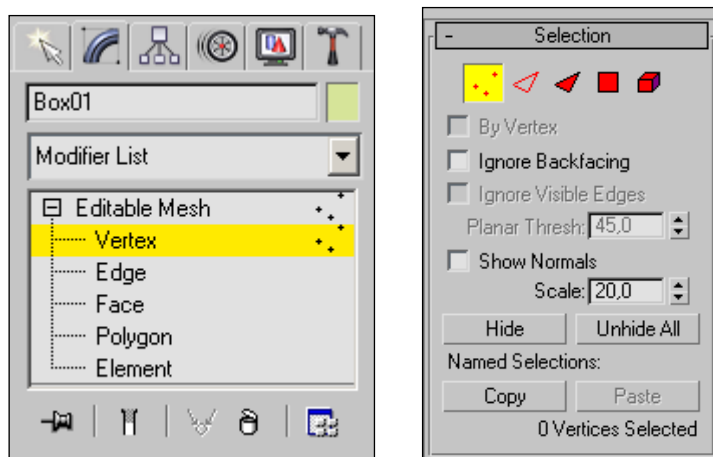
**Рис. 9.5.** Подобъект **Face**, подобъект **Polygon**

### Редактирование на уровне подобъектов

Свиток **Selection** (Выборка) (рис. 9.6) содержит следующие настройки выделения подобъектов полигональной модели:

- **By Vertex** — режим выделения, работающий на уровнях редактирования **Face**, **Edge** и **Polygon** — выделяются соответствующие подобъекты, прилегающие к вершине, на которой был произведен щелчок мыши;
- **Ignore Backfacing** — позволяет выделять только те подобъекты, которые видны в текущем видовом окне (очень удобно для сложных полигональных объектов имеющих множество вершин);

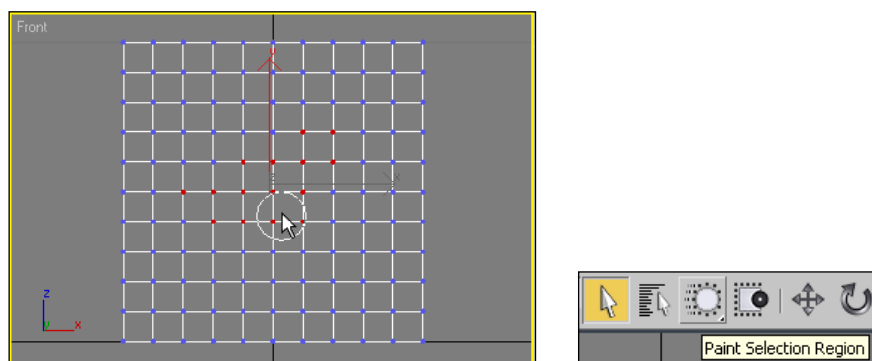




**Рис. 9.6.** Вид командной панели в режиме работы с подобъектами **Editable Mesh**. Свиток **Selection**

- **Ignore Visible Edges** — позволяет игнорировать ребра и выделять сразу несколько полигонов, находящихся под углом друг к другу, не превышающим **Planar Thresh**;
- **Hide/Unhide All** — позволяет прятать выделение.

Выделение подобъектов полигональной модели выполняется по тем же правилам что и выделение объектов. Кроме этого удобно воспользоваться выделением вершин в режиме **Paint Selection Region** (Выделение рисованием) — рис. 9.7.



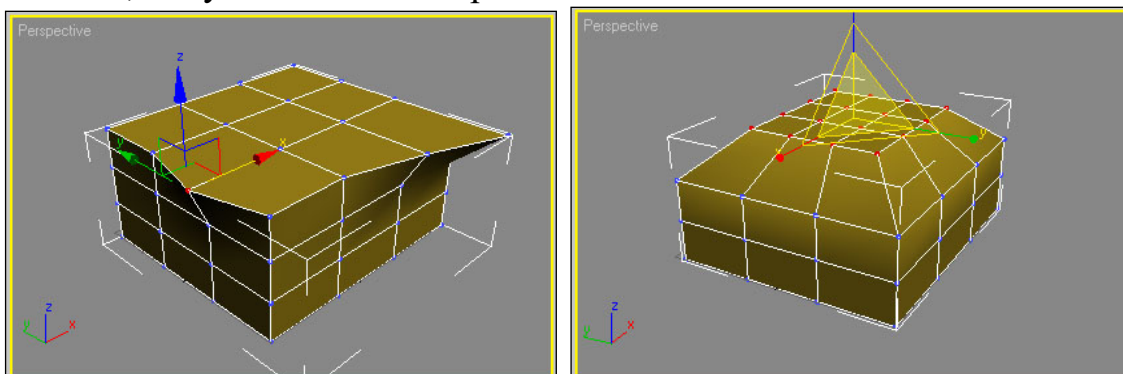
**Рис. 9.7.** Выделение вершин полигонального объекта в режиме **Paint Selection Region**

Необходимо обратить внимание, что содержание следующих свитков контекстно-зависимое (зависит от того, какие подобъекты полигональной модели выделены).

### **Уровень редактирования вершин**

Любую точку можно выделить и переместить, используя инструмент **Select and Move** (Выделить и переместить). Так же можно работать с группой

точек, выделив их и применить к ним, например, преобразование масштаба **Select and Uniform Scale** (Выделить и однородно равномерно масштабировать) — рис. 9.8. Вершины каркаса не обладают направляющими векторами. Соответственно, отрезки, которые соединяют две вершины у Mesh-объекта, могут быть только прямыми.

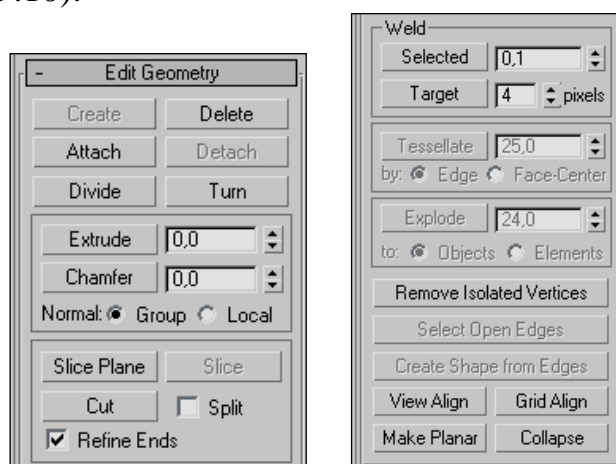


**Рис. 9.8.** Изменение положения одной из вершин полигонального объекта

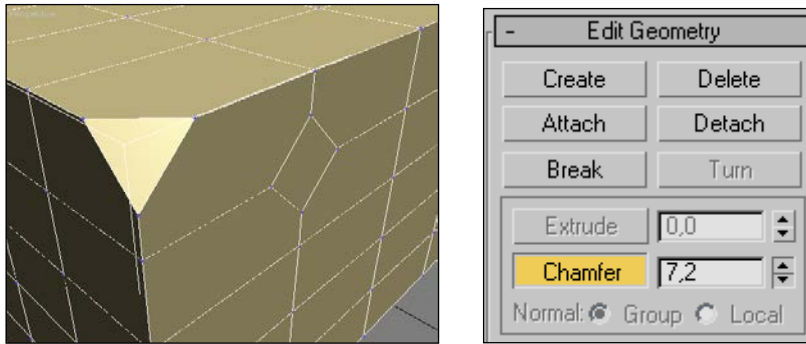
### Свиток **Edit Geometry**

В свитке **Edit Geometry** (Редактирование геометрии) (рис. 9.9) присутствуют следующие инструменты для работы с вершинами:

- ❑ **Create** (Создать) — служит для создания новых вершин;
- ❑ **Delete** (Удалить);
- ❑ **Attach** (Присоединить);
- ❑ **Detach** (Отделить);
- ❑ **Divide** (Разделить) — позволяет разбить указанную вершину (в противоположность **Weld**);
- ❑ **Chamfer** (Фаска) — для выделенной угловой вершины создает три вершины. Для внутренних вершин создает четыре дополнительные вершины (рис. 9.10).



**Рис. 9.9.** СВИТОК **Edit Geometry**



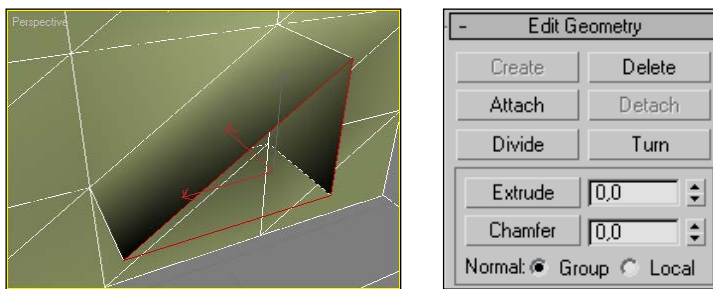
**Рис. 9.10.** Действие инструмента **Chamfer** на выделенную вершину

Группа параметров **Weld** (Объединение) предназначена для объединения нескольких вершин в одну.

### Уровень редактирования ребер

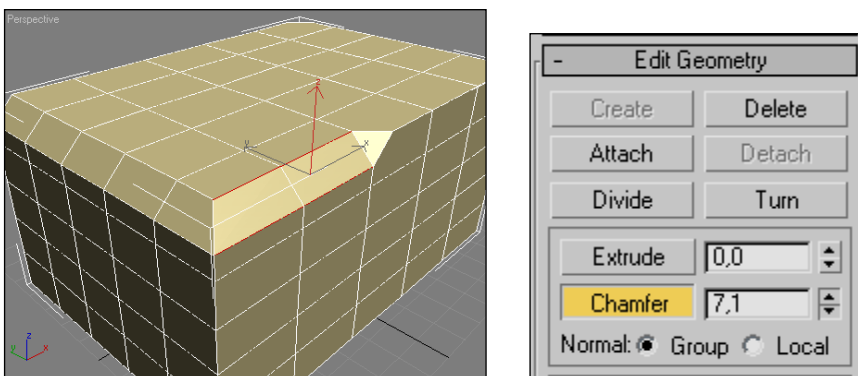
На свитке **Edit Geometry** расположены следующие инструменты для работы с ребрами:

□ **Extrude** — выдавливание. Существуют как сам инструмент **Extrude**, так и возможность ввода величины выдавливания вручную (рис. 9.11);



**Рис. 9.11.** Функция **Extrude**

□ **Chamfer** — создание фаски. Выделенное ребро разделяется на два новых ребра, которые удаляются друг от друга на заданное расстояние, как бы скашивая угол (рис. 9.12). Так же, как и в **Extrude**, в **Chamfer** есть возможность ввода значения с клавиатуры.



**Рис. 9.12.** Действия инструмента **Chamfer**

□ **Cut** — создание новых ребер путем разрезания поверхностей. Разрезание проделывается при помощи мыши. Новое ребро отображается в виде пунктирной линии. После щелчка левой кнопкой мыши можно продолжить формирование ребер. Выход из режима — щелчок правой кнопкой мыши;

### Уровень редактирования полигонов

- **Create** — позволяет создать новый полигон;
- **Divide** — делит полигон на несколько треугольников;
- **Extrude** — выполняет выдавливание (рис. 9.13); повторное выдавливание приводит к образованию дополнительных сегментов;

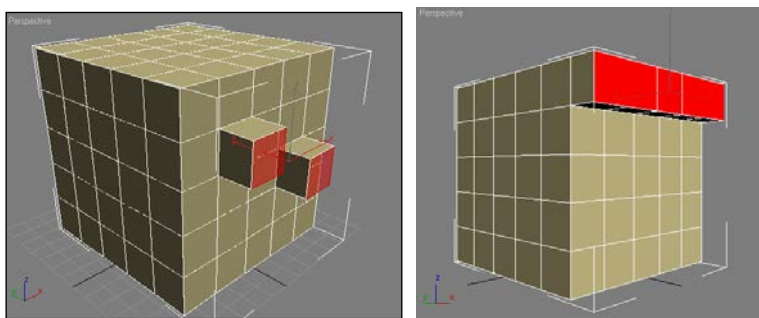


Рис. 9.13. Выдавливание полигонов

□ **Bevel** — позволяет создавать скругленные участки. По действию вполне аналогично **Extrude**, за исключением того, что после выдавливания есть возможность задать еще и размеры выдавленного полигона (рис. 9.14);

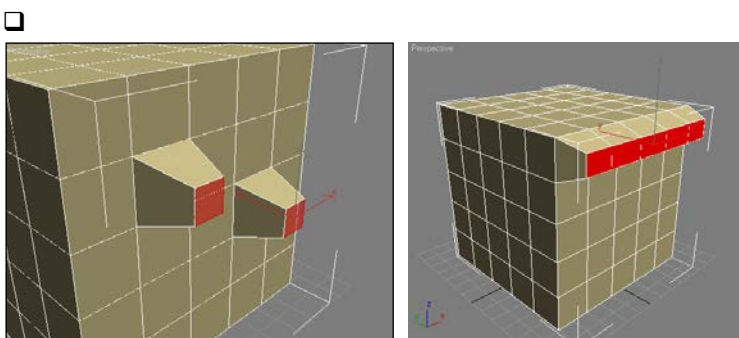
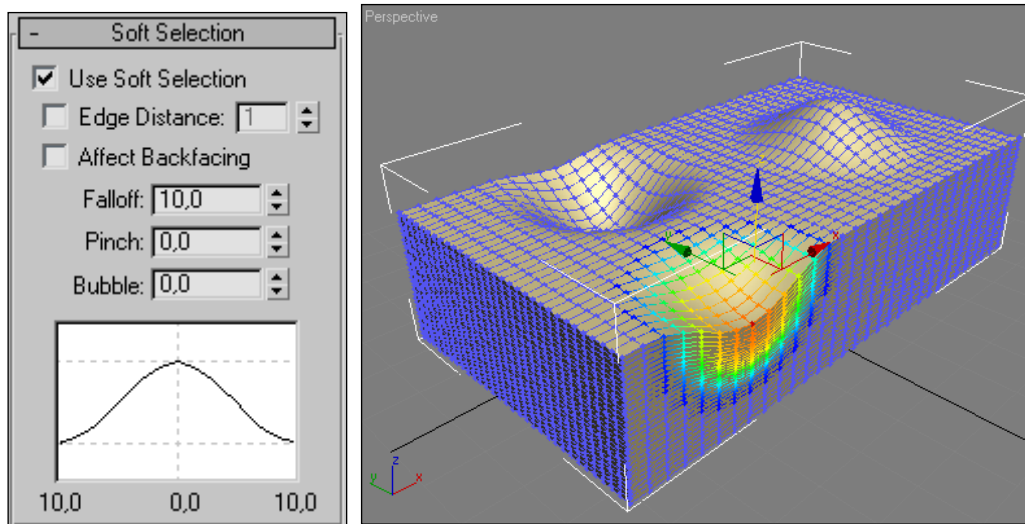


Рис. 9.14. Инструмент Bevel

### Особенности свитка Soft Selection

С помощью свитка **Soft Selection** (Плавное выделение) можно установить область действия на соседние вершины (рис. 9.15). В этом случае изменение положения одной вершины скажется на других. Чем дальше расположены остальные вершины относительно выделенной, тем слабее это влияние.

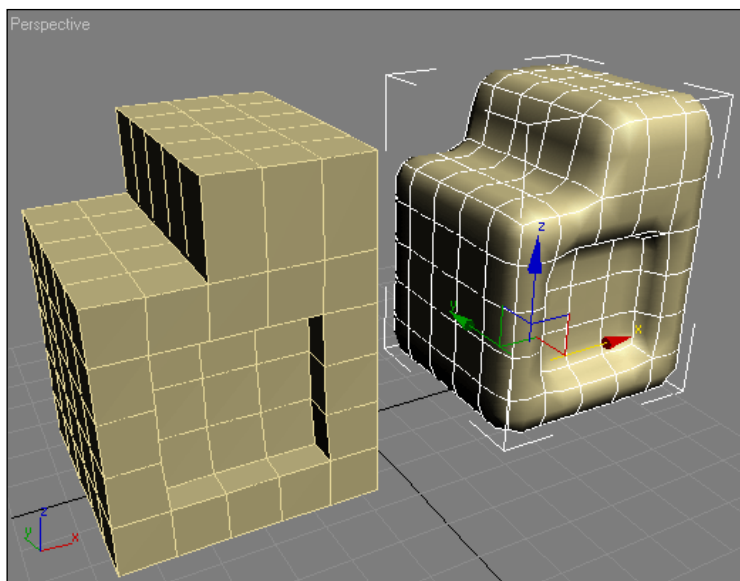


**Рис. 9.15.** Свиток **Soft Selection**. Результат изменения координат одной вершины

## 9.2. Использование модификаторов для сглаживания поверхности

Для сглаживания поверхности полигональной модели применяются специальные модификаторы – **MeshSmooth** (Сглаживание сетки) и **TurboSmooth** (Турбосглаживание).

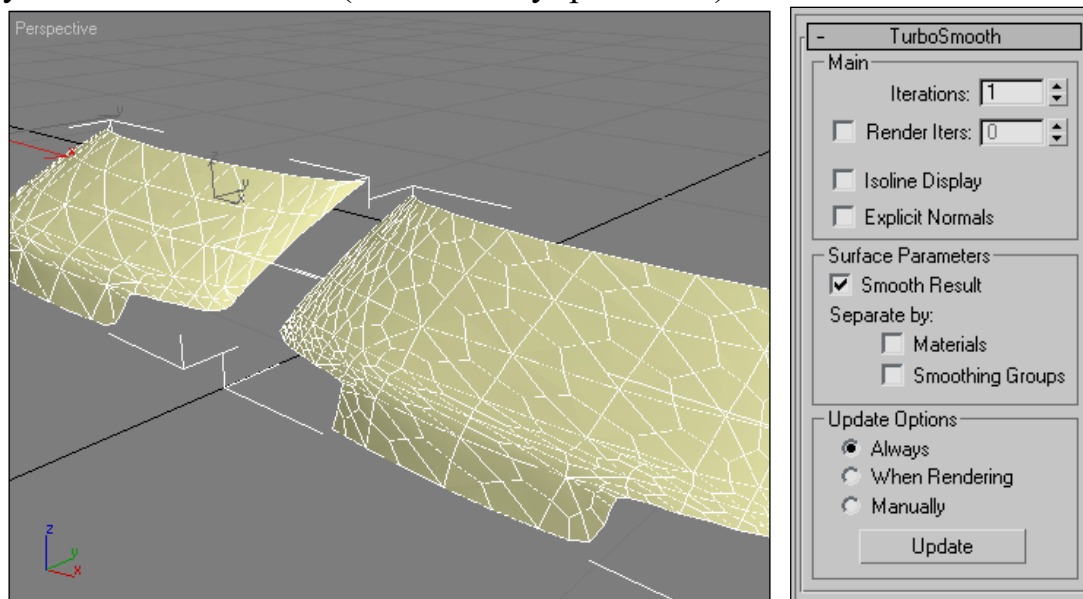
**MeshSmooth** (Сглаживание сетки) — модификатор, предназначенный для придания готовым моделям гладкого вида. Он сглаживает поверхность добавлением дополнительных граней вдоль тех ребер и вершин, где есть резкие переходы от одного полигона к другому (рис. 9.16).



**Рис. 9.16.** Результат применения модификатора **MeshSmooth**

Модификатор **TurboSmooth** (Турбосглаживание) появился в последних версиях 3ds max. Он работает быстрее модификатора **MeshSmooth** и позволяет добиться лучших результатов при сглаживании поверхностей (рис. 9.17).

Настройки модификатора аналогичны **MeshSmooth**, однако отсутствует инструмент **Local Control** (Локальное управление).



**Рис. 9.17.** Модель после применения модификатора **MeshSmooth** (слева) и **TurboSmooth** (справа) и свиток **TurboSmooth**

Параметр **Iterations** (Итерации) позволяет увеличить количество добавляемых полигонов.

## 10. Работа с материалами


Использование материалов важнейший этап 3D моделирования. Именно благодаря материалам можно добиться близкого к натуральному вида создаваемых объектов [2]. Объекты, окрашенные в цвета, близкие по форме к реальным, все равно не будут выглядеть, как настоящие. Они не смогут передать шероховатость камня или древесной коры, блеск металла. У них не будет прозрачности и зеркального блеска, они не будут казаться светящимися изнутри. В итоге, какой бы прекрасной ни была трехмерная модель, выполненная без присущего ей материала или текстуры, она будет выглядеть ненатурально. Именно с помощью материалов для объекта можно определить степень прозрачности объекта или степень отражения поверхности.

**Materials** (Материалы) — это совокупность настроек, определяющих внешний вид материала, а в конечном итоге самого трехмерного объекта. Параметры материала задаются либо с помощью числовых параметров, либо с использованием текстурных карт (растровых изображений). Материал может присваиваться как всей поверхности трехмерного объекта, так и ее определенным граням или участкам. Есть понятие *составных материалов*, в


этом случае компоненты, составляющие материал можно назначать различным частям одного объекта.

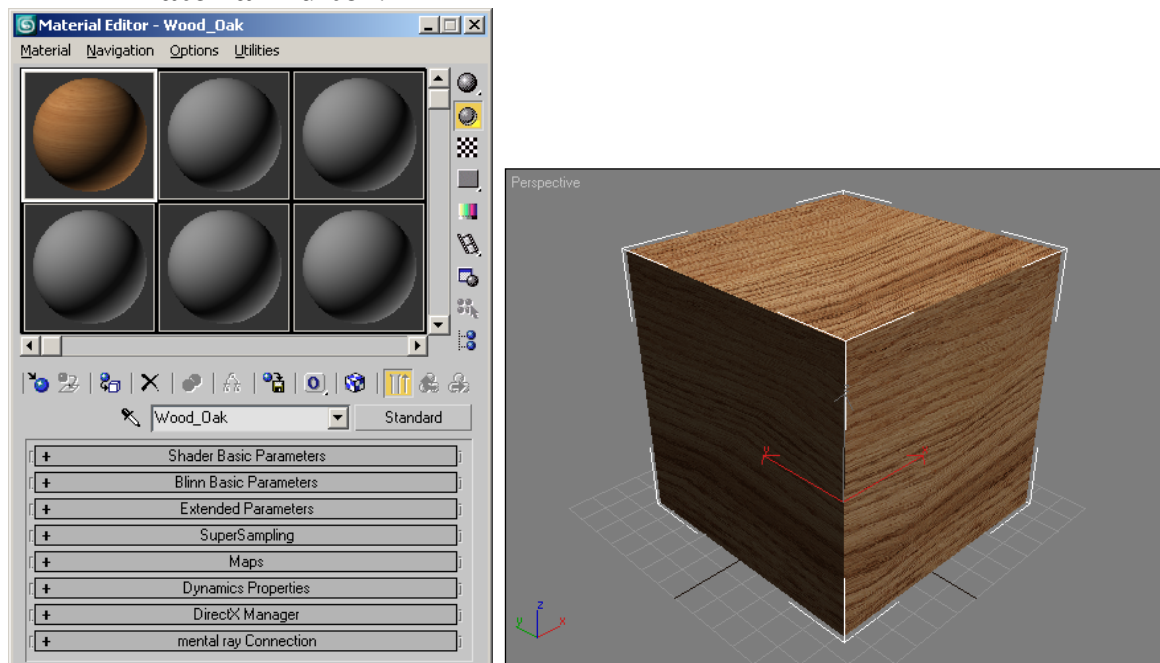
## 10.1. Редактор материалов

Для создания и использования материалов в 3ds max используется специальное средство **Material Editor** (Редактор материалов). С помощью него можно создавать новые материалы на основе существующих типов и использовать готовые *библиотеки материалов*, которые поставляются с 3ds max либо созданы другими разработчиками.

Вызвать редактор материалов можно щелчком на кнопке **Material Editor**  в основной панели инструментов. Основными элементами редактора материалов являются ячейки образцов материалов, кнопки инструментов управления и свитки параметров. В слотах образцов отображается предварительный вид материала.

### Назначение материалов объектам на сцене

Чтобы назначить материал объекту необходимо активизировать слот образца материала (рис. 10.1), выделить объект на сцене и нажать кнопку  **Assign Material to Selection** (Назначить материал выделенному объекту) в панели **Material Editor**.



**Рис. 10.1.** Редактор материалов и вид объекта после применения материала

После выполнения команды поверхность объекта покрывается выбранным материалом.. В углах ячейки образца материала появляются белые треугольники (скобки) указывающие на то, что данный образец использован на сцене.

## Окно Material/Map Browser

С помощью окна **Material/Map Browser** (Просмотр материалов/карт) можно получить доступ к различным типам готовых материалов, карт и библиотек материалов (рис. 10.2). Активизировать окно **Material/Map Browser** можно щелчком на кнопке , что приведет к смене типа материала. По умолчанию окно **Material/Map Browser** находится в режиме создания нового материала **Browse From: New** (Просмотр из: Новый) на основе существующих типов, которые представлены в алфавитном порядке.

В окне **Material/Map Browser** можно выбрать варианты просмотра **Browse From** (Просмотр из):

**Mtl Library** (Библиотека материалов) — доступ к библиотекам материалов. По умолчанию используется библиотека 3dsmax.mat (рис. 10.2). Имеется возможность загружать другие библиотеки, создавать свои. По умолчанию библиотеки, поставляемые с программой 3ds max, располагаются в папке \materiallibraries;

**New** (Новый) — создание нового материала на основе выбранного типа.

Ограничить предлагаемые варианты просмотра **Show** (Показывать) можно с помощью соответствующих флажков.

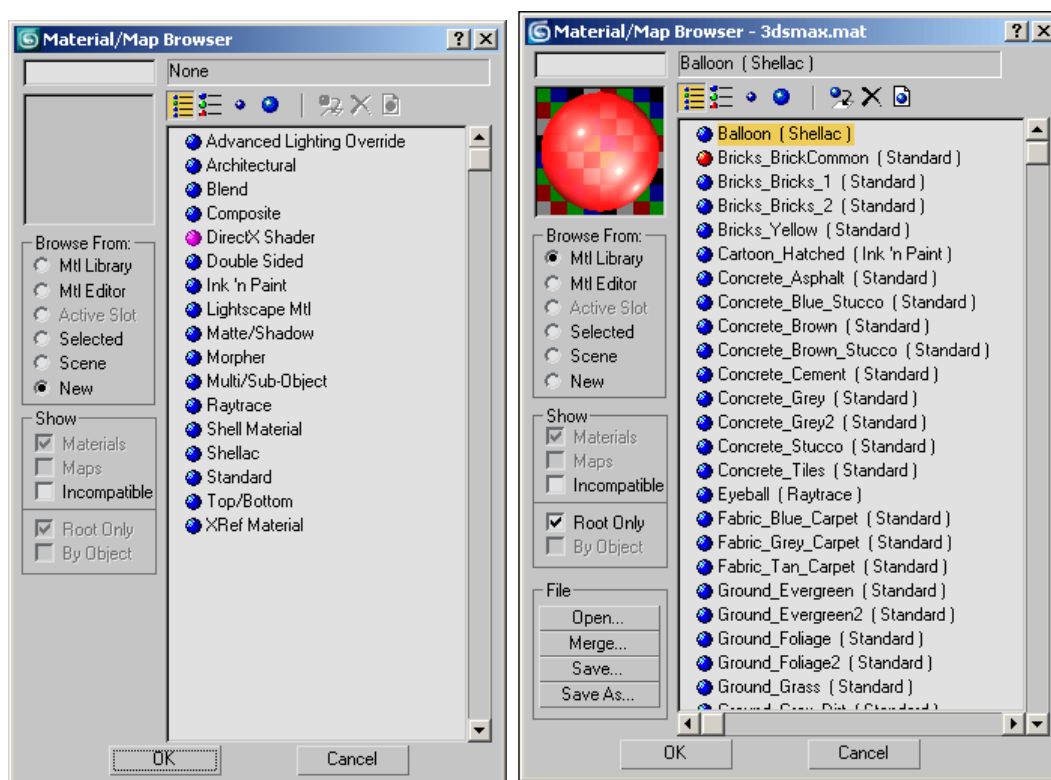


Рис. 10.2. Вид окна **Material/Map Browser** режиме **New** и **Mtl Library**

Необходимо отметить, что если для текущего образца материала, были выполнены какие-либо настройки и дана команда смены типа материала, то появляется диалоговое окно **Replace Material** (Замена материала) — рис. 10.3.





**Рис. 10.3.** Диалоговое окно **Replace Material**

Варианты:

- ❑ **Discard old material?** (Удалить старый материал?) — в этом случае настройки текущего образца материала будут потеряны и начнут действовать настройки нового материала;
- ❑ **Keep old material as sub-material?** (Использовать старый материал как часть составного материала?) — в этом случае текущие настройки будут использованы на подуровне нового материала. Дело в том, что материалы могут иметь сложную, многоуровневую структуру.

## 5.2. Свойства материалов

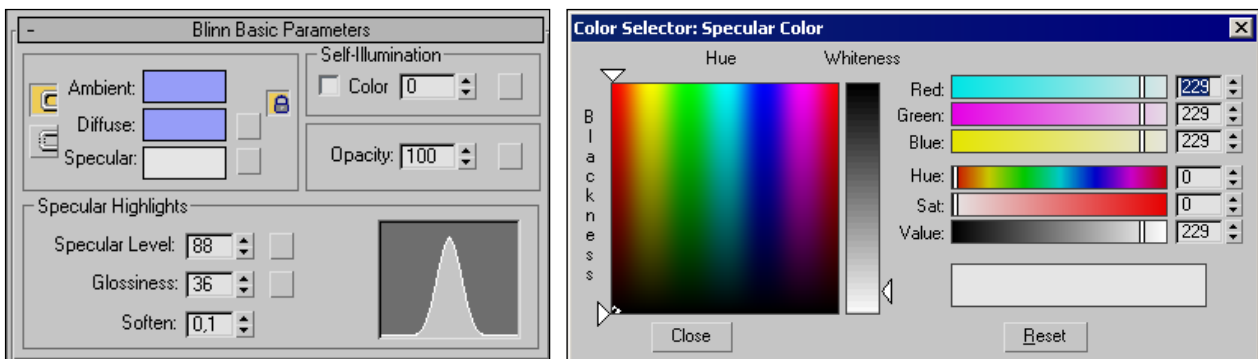
Как было отмечено, в 3ds max имеется набор различных типов материалов, на основе которых можно создавать самые разнообразные материалы. Сходство с реальными объектами получается с помощью подбора параметров выбранного типа материала.

### Настройки основных компонентов цвета материала

Цветовые параметры объекта (Blinn Basic Parameters) создаются на основе трех составляющих (рис. 10.4):

- ❑ **Ambient** (Отраженный цвет) — цвет в тени;
- ❑ **Diffuse** (Рассеянный цвет) — цвет на освещенной стороне, оказывает основное влияние на цвет объекта;
- ❑ **Specular** (Зеркальная составляющая) — цвет бликов.

Выбор цвета осуществляется с помощью диалогового окна **Color Selector**.



**Рис. 10.4.** Свиток настройки цветовых составляющих. Окно **Color Selector** для выбора цвета

## Настройка параметров бликов

Все тонировщики имеют параметры с помощью которых настраиваются блики (рис. 10.5):

- ❑ **Specular Level** — отвечает за интенсивность блика;
- ❑ **Glossiness** (Ширина блика) — результирующее сияние поверхности;
- ❑ **Soften** — смягчение блика отраженного света.



Рис. 10.5. Настройка бликов

## Самосвечение

Свойство **Self-Illumination** (Самосвечение) дает иллюзию самостоятельного свечения при отсутствии компонента затенения **Ambient** материала (рис. 10.6).

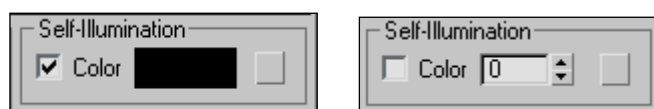


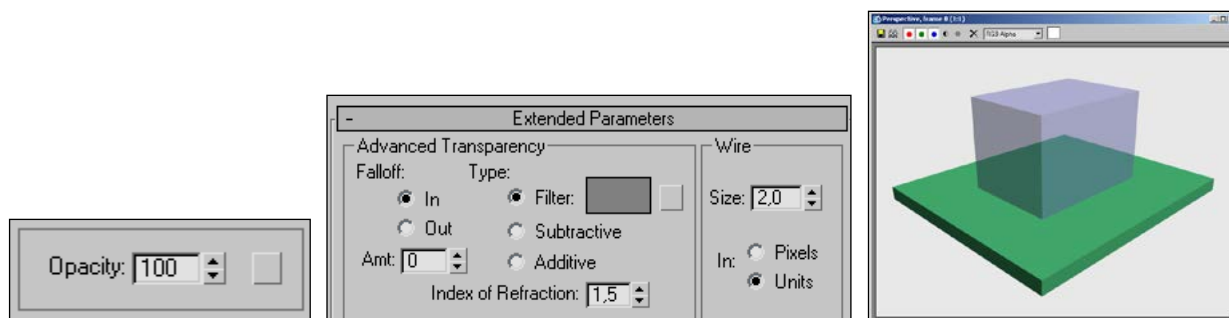
Рис. 10.6. Опция **Self-Illumination**

Увеличение значения снижает эффект рассеивания до тех пор, пока затенение не будет появляться вновь. Если материал самостоятельно светится со значением 100, то на поверхности нет тени, и везде, кроме бликов, используется рассеянный цвет (рис. 10.7). Самосветящийся материал создает впечатление, что он освещен изнутри. На материал не влияют тень и затенение. Часто самосветящиеся материалы назначаются объектам, используемым в качестве фоновых досок объявлений, чтобы их образ оставался совместимым со сценой. Другие примеры самосветящихся объектов — телевизоры, проекционные экраны, надписи и лампы.



Рис. 10.7. Самосвечение 0, 50, 100. Материал **2-Sided**. Параметр **Opacity** = 50%

По умолчанию все материалы на 100% непрозрачны. Непрозрачность можно задать с помощью опции **Opacity** (рис. 10.8). В материале **Standard** имеются три различных типа прозрачности: **Filter**, **Subtractive** и **Additive**.

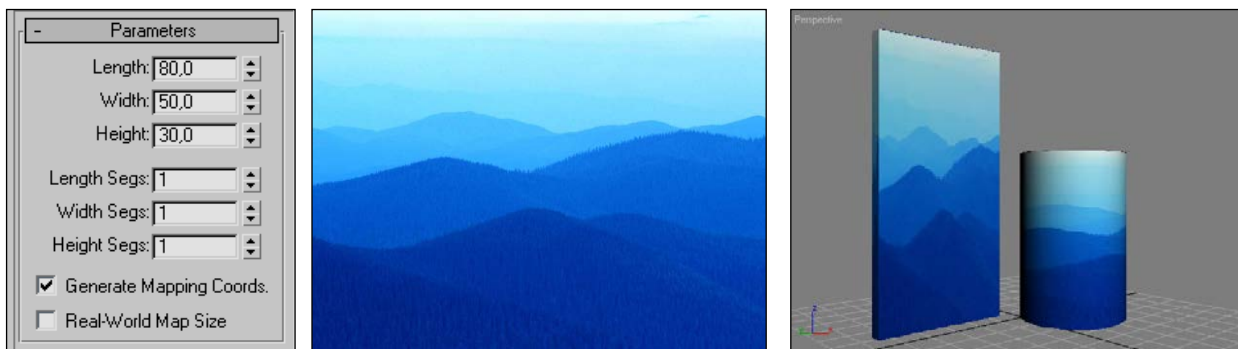


**Рис. 10.8.** Настройка параметров непрозрачности. Параметр прозрачности **Opacity** = 50%

### 10.3. Проекционные координаты

Дадим определение *проекционных координат*. Они указывают, как растровые карты (изображения) текстур, входящие в состав материала, будут размещены на поверхности объекта.

В самом простом случае, на этапе создания моделей, можно включить режим генерации проекционных координат **Generate Mapping Coords.** (рис. 10.9). В этом случае подразумевается, что материал, присвоенный объекту, будет равномерно распределен по его поверхности. В некоторых случаях этого вполне достаточно. Например, для таких материалов как стекло или зеркальная поверхность, их распределение по поверхности объектов значения не имеет. Точное распределение материала по поверхности объекта можно получить путем применения специальных модификаторов, например **UVW Mapping** (UVW-проекция). Когда материал имеет равномерную окраску, не имеет значения, как он будет распределяться по поверхности объекта. Совсем другое, когда материал создан с использованием текстурной карты (растрового изображения). В этом случае расположение этого изображения на поверхности объекта имеет большое значение. Особенно неоднозначно размещение изображений на поверхностях со сложной геометрией (рис. 10.9). Окончательный эффект зависит от проекционных координат. Координаты отображения можно задать несколькими способами: через многочисленные проекции, с оптимальным выбором, зависящим от геометрии объекта и желаемого эффекта поверхности.



**Рис. 10.9.** Текстура "подстраивается" под геометрию объектов, что приводит к ее искажениям

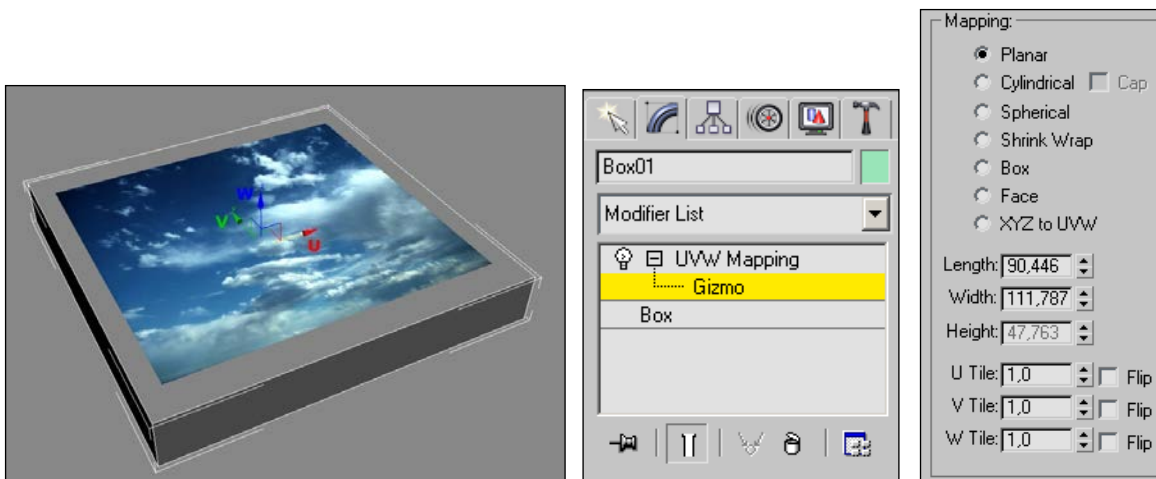
Для решения проблемы правильного размещения материала по поверхности объекта предназначена группа модификаторов проецирования. Важно отметить, что эти модификаторы можно применять как ко всему объекту, так и к его частям (подобъектам). Соответственно будут получаться и различные результаты. Для применения модификатора ко всему объекту, в стеке модификаторов он должен быть отмечен серым цветом или не подсвечен вовсе.

### **Модификатор проецирования карты UVW Mapping**

Добавить проекционные координаты к геометрической модели любого готового объекта можно путем выделения объекта на сцене и последующим применением модификатора **UVW Mapping** (UVW-проекция).  $u$ ,  $v$ ,  $w$  — это фактически координаты, определяющие расположение материала на поверхности объекта (рис. 10.12). Проекционные координаты тесно связаны с геометрией объекта. В модификаторе **UVW Mapping** с помощью специального средства — габаритного контейнера **Gizmo** (Габаритный контейнер) можно точно определить, как материал будет распределен по поверхности объекта.

Пересечение осей  $u$  и  $v$  определяют центр для карты.  $Uv$ -координаты определяют ее положение относительно локальной системы координат объекта. Центр координат является точкой, вокруг которой возможен поворот текстурной карты.

Соответственно текстурную карту можно поворачивать не только в плоскости  $uv$ , но и в пространстве. Направление  $w$  пространства используется и для трехмерных параметрических карт (подобных дереву и мрамору).



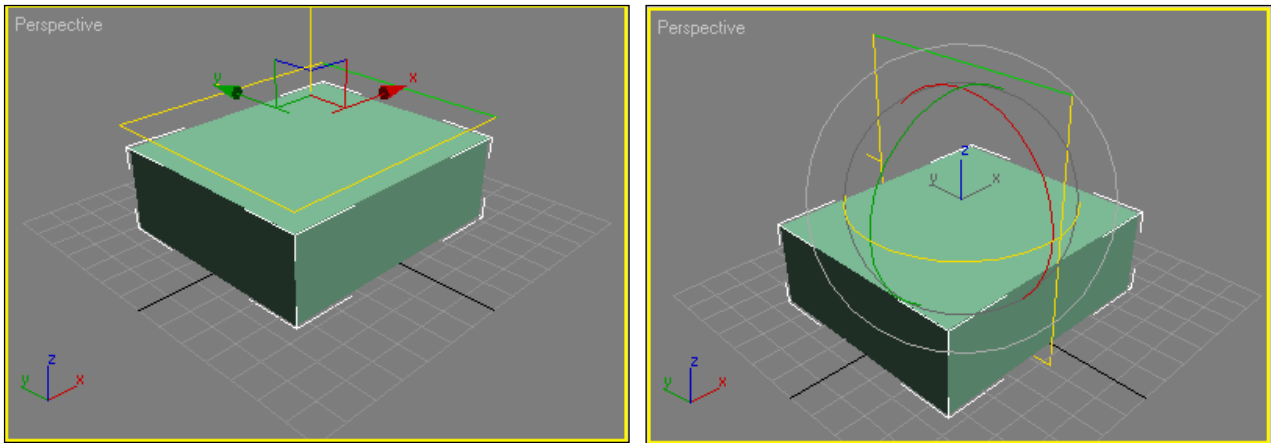
**Рис. 10.10.** Карта текстуры, спроецированная на объект. Стек модификаторов. Выбор способов проецирования материала на поверхность объекта. Задание размеров габаритного контейнера

Можно использовать следующие системы проецирования материала на поверхность объекта (рис. 10.13):

- **Planar** (Плоские) — используются для проецирования растровых материалов на плоские поверхности;
- **Cylindrical** (Цилиндрические) — применяются к объектам цилиндрической формы. При установке флажка **Cap** (Торец) (справа от **Cylindrical**) на торцовую поверхность объекта тоже наносится текстура;
- **Spherical** (Сферические) — используется применительно к объектам, имеющим округлую форму;
- **Shrink Wrap** (Обтягивающие) — специальная система координат, применяемая для проецирования текстур на объекты сложной формы. Она является сферической, но обеспечивает усечение углов карты текстуры и соединение их в двух диаметрально противоположных точках-полюсах, что дает минимальное искажение рисунка;
- **Box** (Прямоугольные трехмерные) — применяются для отображения текстур на объектах, у которых грани расположены под углом 90°. Если использовать для подобных объектов плоскую систему координат, то на каких-то гранях всегда будет наблюдаться растяжение рисунка текстуры. В случае координат типа **Box** растяжение исключается;
- **Face** (Координаты граней) — обеспечивает размещение отдельных копий текстурной карты в центре каждой грани объекта.

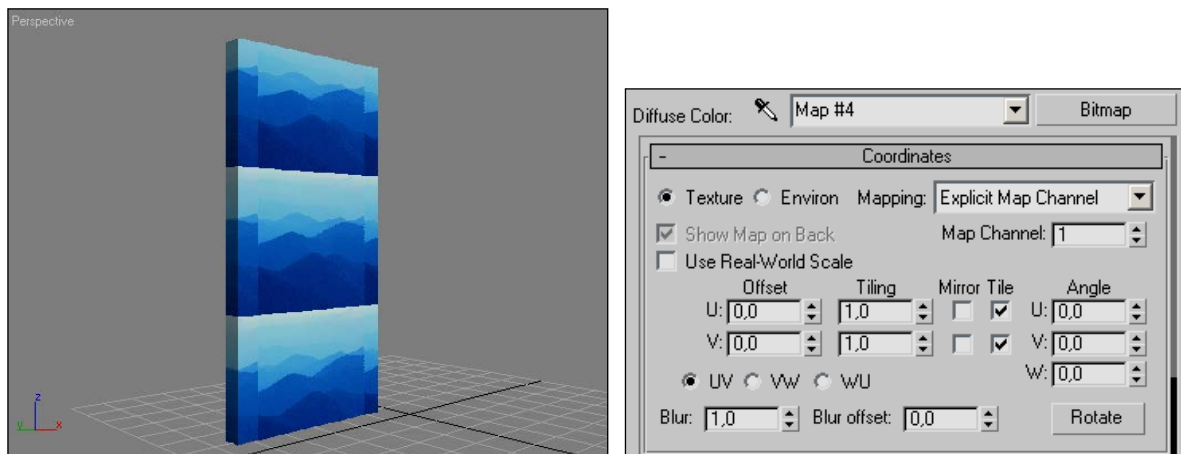
Далее идут настройки длины, ширины и высоты габаритного контейнера и настройки количества копий материала помещаемых в эти габариты.

Кроме этого, можно настроить положение генерируемой карты относительно объекта. Для этого нажмите на знак плюса **UVW Mapping** в списке модификаторов и выберите объект **Gizmo** (Габаритный контейнер). Настройка положения производится точно так же, как у обычного объекта (рис. 10.14).



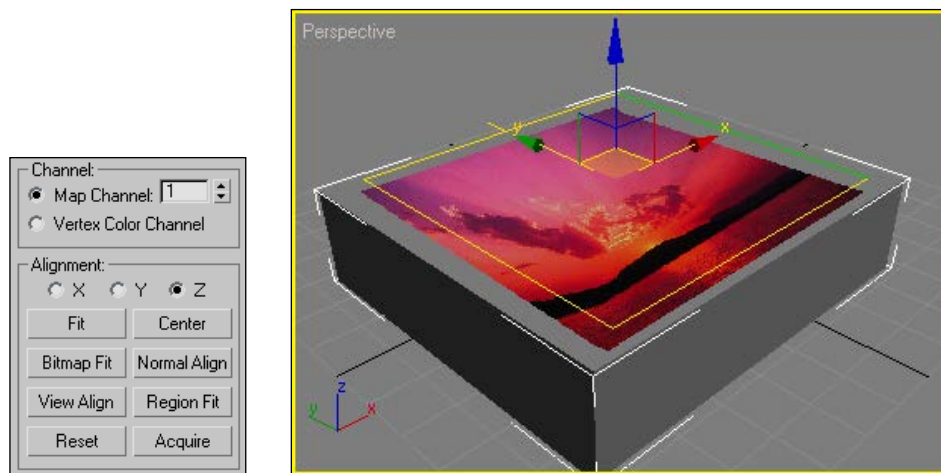
**Рис. 5.11.** Изменение положения габаритного контейнера

Необходимо отметить, что при изменениях размеров габаритного контейнера, изображение повторяется по всей поверхности объекта (рис. 10.15). Повторение можно выключить опцией **Tile** (Повтор) в настройках растровой карты.



**Рис. 10.12.** Повторение изображения при активной опции **Tile**

Для приведения в соответствие размеров габаритного контейнера и размеров графического изображения используется кнопка **Bitmap Fit** (Выравнивание по изображению) (рис. 10.16). После указания файла изображения размеры габаритного контейнера становятся пропорциональны размерам изображения.

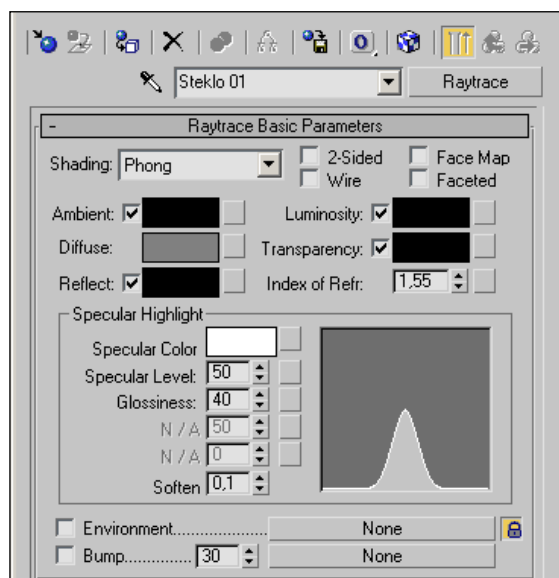


**Рис. 10.13.** Непропорциональное изменение размеров габаритного контейнера приводит к искажениям изображения

## 10.4. Примеры различных материалов

### Материал Raytrace

Материал предназначен для имитации поверхностей, обладающих свойствами отражения. Также с помощью этого материала возможна имитация эффектов преломления лучей в прозрачных объектах. Получить материал с эффектами отражения и преломления можно, используя материал **Standard** с текстурными картами **Reflect/Refract** (Отражение/Преломление). Применение материала **Raytrace** требует больших вычислительных ресурсов, однако качество получаемого изображения высоко.



**Рис. 10.14.** Свиток Raytrace Basic Parameters

Рассмотрим некоторые параметры материала **Raytrace** (рис. 10.17):

- **Ambient** (Подсветка) — характеризует степень диффузного восприятия подсветки трассируемым материалом;
- **Diffuse** (Диффузия) — позволяет задать цвет световых лучей, рассеиваемых материалом. Эффекты зеркального отражения помещаются трассировщиком поверх цвета диффузного отражения, поэтому цвет перестает быть видимым, если цвет **Reflect** (Отраженный) задан белым;
- **Reflect** (Отраженный) — цвет зеркального отражения. Белый цвет отражения обеспечивает полную зеркальность материала. Если цвет зеркального отражения сделать черным, то отражения объектов на поверхности трассируемого материала формироваться не будут (рис. 10.15);

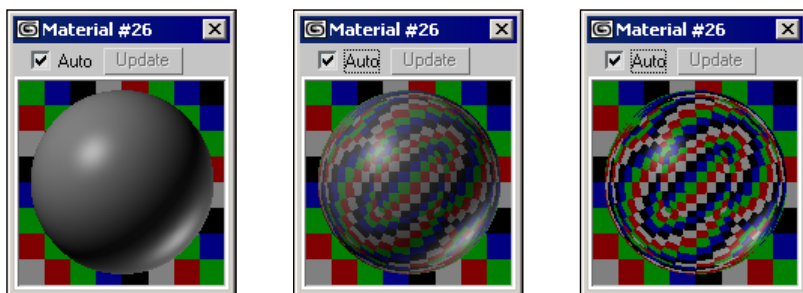
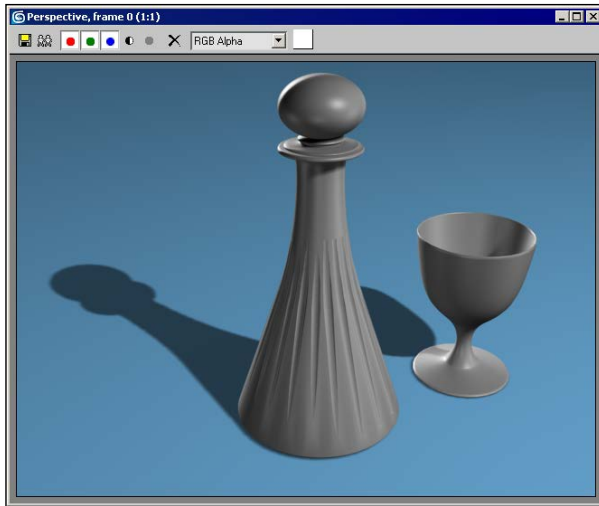


Рис. 10.15. Параметр **Whitness** для значений **Reflect** 0, 100, 255

- **Luminosity** (Светимость) — параметр, подобный комбинации параметров **Filter** (Пропущенный) и **Opacity** (Непрозрачность) стандартного материала. Черный цвет обеспечивает полную непрозрачность, а белый — полную прозрачность;
- **Index of Refr** (Коэффициент преломления) — параметр, позволяющий воспроизводить явление преломления световых лучей в толще материала;
- **Specular Highlight** (Зеркальный блик) — группа параметров, которые управляют характеристиками световых бликов на поверхности материала;
- **Environment** (Внешняя среда) — флажок дает возможность задать карту текстуры окружающей среды, которая учитывается при формировании цвета зеркального отражения и цвета прозрачности;
- **Bump** (Рельеф) — флажок, позволяющий придавать неровность поверхности объекта.

Рассмотрим использование материала **Raytrace**. Вид сцены с этим материалом, имеющим настройки по умолчанию, представлен на рис. 10.19.

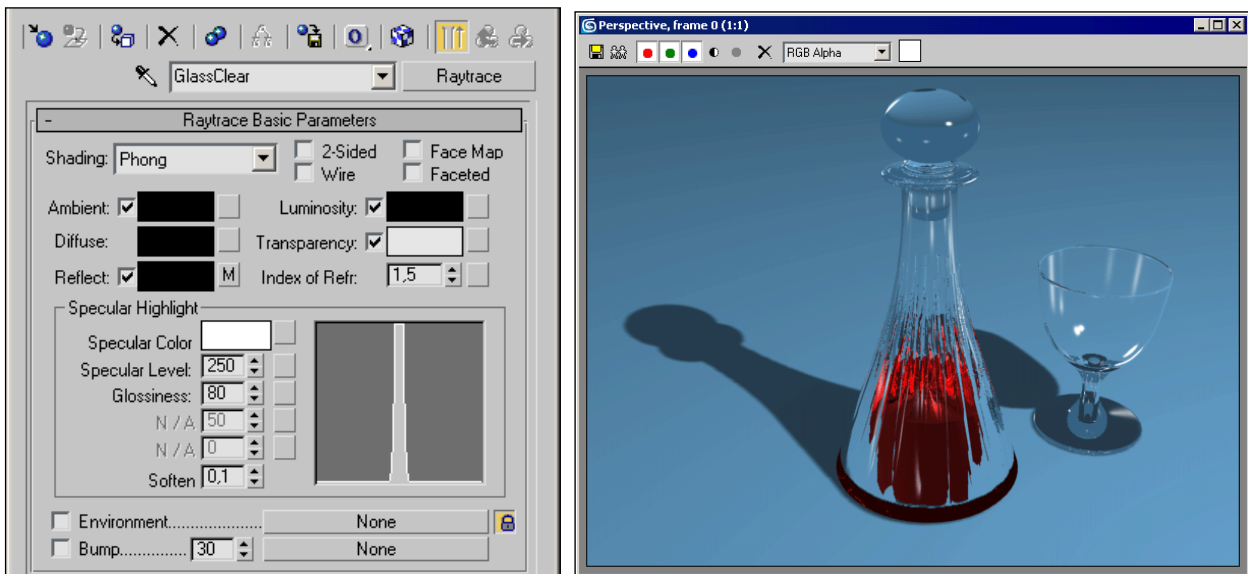




**Рис. 10.16.** Вид сцены после применения материала **Raytrace** с параметрами по умолчанию

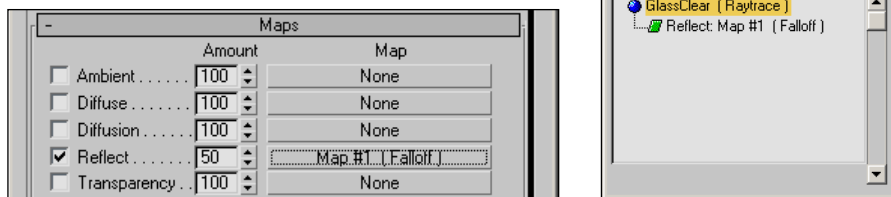
Изменим следующие параметры настройки материала (рис. 10.17):

- Transperency** — R:255, G:255, B:255;
- Specular Level** — 250;
- Glossiness** — 80.

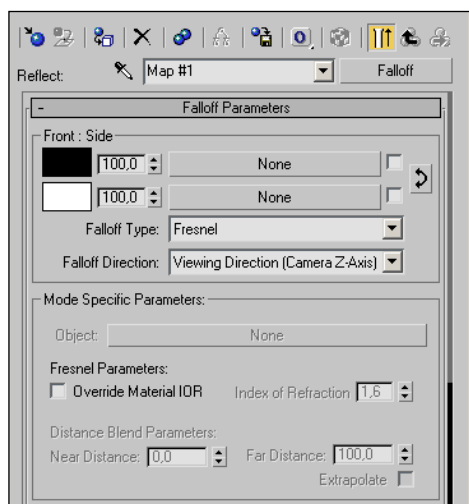


**Рис. 10.17.** Настройки материала **Raytrace**. Вид сцены после изменения настроек материала

Для придания большей достоверности изображению стекла — создания эффекта отражения, для канала **Reflect** (Отражение) используем стандартную черно-белую полутоновую карту **Falloff** (Спад) — рис. 10.22.

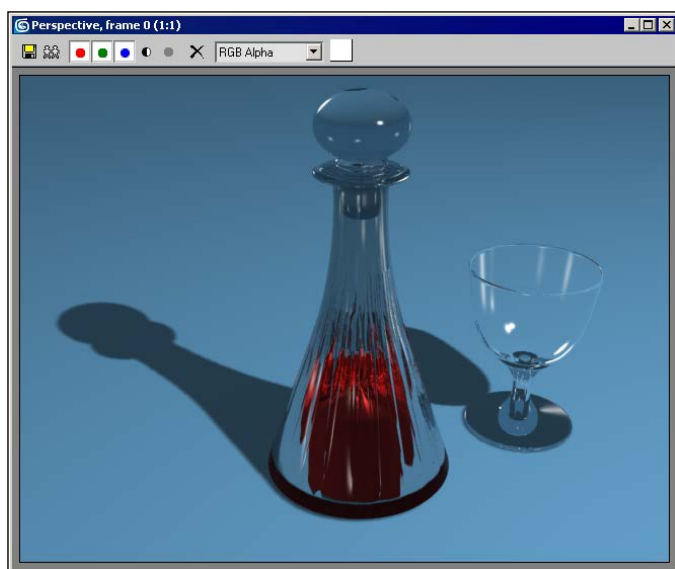


**Рис. 10.18.** Структура материала после применения карты **Falloff**  
 Настройки карты в свитке **Falloff Parameters** представлены на рис. 10.23.



**Рис. 10.19.** Настройки карты **Falloff**

После изменения всех настроек сцена примет следующий вид (рис. 10.24).



**Рис. 10.20.** Итоговый вид сцены

## Процедурная карта Flat Mirror

Данная процедурная карта предназначена для создания отражающих поверхностей. В отличие от процедурной карты **Raytrace**, **Flat Mirror** считает карту для конкретного случая с плоским зеркалом.

Приступим к созданию материала. Для этого следует выбрать пустую ячейку в редакторе материалов и открыть свиток **Maps**. В нем для канала **Reflection** нужно назначить процедурную карту **Flat Mirror** (Плоское зеркало) (кнопка **None** напротив соответствующего канала и выбор в **Material/Map Browser** карты **Flat Mirror**) — рис. 10.25.

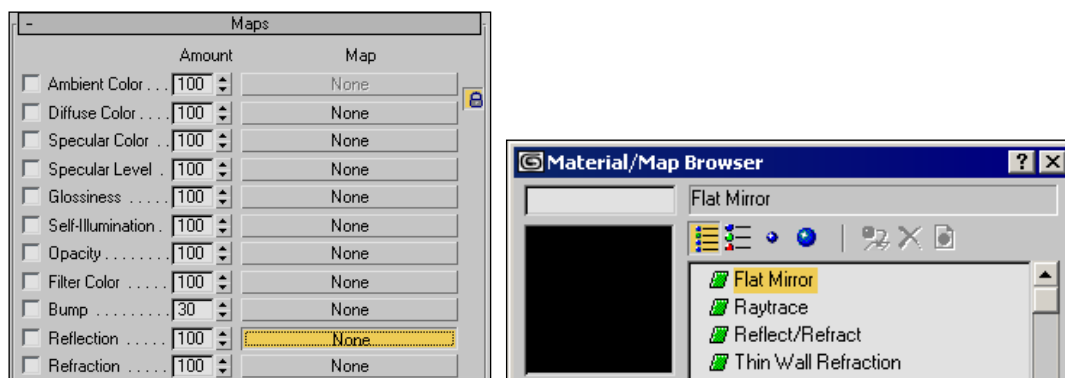




Рис. 10.21. Создание материала с картой **Flat Mirror** в канале **Reflection**

Если теперь назначить материал кнопкой  **Assign Material to Selection** объекту **Box** и визуализировать сцену, то отражения мы не получим! Материал необходимо назначать отдельно каждой грани **Box**. Применим материал к верхней грани параллелепипеда. Для этого преобразовываем его командой **Convert To: Editable Mesh** и переходим на уровень редактирования полигонов **Polygon**. Выделив верхний полигон, применяем к нему созданный материал кнопкой  **Assign Material to Selection** (рис. 10.26).

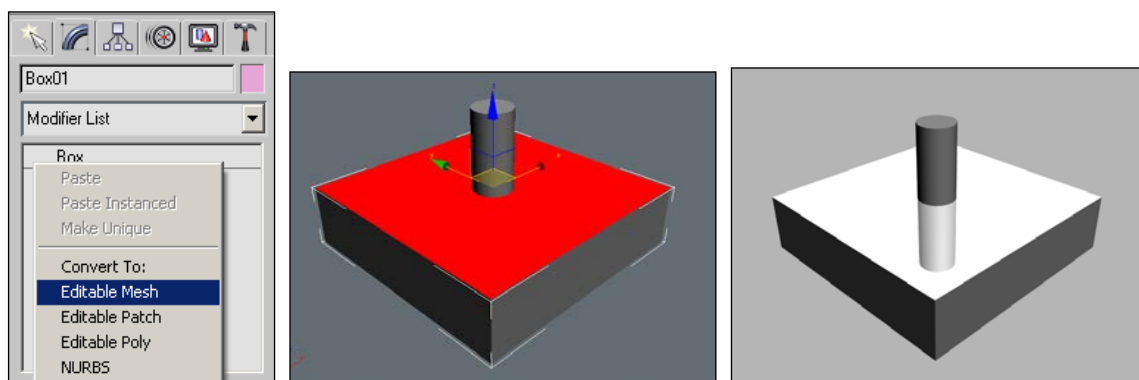
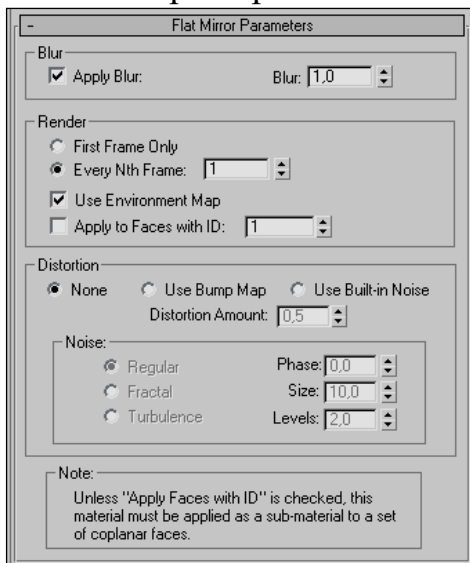


Рис. 10.22. Преобразование в полигональный объект и присвоение созданного материала. Вид сцены после визуализации

После этих действий можно выполнить визуализацию сцены и посмотреть результат (рис. 10.27).

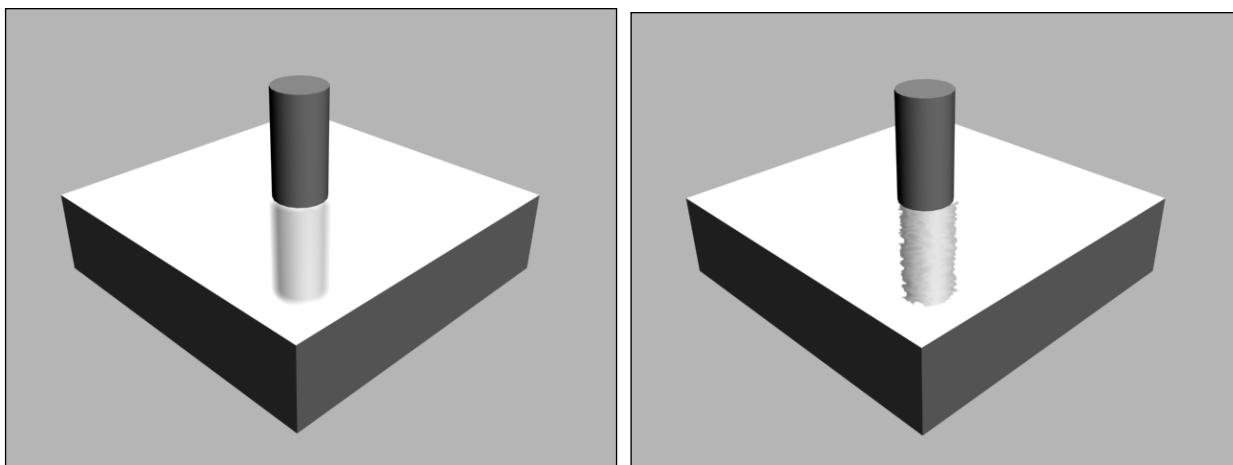
Теперь обратим внимание на настройки карты **Flat Mirror** (рис. 10.28).



**Рис. 10.24.** Настройки карты **Flat Mirror**

Есть два дополнительных эффекта, при помощи которых можно добиться необычных результатов при визуализации (рис. 10.29):

- Blur** — размытие;
- Distortion** — искажения, которые добавлены либо путем использования карты с канала **Bump** в качестве маски, либо при помощи встроенного **Noise**.

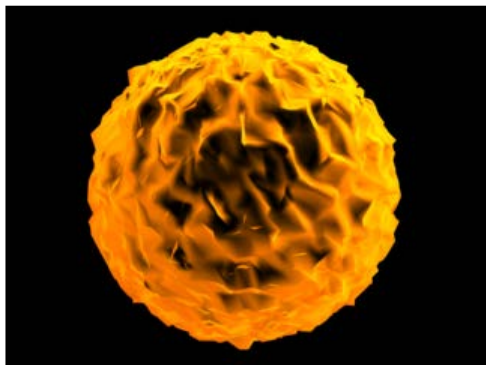


**Рис. 10.25.** Использование параметра **Blur** и **Distortion**


### Создание огня

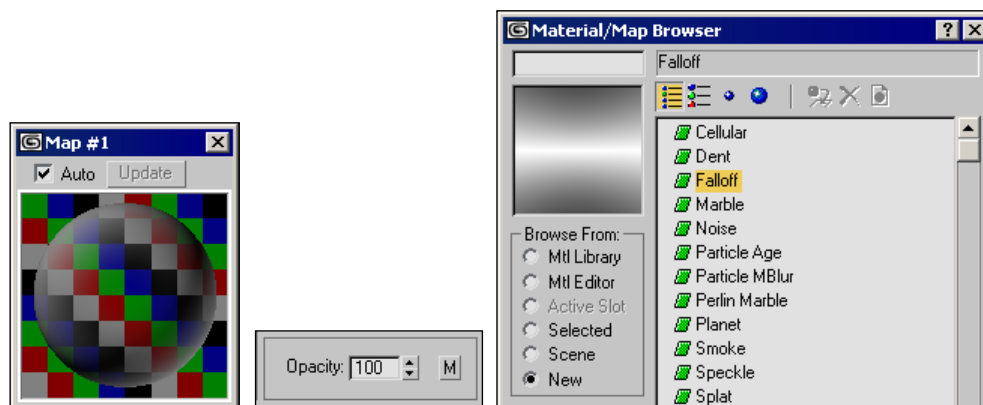
Создадим материал, имитирующий огонь. Это, конечно, не языки пламени — скорее, некая раскаленная лава (рис. 10.30).

Создадим шар со следующими параметрами: **Radius = 40** и **Segments = 100**. В редакторе материалов **Material Editor** выбираем свободный слот, по умолчанию материал **Standard**.



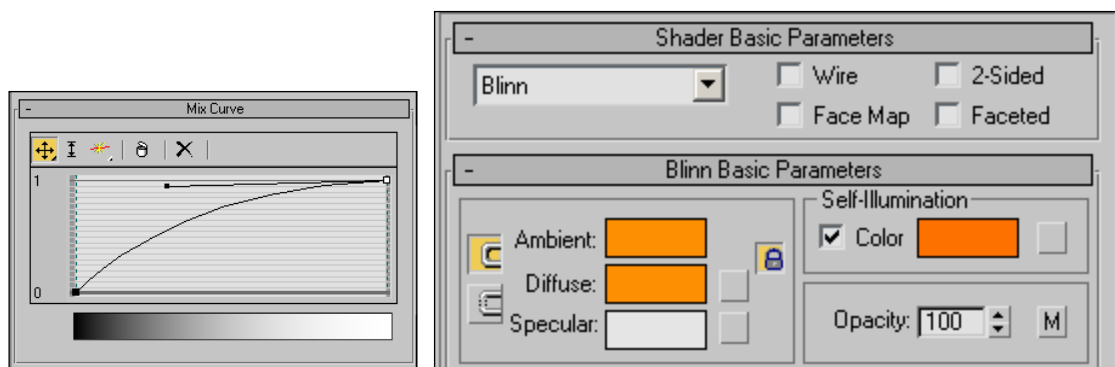
**Рис. 10.26.** Создание материала огня

Теперь необходимо сделать середину прозрачной, а край огненного цвета. Для этого используем текстуру **Falloff** для канала **Opacity**. Нажмите на квадратную кнопку рядом с **Opacity** и выберите в появившемся окне **Falloff**. Для того чтобы увидеть прозрачность, активизируйте фон у материала, нажав кнопку  **Background** на правой панели окна **Material Editor**. Материал будет выглядеть прозрачным в середине (рис. 10.31).



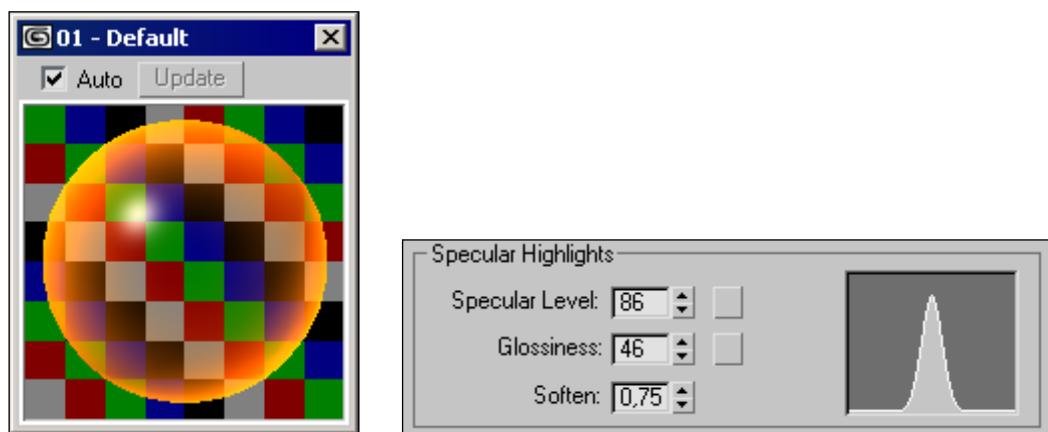
**Рис. 10.27.** Каналу **Opacity** назначена карта **Falloff**

Можно настроить степень перехода от краев к середине. Для этого разверните свиток **Mix Curve**. Крайнюю точку можно сделать точкой Безье (**Bezier**) и изменить форму кривой (рис. 10.32).



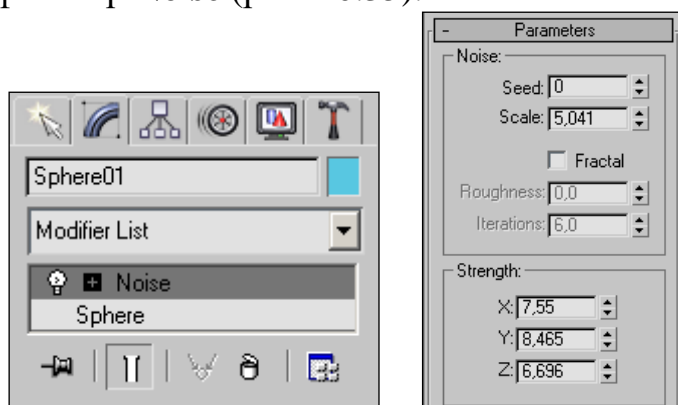
**Рис. 10.28.** Настройка степени перехода прозрачности в свитке **Mix Curve**

Теперь поднимитесь на одну ступень вверх и напротив **Diffuse** и **Self-Illumination** выберите оранжевый цвет (R:254, G:120, B:0) — рис. 10.33. Затем можно добавить блик, раздел **Specular Highlights** (рис. 10.34).



**Рис. 10.30.** Задание блика

После создания материала присвойте его сфере. Чтобы получить эффект неровной поверхности (горящих угольков), необходимо к сфере применить модификатор **Noise** (рис. 10.35).



**Рис. 10.31.** Модификатор **Noise**

## Создание отражения внутри отражения

В данном примере мы будем использовать процедурную карту **Raytrace**, а также столкнемся с ограничениями по ее использованию. Дело в том, что стандартными методами в 3ds max отражения внутри отражения уже не просчитываются.

Три параллелепипеда, два из которых (вертикально стоящие, расположенные под углом) будут зеркалами. Третий — поверхностью, на которую следует поставить отражаемый объект (в данном случае, цилиндр). Материал зеркала будет достаточно прост: назначаем новому материалу канал **Reflection** и процедурную карту **Raytrace** (рис. 10.36). Настройки карты можно оставить по умолчанию. По желанию можно настроить **Diffuse Color**, **Specular Level** и **Gloisness**.

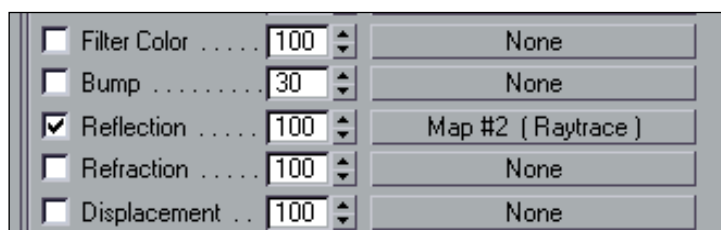


Рис. 10.32. Карта **Raytrace** для канала **Reflection**

Применяем полученный материал к параллелепипедам-зеркалам и визуализируем изображение (рис. 10.37).

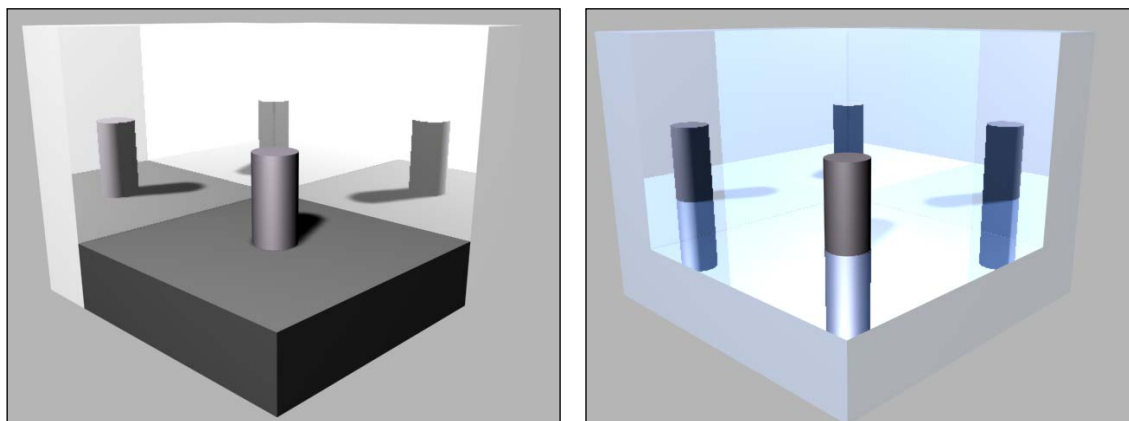


Рис. 10.33. Материал назначен боковым граням и поверхности, на которой установлен цилиндр

Видно, что в зеркалах отразился как объект, так и сами зеркала, с отражением объекта. Теперь можно поэкспериментировать и добавить еще одно зеркало к поверхности, на которой установлен цилиндр.

## 11. Задания для самостоятельных занятий

Для закрепления пройденного материала рекомендуем выполнить следующие задания. Для правильного выполнения каждого задания даны общие рекомендации.

### 11.1. Собрать дом

Используя параметрические объекты создать модель дома.

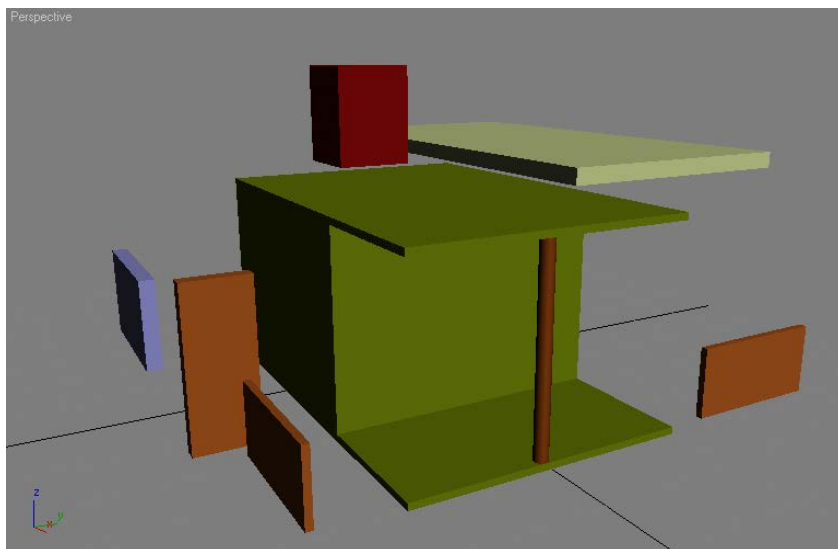


Рис. 11.1. Детали дома

Используя готовые детали, собрать дом. Использовать инструменты точного позиционирования, поворота и клонирования объектов.

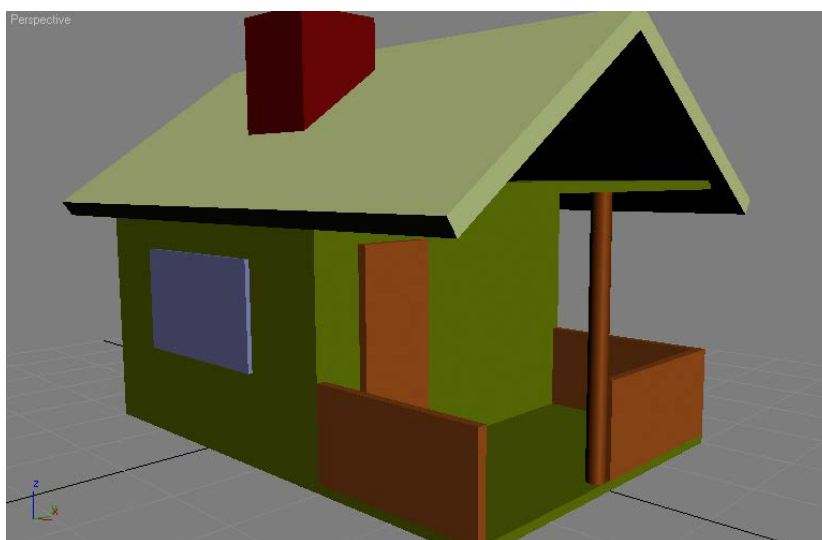
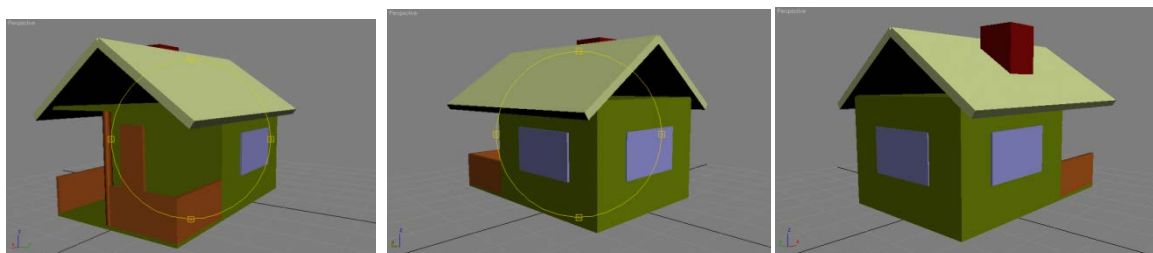


Рис. 11.2. Готовая модель

### 11.2. Навигация в видовых окнах



Используя инструменты навигации в окне Perspective получить следующие изображения (рис. 11.3).

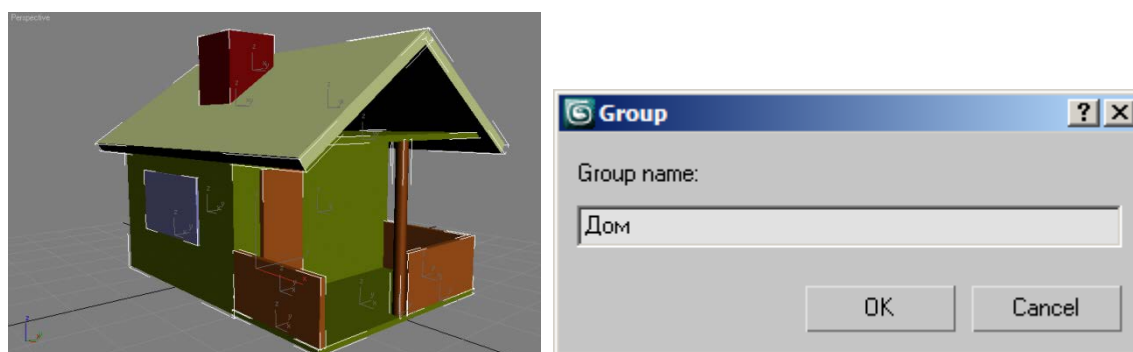


**Рис. 11.3.** Различные ракурсы сцены видовом окне

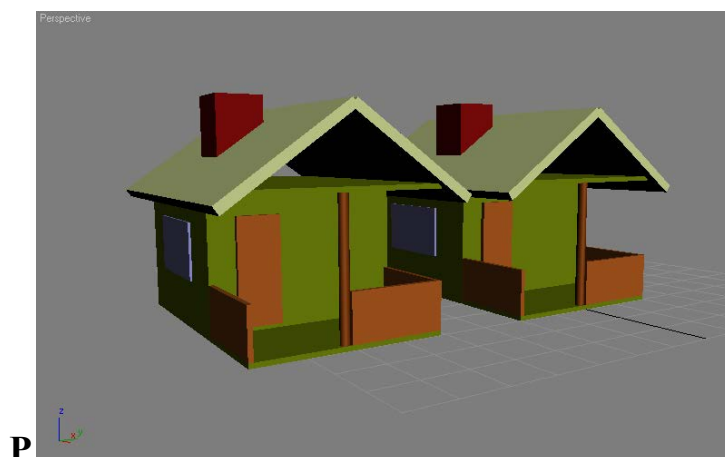
Визуализировать сцену и сохранить полученное изображение в формате JPG.

### 11.3. Клонирование объектов

Закрепление навыков клонирования объектов. Выделить все объекты (детали) дома, сгруппировать их, дать имя группе, сделать копию группы.



**Рис. 11.4.** Выделенные объекты. Присвоение имени группе



Р

### Рис. 11.5. Итоговая сцена

Визуализировать сцену и сохранить полученное изображение в формате JPG. Сохранить созданную сцену в формате max.

### 11.4. Настольная лампа

Это упражнение позволит закрепить полученные знания по созданию базовых параметрических объектов, объединению их в группу и размещению модели в пространстве. Итоговая модель представлена на рис. 12.6.

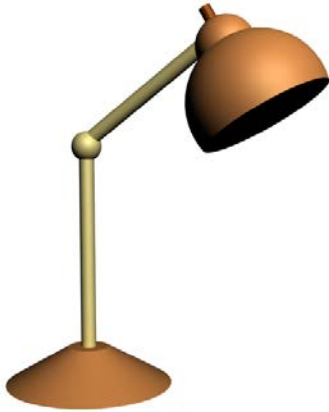
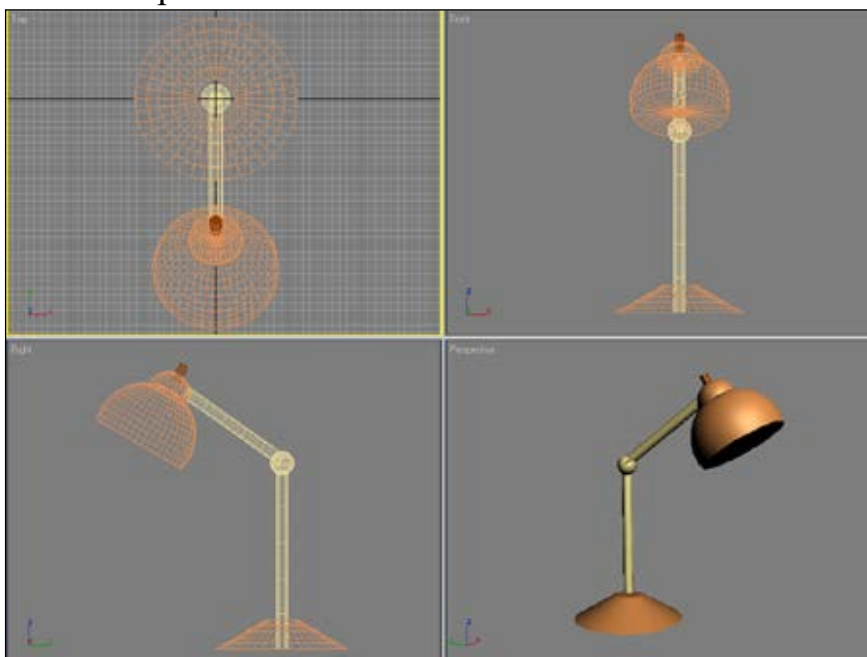


Рис. 11.6. Готовая модель настольной лампы

При создании лампы использовались примитивы **Cone** (Конус), **Cylinder** (Цилиндр), **Sphere** (Сфера). Для построения плафона использовались две сферы с параметром **Hemisphere**, равным **0.5**. Плафон с выключателем создавались в начале системы координат и были объединены в группу. После этого к этой группе были применены команды трансформации — перемещение и поворот.

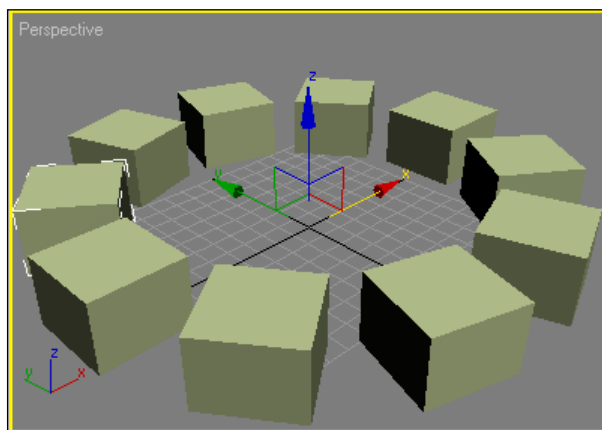
Для точного размещения объектов в пространстве использовались диалоговые окна ввода значений трансформаций. Вид модели в видовых окнах представлен на рис. 12.7.



**Рис. 11.7.** Вид сцены в видовых окнах


## 11.5. Замок

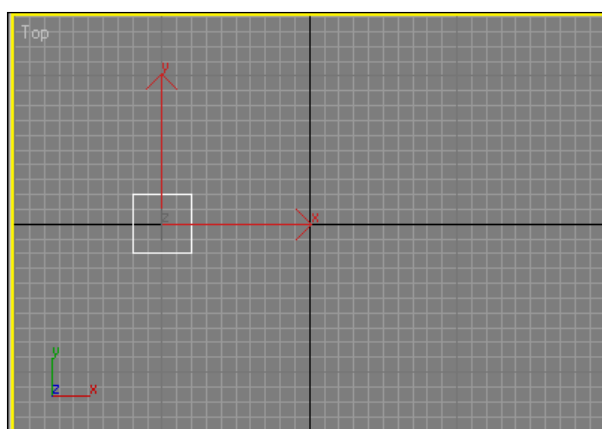
Это упражнение позволит закрепить знания по построению массивов (рис. 12.9).



**Рис. 11.9.** Группа объектов создана с использованием команды **Array**

Массив — это несколько копий или клонов объекта, расположенных в заданном порядке. Можно задать смещение, угол поворота и масштаб для каждого клона относительно друг друга.



Создадим на виде **Top** объект **Box** с параметрами **Length** — 40 единиц, **Width** — 40 единиц и **Height** — 30 единиц. Построение можно выполнить с помощью мыши (тогда необходимо включить двумерную привязку  **Snap Toggle**) или с помощью клавиатуры. Координаты центра параллелепипеда смещены по оси *x* на 100 единиц влево (рис. 12.10).

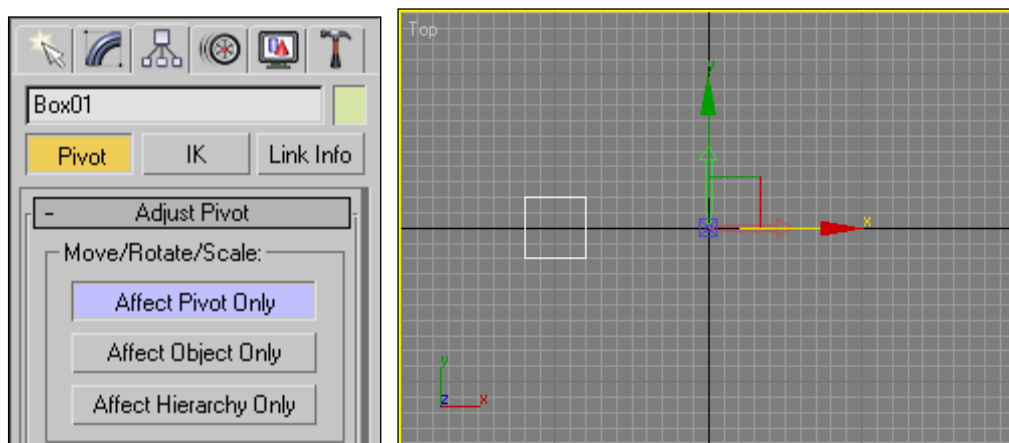


**Рис. 11.10.** Исходный объект и его расположение относительно начала системы координат

В этом примере необходимо обратить внимание на то, что перед выполнением построения массива *опорная точка* (центр системы координат) исходного параллелепипеда был смещен.

Для перемещения опорной точки объекта необходимо выполнить следующие действия:

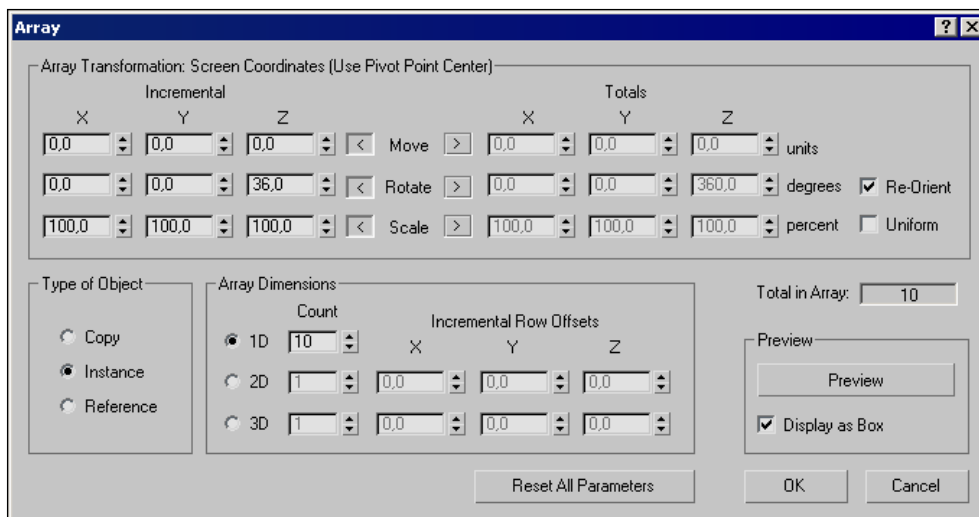
1. Перейти на вкладку **Hierarchy** (Иерархия) командной панели.
2. Нажать кнопку **Pivot** (Опорная точка).
3. Нажать кнопку **Affect Pivot Only** (Воздействовать только на опорную точку) (рис. 12.11).
4. Переместить опорную точку с помощью инструмента  **Select and Move**. Включенный режим двумерной привязки  **Snap Toggle** позволит это выполнить без проблем.
5. Отжать кнопку **Affect Pivot Only**.



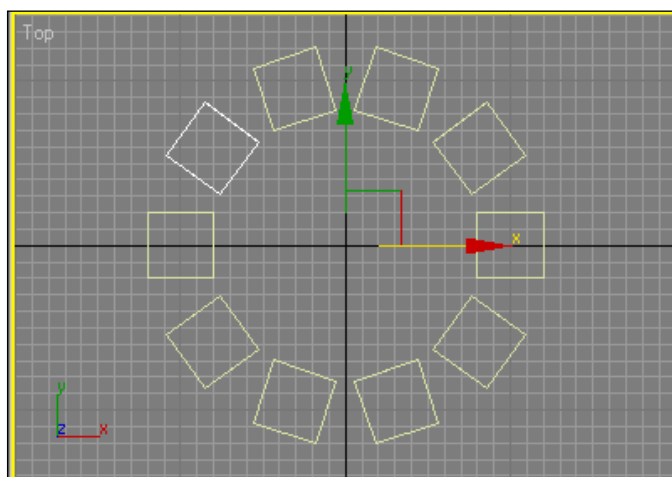
**Рис. 11.11.** Смещение опорной точки объекта

В группе **Array Transformation** (Преобразование массива) диалогового окна **Array** (рис. 2.53) задаются параметры для одномерного массива. При этом можно задать либо смещение **Move**, поворот **Rotate** или масштаб **Scale** относительно друг друга. В группе **Array Dimensions** (Размер массива) задается число копий выбранного объекта.

Выполним построения массива с параметрами **Rotate** по оси z, равным 36, и **Count**, равным 10. Величина при повороте задается в градусах. Результат — на рис. 12.12.



**Рис. 11.12.** Диалоговое окно **Array**

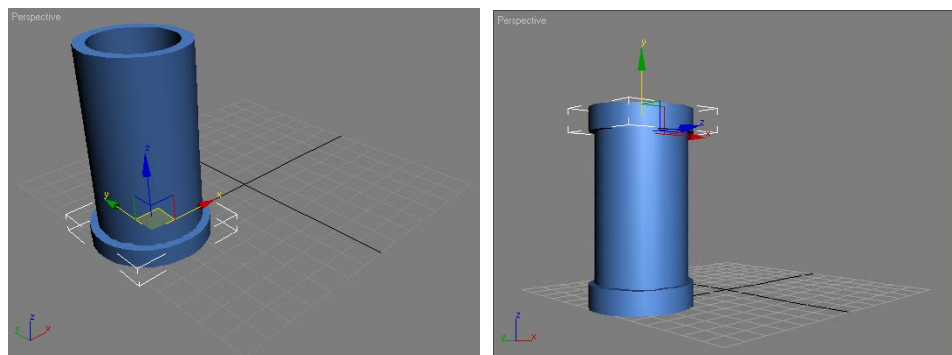


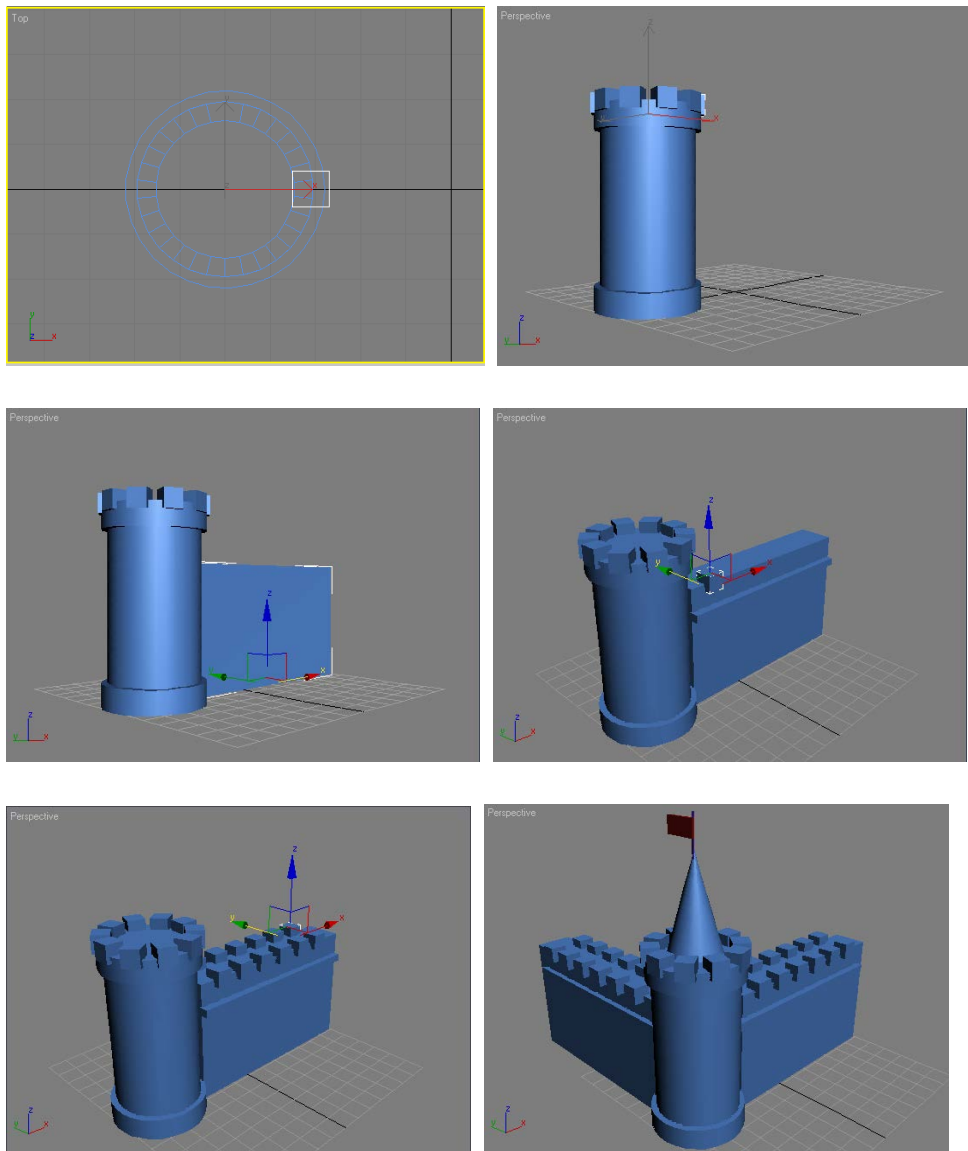
**Рис. 11.13.** Результат построения массива

Созданный массив объектов удобно сгруппировать, команда **Group**.

### **Замок**

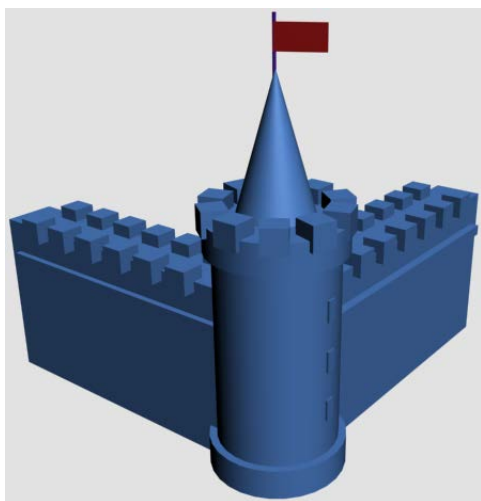
Используем созданный массив для создания модели замка. Выступы на башне и стене созданы с использованием инструмента **Array** (Массив).





**Рис. 11.14.** Этапы построения замка

Окончательный вид сцены после визуализации представлен на рис. 12.15.



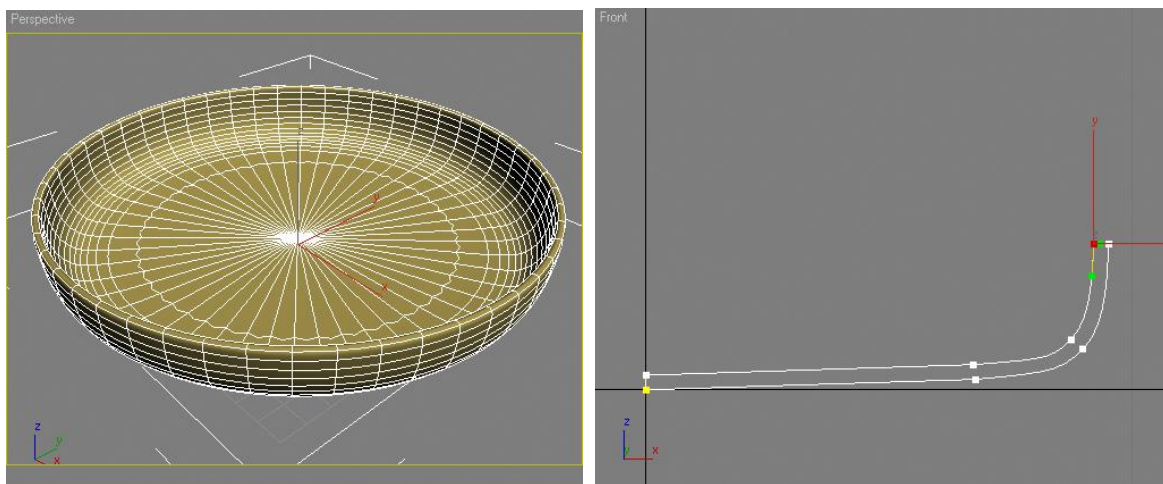
**Рис. 11.15.** Окончательный вид сцены

## 11.7. Модель карманных часов

Разработать модель карманных часов. Для создания моделей использовать следующие технологии. Корпус создается из сплайнов, к которым применяется модификатор вращения.

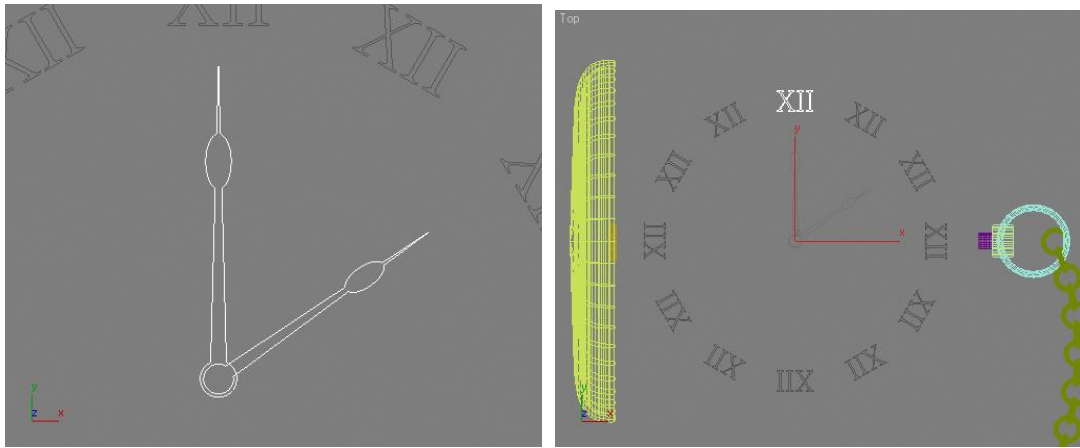


**Рис. 11.23.** Итоговая модель



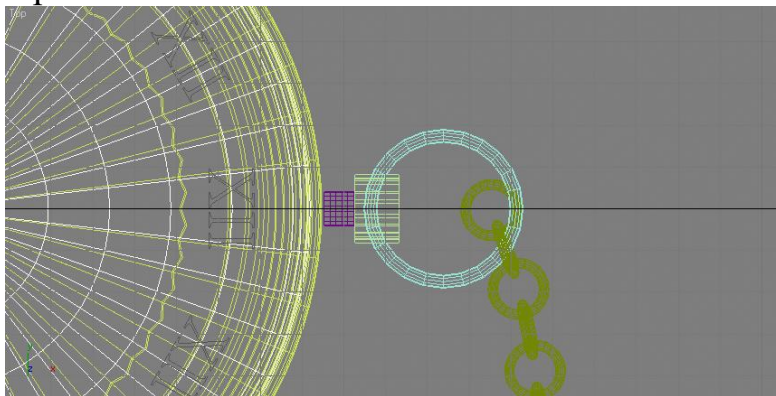
**Рис. 11.24.** Использование модификатора вращения

Стрелки создаются из сплайнов, к которым применяется модификатор выдавливания.



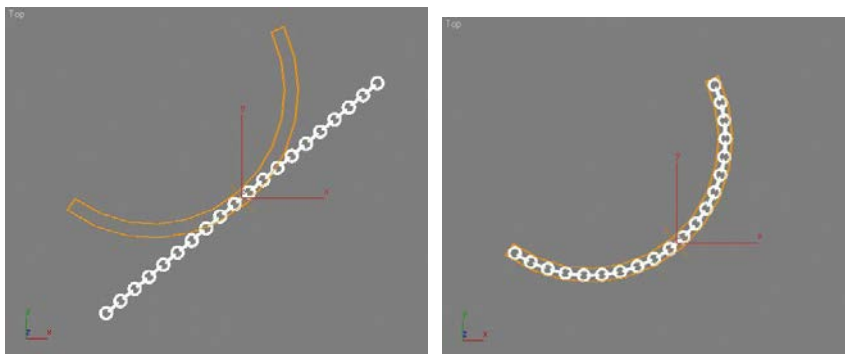
**Рис. 11.25.** Стрелки и циферблат

Для создания циферблата использовать сплайны, текст и применить модификатор выдавливания. Для создания массива (размещения по кругу) использовать перемещение локальной системы координат. Использовать инструмент Array. Для системы завода часов используются базовые параметрические объекты .



**Рис. 11.27.** Система завода

Цепочка создается из примитива Torus. Затем использовать инструмент массив и модификатор сгиба.



**Рис. 11.28.** Цепочка



## 11.8. Натюрморт

Создать сцену - натюрморт. Использовать приведенные ниже методические указания.

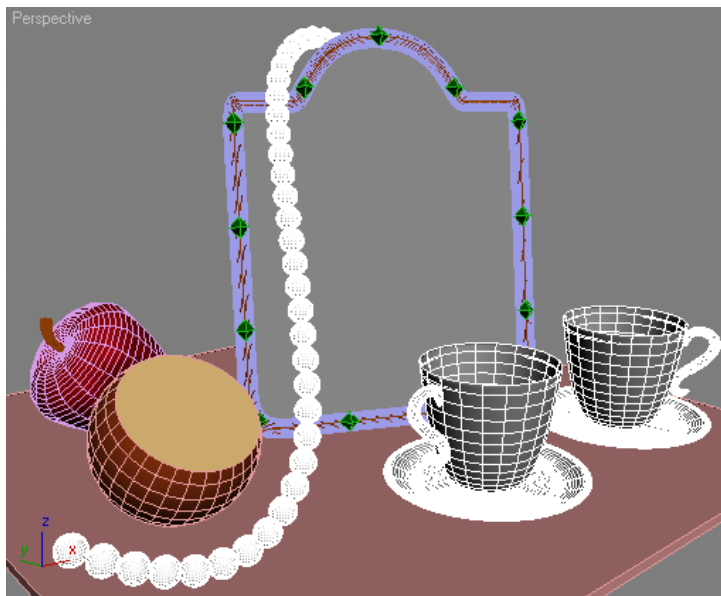


Рис. 11.34. Итоговая сцена

### Чашка и блюдце

Чашка и блюдце создается из сплайнов, к которым применяется модификатор вращения. Ручка чашки создается из сплайнов, к которым применяется операция Loft. Использовать деформации Scale.

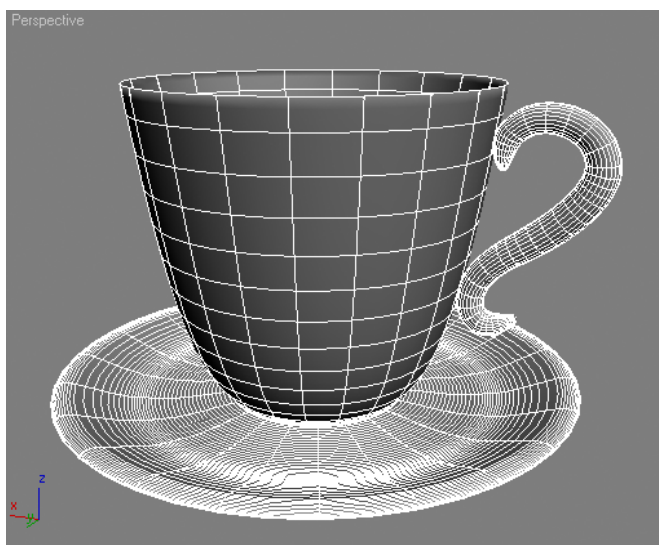


Рис. 11.35. Модель чашки

### Яблоко и апельсин

Яблоко создается из сплайнов, к которым применяется модификатор вращения. Для придания неровностей полученный объект преобразуется в

Editable Mesh, и на уровне редактирования вершин применить трансформации. Использовать опцию Soft Selection. Черенок создается из сплайнов, к которым применяется операция Loft. Использовать деформации Scale.

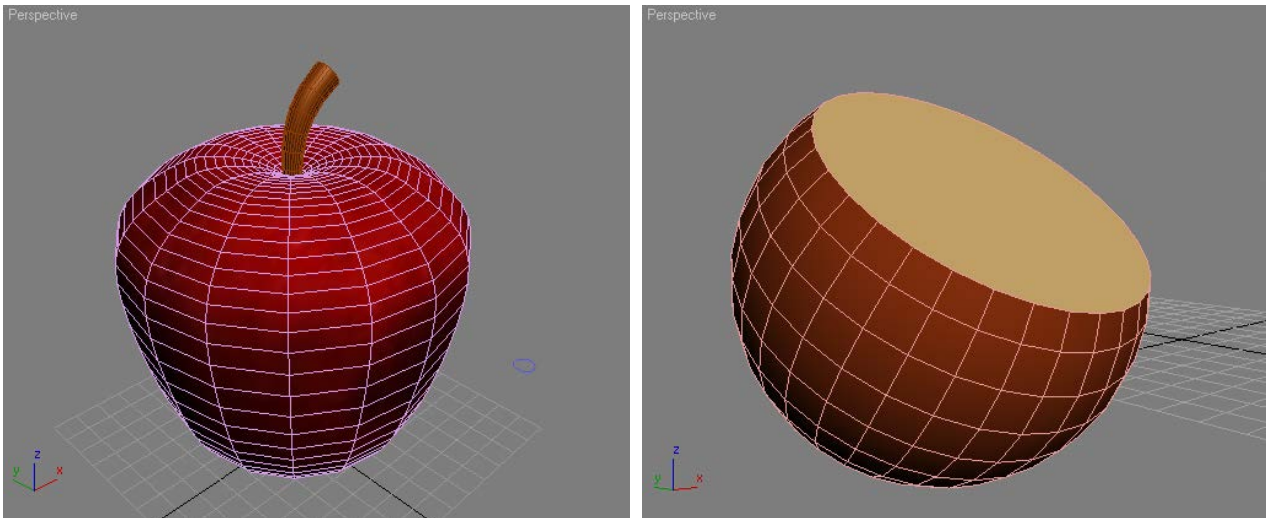


Рис. 11.36. Модели яблока и апельсина

### Зеркало

Для создания формы использовать сплайн. Для создания рамки использовать операцию Loft. Для создания самого зеркала использовать модификатор выдавливания. Подставка делается из примитива Box к которому применить модификатор свободного изменения геометрической формы.

### Нитка жемчуга

Создается из примитива Sphere. Для размещения в пространстве используется сплайн и инструмент Spacing Tool.

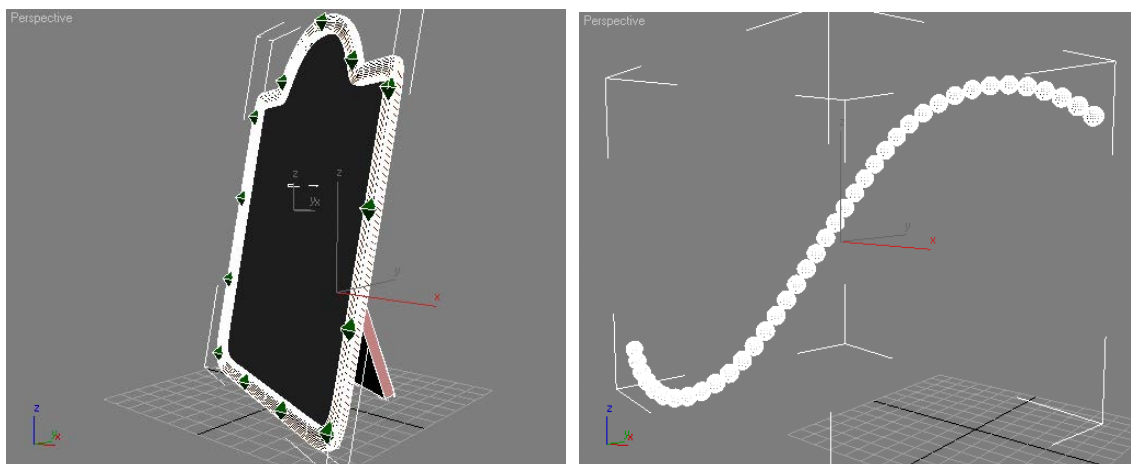
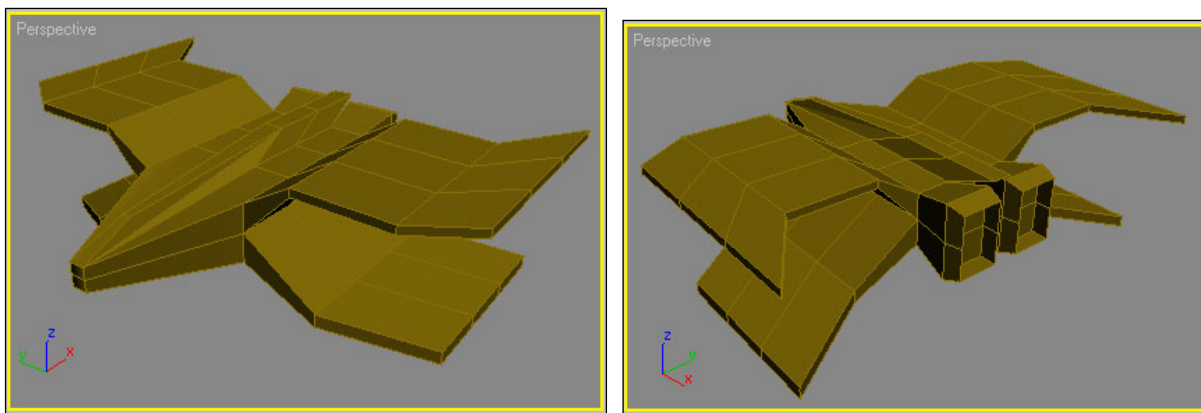


Рис. 11.38. Зеркало и нитка жемчуга

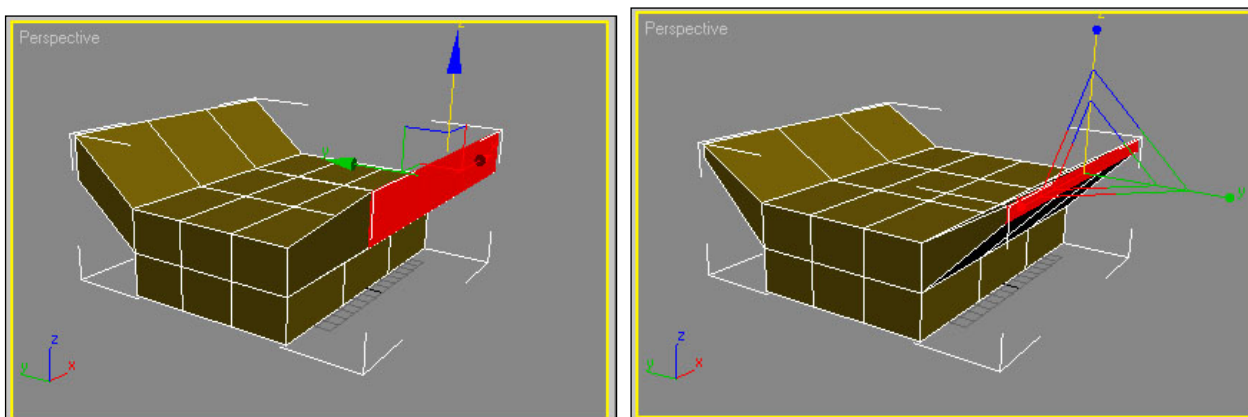
## 11.9. Космический корабль

Разработать модель космического корабля (рис. 11.40). Для моделирования использовать **Editable Mesh**.

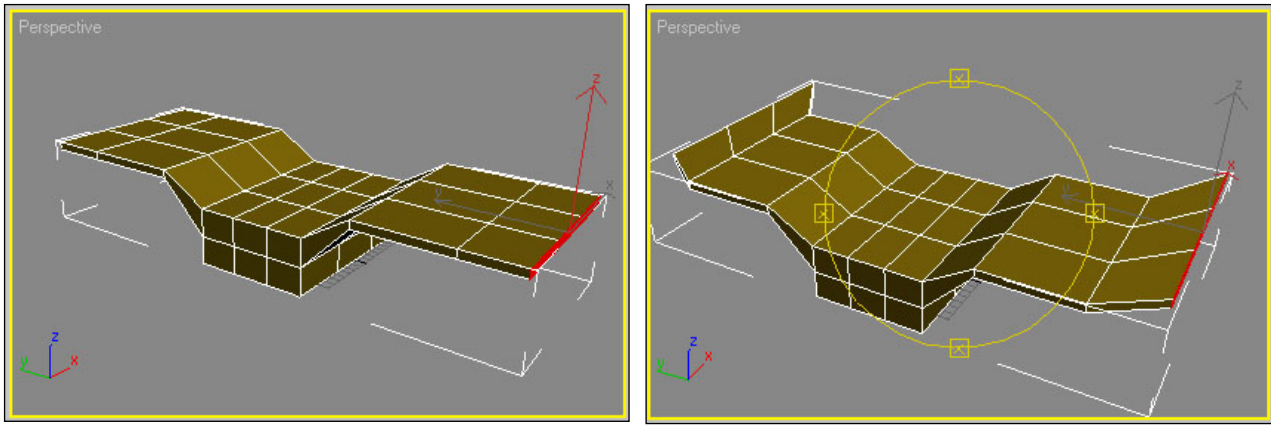


**Рис. 11.40.** Полигональная модель. Вид спереди и сзади

Рассмотрим некоторые этапы создания этой модели. В качестве основы выступает параметрический объект **Box**, разделенный на сегменты - по высоте 2, по длине и ширине 3 сегмента. Дальнейшая работа заключается в выделении групп полигонов, их выдавливании, смещении и масштабировании (рис. 12.41-42).

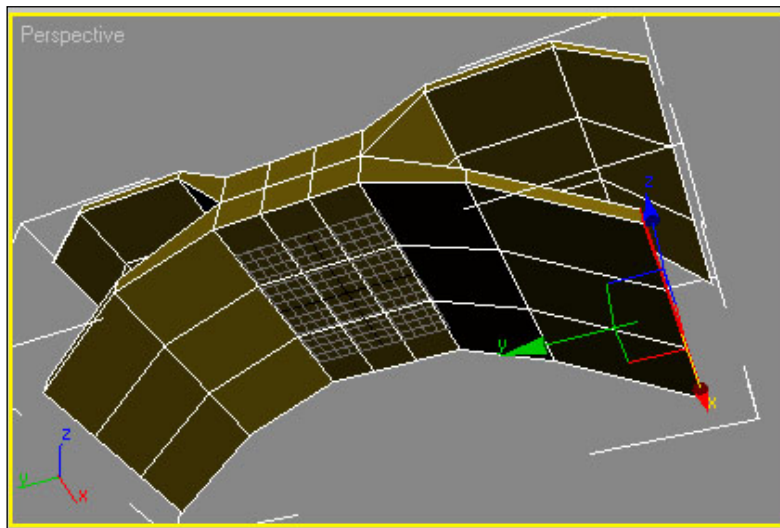


**Рис. 11.41.** Перемещение выделенных сегментов вверх. Сужение по вертикали выделенных сегментов



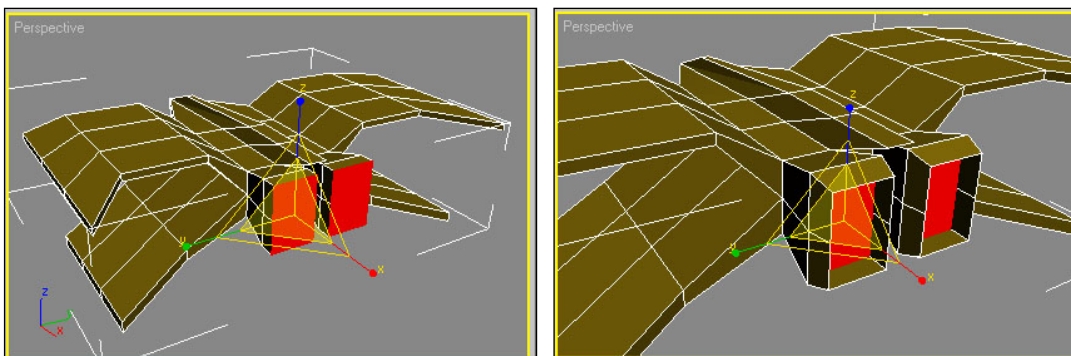
**Рис. 11.42.** Этап выдавливания, масштабирования и смещения полигонов

Нижняя часть модели создается по аналогии с верхней (рис. 12.43).



**Рис. 11.43.** Вид модели снизу

Для создания кабины и сопел двигателей используются операции перемещения и масштабирования полигонов (рис. 12.44).



**Рис. 11.44.** Результат вдавливания выделенных полигонов

## Литература

1. Меженин А.В. Технологии 3d моделирования для создания образовательных ресурсов. Учебное пособие.– СПб., 2008.- 112 с. - Режим доступа:  
[http://cie.ifmo.ru/doc/3d\\_modelling.pdf](http://cie.ifmo.ru/doc/3d_modelling.pdf)
2. 3ds Max 9: трехмерное моделирование и анимация / В. Т. Тозик, А.В. Меженин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 1056 с.: ил. + Видеокурс (на CD-ROM) – (В подлиннике).
4. Миловская О. Визуализация архитектуры и интерьеров в 3ds Max 9 (+Видеокурс на CD) -- СПб.: БХВ-Петербург.
5. Келли Л. Мэрдок 3ds Max 8. Библия пользователя (+ CD-ROM): Вильямс, Диалектика, 2006 г. -1312 с.
6. Сергей и Марина Бондаренко 3ds Max 2008 за 26 уроков (+ CD-ROM), : Диалектика, Вильямс, 2008 г.-, 576 стр.
7. В. Верстак 3ds Max. Школа мастерства (+ CD-ROM): Питер, 2007 г., 224 стр.  
Михаил Маров Эффективная работа. 3ds max 7.5 (+ CD-ROM) Издательство: Питер, 2005 г.
8. Шон Бонни, Стив Анзовин Внутренний мир 3ds Max 9 Издательство: Вильямс, 2007

### Ресурсы в Интернете

**<http://3drazer.com>**: Портал CG. Большие архивы моделей и текстур для 3ds max

**<http://3domen.com>**: Сайт по 3D-графике Сергея и Марины Бондаренко/виртуальная школа по 3ds max/бесплатные видеоуроки

**<http://www.render.ru>**: Сайт посвященный 3D-графике

**<http://3DTutorials.ru>**: Портал посвященный изучению 3D Studio Max

**<http://3dmir.ru>**: Вся компьютерная графика — 3dsmax, photoshop, CorelDraw ...

**<http://3dcenter.ru>**: Галереи/Уроки

**Миссия университета** – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

---

## **КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Кафедра "Компьютерные образовательные технологии" (КОТ) была создана в 2001 году и осуществляла подготовку специалистов направления "Информационные системы" на факультете информационных технологий и программирования по ряду дисциплин (информатика, информационные технологии, дискретная математика, моделирование систем, веб-программирование и др.). В 2003 году кафедра КОТ перешла в статус выпускающей кафедры. В этот год был впервые открыт набор студентов на специальность "Информационные технологии в образовании". В 2011 году кафедра КОТ перешла в состав факультета компьютерные технологии и управление (КТиУ), а в 2015 - в состав факультета программной инженерии и компьютерной техники (ФПИиКТ) мегафакультета КТиУ.

Меженин Александр Владимирович

## **Технологии разработки 3D-моделей**

**Учебное пособие**

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н.Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж

Отпечатано на ризографе

**Редакционно-издательский отдел**  
**Университета ИТМО**  
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49