

## Глава 3

# Многоугольники, свойства и трансформации

*В этой главе...*

- Категории многоугольников и нормалей
- Применение трансформаций
- Настройка свойств объектов

**В** этой главе рассматриваются типы моделей, которые можно создавать в 3ds Max. Вашему вниманию будут представлены методы, основанные на загрузке заготовок или сохраненных моделей, размещений или процедур. Свойства — это характеристики, определяющие форму моделей. Например, сфера характеризуется изогнутой поверхностью и диаметром. Модели состоят из меньших многоугольных элементов. Форма любой модели в 3ds Max может бесконечно переходить в другие формы с помощью специальных инструментов и операций, применяемых к многоугольникам и поверхностям.

## 3.1. Введение в примитивные модели 3ds Max

Основным элементом трехмерной сцены является *модель* (в 3ds Max ее также называют *объектом*, хотя существуют объекты, которые не являются моделями). Базовый элемент модели — многоугольник.

Иногда в жизни случается путаница, и вот один из таких примеров: некоторые элементы модели вообще не являются многоугольниками. О таких элементах речь пойдет несколько позже, а сейчас рассмотрим многоугольники как базовые элементы моделей, которым и посвящена эта глава.

### 3.1.1. Многоугольник? А что это такое?

В математических терминах *многоугольник* (polygon) — это поверхность, полученная с помощью соединения трех или более точек в пространстве. В математике существует множество определений, в основе которых — исключительно воображаемое пространство, и потому многоугольник не имеет глубины.

В технических терминах трехмерного моделирования точки, составляющие многоугольник, называются *вершинами* (vertex), а линии, соединяющие эти точки, — *ребрами* (edge). Если у многоугольника есть три вершины, то он называется *поверхностью* (face). Если назвать лист бумаги, лежащий на столе, многоугольником с четырьмя вершинами, то такое определение будет достаточно корректным (на самом деле лист бумаги имеет крошечную толщину или глубину). Если подвергнуть этот четырехугольный многоугольник нападению ножниц, то его можно разрезать на любое количество треугольников (многоугольников с тремя вершинами). Исходя из того, что такие многоугольники в 3ds Max называются

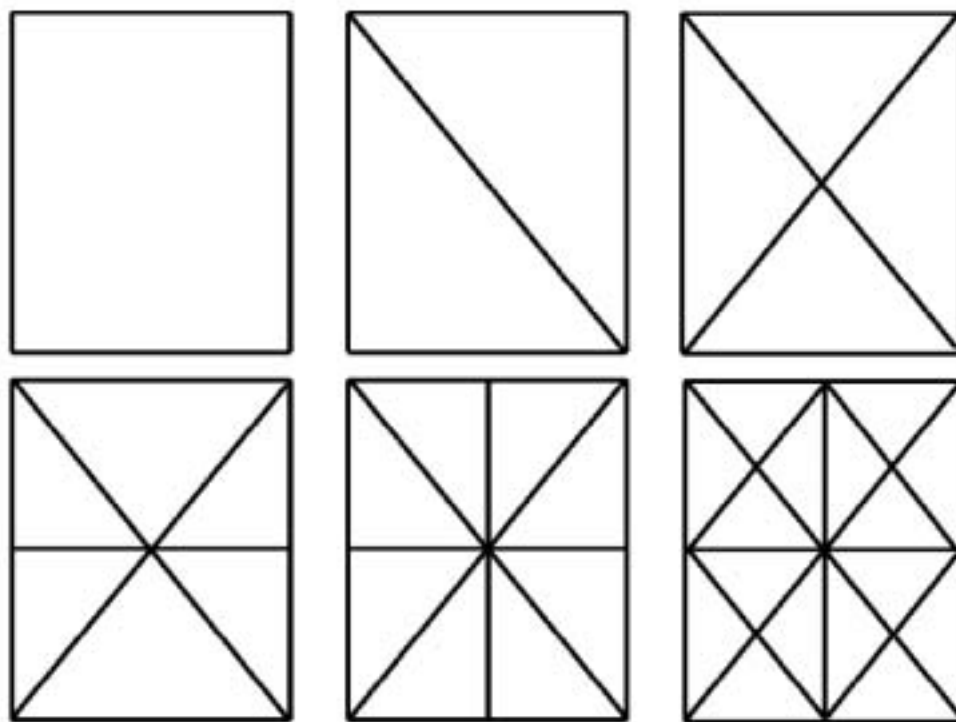


Рис. 3.1. Если разделить четырехугольный многоугольник на треугольники, то каждый треугольник становится поверхностью

поверхностями, четырехугольные многоугольники могут состоять из различного количества поверхностей (рис. 3.1).

На рис. 3.1 четырехугольный многоугольник, изображенный в верхнем левом углу, не имеет поверхностей, а остальные состоят из 2, 4, 6, 8 и 16 поверхностей соответственно. Чем больше поверхностей содержит многоугольник, тем он сложнее. Существует одна практическая причина, по которой такой закономерности следует уделить внимание: чем сложнее многоугольник, тем больше информации требуется для его описания (а значит, и места для ее хранения на диске).

### 3.1.2. Эй, многоугольник, где твоя нормаль?



Треугольные многоугольники (такие, которые имеют три вершины) являются устойчивыми. Это означает, что они представляют собой одну плоскую поверхность. Многоугольники, содержащие большее количество вершин, менее устойчивы, так как могут не обладать совершенно плоской поверхностью. Это объясняется тем, что одна из вершин зачастую располагается выше или ниже плоскости, в которой находятся остальные три вершины. В этом случае получается трехмерный объект.

Любой трехсторонний многоугольник всегда имеет совершенно плоскую поверхность, поэтому в любой его точке можно нарисовать линию, перпендикулярную его поверхности. Такая линия будет перпендикулярна поверхности многоугольника и во всех остальных ее точках. Вероятно, у многих изложенное вызывает кошмарные воспоминания о школьных уроках геометрии. В технических терминах трехмерного моделирования воображаемая перпендикулярная линия, проведенная из центра поверхности многоугольника с тремя вершинами,

называется *нормалью*. Важно освоить понятие нормали, так как в последующих главах оно будет использоваться как термин в описании многих процессов. Можно образно сравнить нормаль с телевизионной вышкой, построенной в центре многоугольника. И не стоит беспокоиться — нормаль многоугольника не имеет ничего общего с его *нормальностью* по сравнению с остальными многоугольниками.



Нормаль — это воображаемая перпендикулярная линия, проведенная из центра многоугольника (рис. 3.2). Нормаль многоугольника полностью отвечает за его *видимость*.

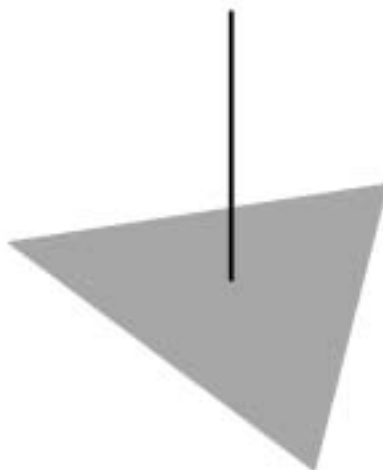


Рис. 3.2. Нормаль — это воображаемая перпендикулярная линия, проведенная из центра многоугольника (обычно треугольника)

## 3.2. Использование трансформаций в моделях

В 3ds Max существует три основные операции *трансформации объектов*: позиционирование (positioning), вращение (rotating) и масштабирование (scaling). Под *позиционированием* объекта подразумевается изменение координат по осям X, Y и Z, описывающих его расположение в пространстве. *Вращение* — это поворот объекта вокруг оси X, Y или Z, а *масштабирование* — это увеличение размера объекта вдоль оси X, Y или Z или вдоль двух или более осей одновременно.

### 3.2.1. Импортирование моделей

Прежде чем приступить к изучению операций трансформации, необходимо создать трехмерную модель в сцене 3ds Max. Далее в этой главе будет показано, как создавать трехмерные модели “с нуля”, а сейчас воспользуемся готовой моделью из огромной библиотеки, поставляемой вместе с 3ds Max. Для этого выполните перечисленные ниже действия.

1. Вставьте компакт-диск, который прилагается к книге.
2. Выберите пункт меню **File**⇒**Open**, и в появившемся на экране диалоговом окне перейдите в папку **Files** на компакт-диске.

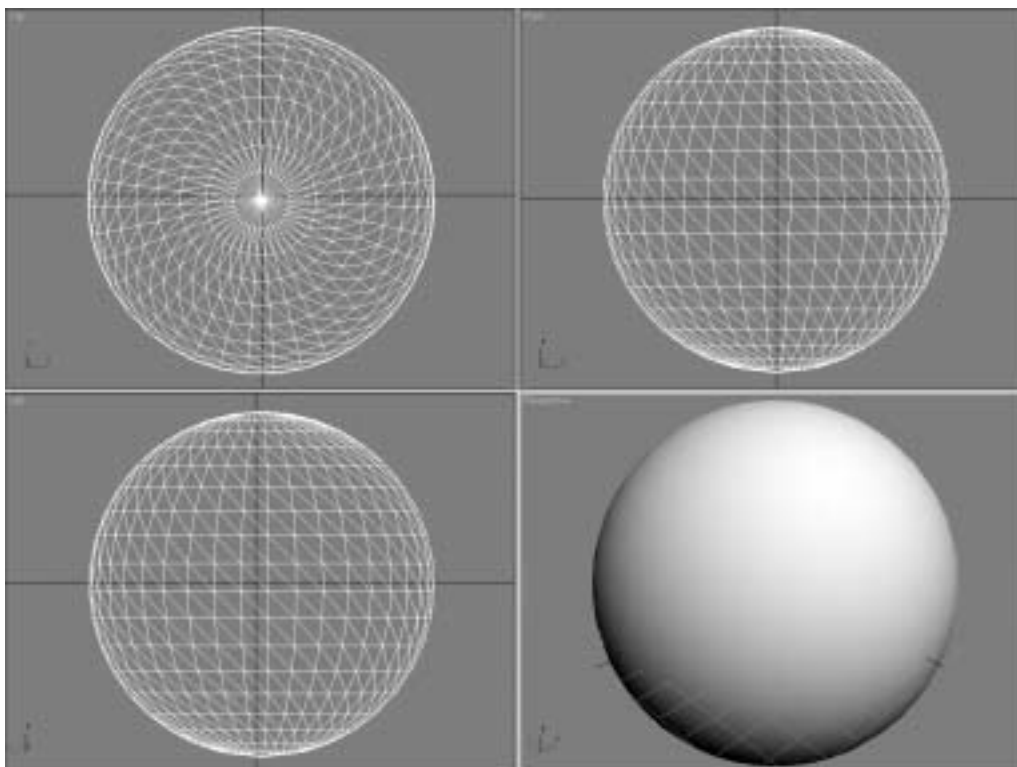


Рис. 3.3. Импортированная модель (например, сфера) показана во всех окнах проекций

3. Выберите файл **Sphere**, который удобно использовать для изучения параметров трансформации (рис. 3.3).
4. Щелкните мышью на кнопке **ОК**, чтобы загрузить выбранную модель сферы в сцену 3ds Max.

После импортирования выбранная модель будет отображена во всех окнах проекций.

### 3.2.2. Опорная точка

Каждая модель в сцене 3ds Max — импортированная или созданная самостоятельно — имеет *опорную точку* (pivot point). Эта точка используется в качестве центра при вращении модели или изменении ее размеров. Умение работать с опорной точкой является ключевым для понимания того, как выполняется трансформация объектов в сценах и создается анимация. Для того чтобы увидеть опорную точку модели, выполните следующие действия.

1. Щелкните на сфере левой кнопкой мыши в окне **Perspective**.
2. С помощью элемента управления **Min/Max Toggle** максимизируйте окно активной проекции.

В центре каркасной модели отображены едва заметные оси координат, центром которых и является опорная точка (рис. 3.4). Более подробно элемент управления **Min/Max Toggle** рассматривается в главе 2.

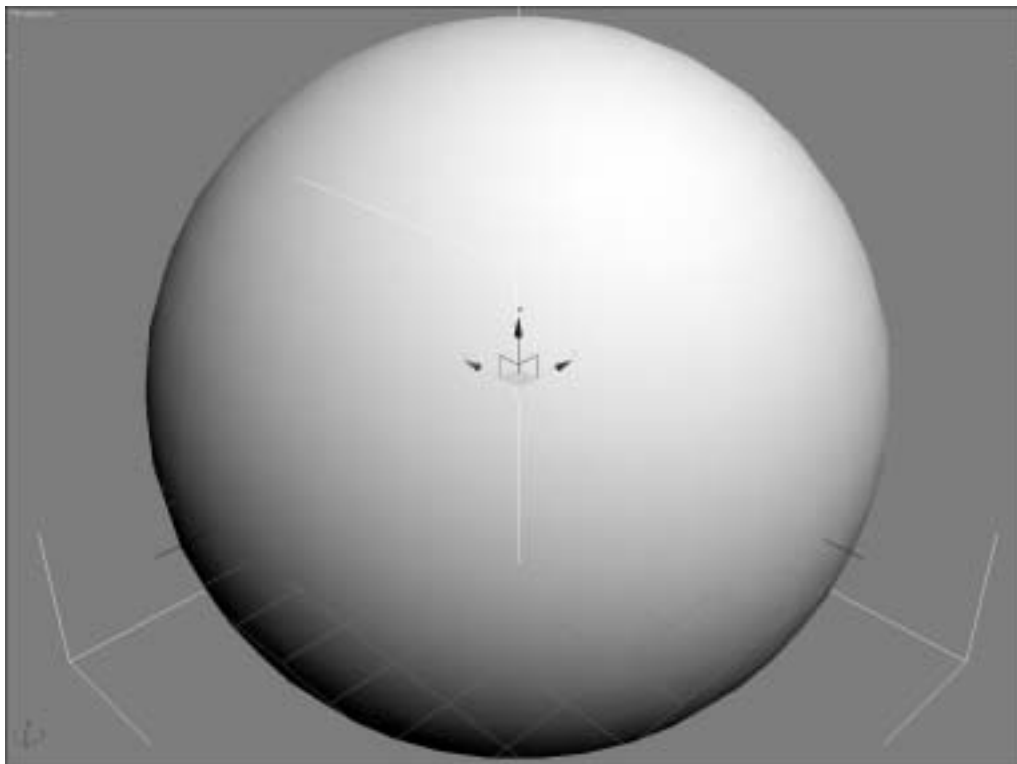


Рис. 3.4. По умолчанию опорная точка находится в центре трехмерного объекта или модели. Ее можно определить по едва заметным осям координат

Опорная точка не привязана к своей позиции жестко. Ее можно переместить в любую другую точку трехмерного пространства — даже за пределы самого объекта. Это вполне допустимо. Например, что будет, если в качестве модели выступает рука персонажа? Если опорная точка находится в центре этой руки, то вращение будет производиться вокруг такого центра. Однако рука вращается не вокруг своего центра, а относительно точки, расположенной ближе к плечу персонажа. Если опорная точка была расположена в центре модели руки, то ее можно переместить. Чтобы переместить опорную точку, выполните следующие действия.

1. Щелкните мышью на вкладке **Hierarchy** панели **Command**, расположенной в правой части окна **3ds Max**.
2. Щелкните мышью на кнопке **Affect Pivot Only** (Воздействовать только на опорную точку).  
Опорная точка стала более заметной, и теперь ее можно переместить.
3. Щелкните мышью на инструменте **Select and Move** (Выбрать и переместить), расположенном на основной панели инструментов.
4. Щелкните мышью на вертикальной стрелке, направленной от опорной точки вверх, и, удерживая нажатой левую кнопку, переместите указатель мыши вверх.
5. Отпустите кнопку мыши, когда опорная точка будет находиться в верхней части импортированной модели (рис. 3.5).

Теперь опорная точка объекта, которая используется в качестве центра операций трансформации, смещена.

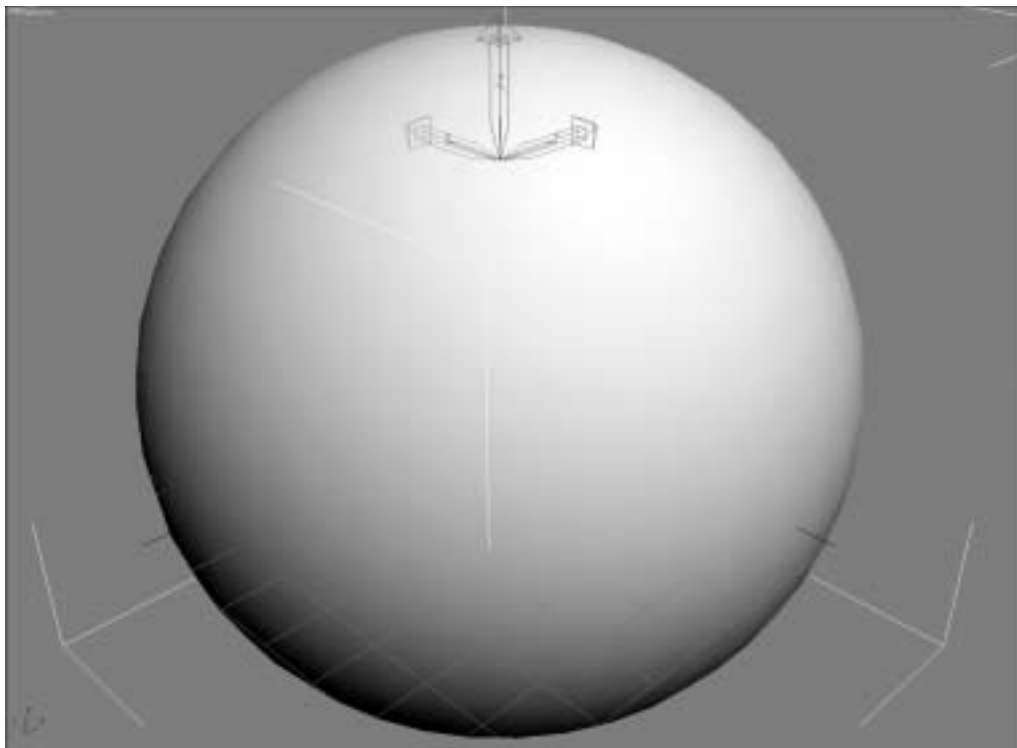


Рис. 3.5. Примите поздравления! Вы не только нашли опорную точку, но и переместили ее

6. Если вас устраивает новое место расположения опорной точки, вернитесь во вкладку **Hierarchy** и еще раз щелкните мышью на кнопке **Affect Pivot Only**. Теперь режим **Affect Pivot Only** отключен.

### 3.2.3. Перемещение выбранных моделей

Первой трансформацией, которую мы рассмотрим, будет позиционирование выбранной модели в трехмерном пространстве. Эту задачу можно выполнить двумя способами: вручную или с помощью числовых значений.

#### 3.2.3.1. Перемещение модели вручную

Данный метод будет проиллюстрирован с помощью сферы, однако вы можете использовать ту модель, которую импортировали в предыдущем разделе, или какую-либо другую импортированную модель. Как правило, указанный метод используется при необходимости переместить объект в новую позицию в трехмерной сцене. Для этого выполните следующее.

1. Выберите модель в сцене и щелкните мышью на инструменте **Select and Move**, расположенном на основной панели инструментов.
2. Щелкните инструментом **Select and Move** на объекте в окне какой-либо проекции и, удерживая нажатой левую кнопку мыши, перетащите выбранный объект в другую позицию.

Перемещение объекта в одном окне проекции отображается и в окнах всех остальных проекций (рис. 3.6).

3. Исследуйте перемещение модели относительно всех трех осей координат.

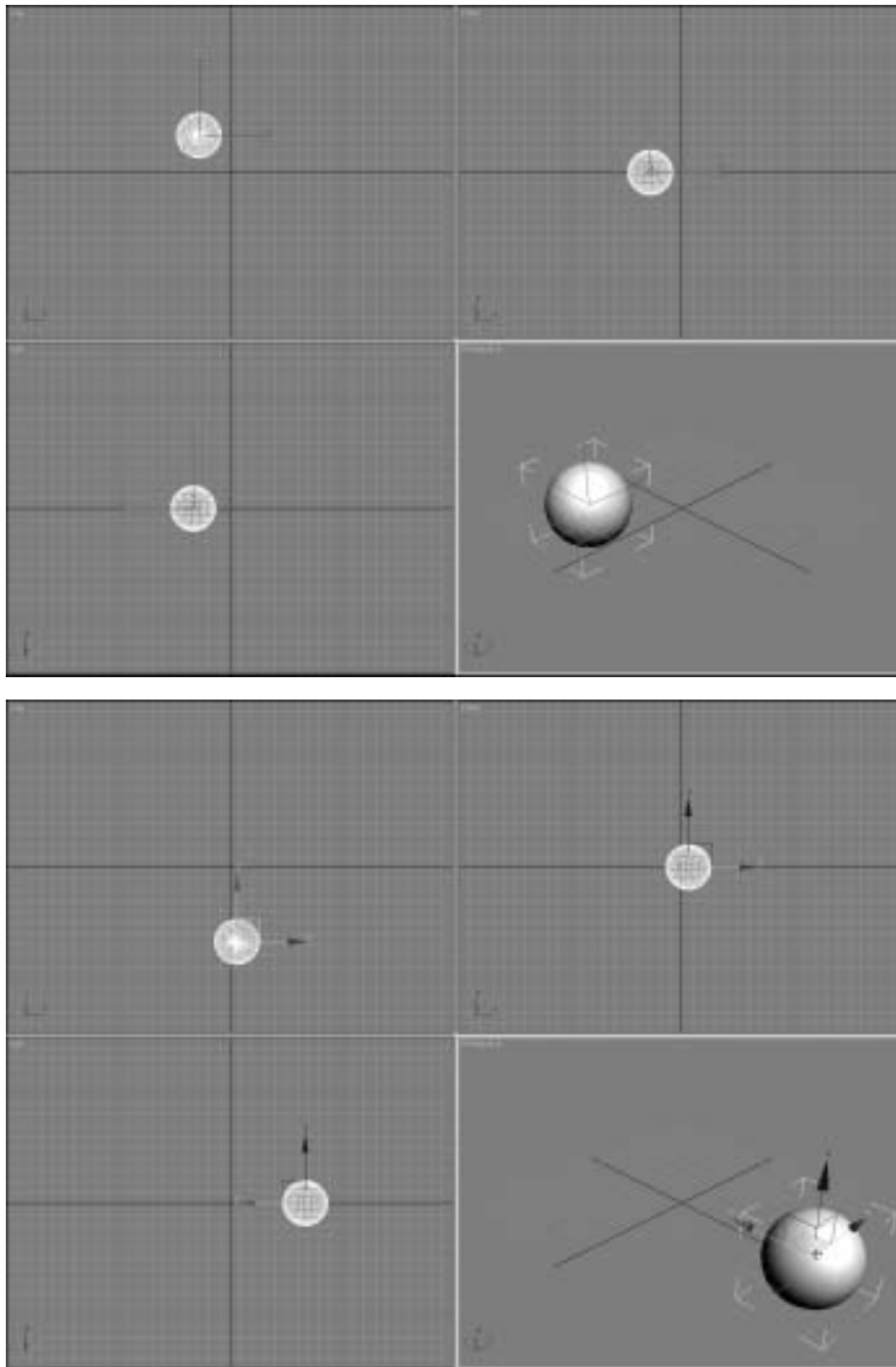


Рис. 3.6. На верхней иллюстрации показано исходное положение модели, а на нижней — модель, вручную перемещенная в другую позицию

### 3.2.3.2. Перемещение модели с помощью числовых значений

Если необходимо позиционировать модель в четко определенную точку трехмерного пространства, перемещением вручную не обойтись. Вручную модель можно переместить только приблизительно, но если требуется более точное перемещение в некоторую конечную позицию, то необходимо выполнить следующие действия.

1. Выберите модель в сцене и щелкните правой кнопкой мыши на инструменте **Select and Move**, расположенном на основной панели инструментов.

На экране появится панель Move Transform Type-In (Ввод координат перемещения) с текущими координатами X, Y и Z, указанными в столбце Absolute: World (Абсолютные величины) (рис. 3.7).

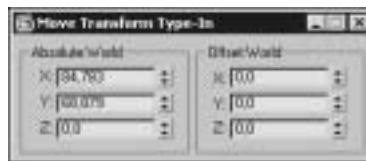


Рис. 3.7. Используйте панель Move Transform Type-In, если необходимо переместить модель в строго определенную позицию

2. Укажите в полях **Absolute: World** значения, соответствующие требуемой позиции модели.
3. Установите указатель мыши на кнопке с изображением стрелки, которая расположена справа от поля каждой из координат, а затем щелкните левой кнопкой и удерживайте ее нажатой до тех пор, пока не будет получено требуемое значение координаты.

При желании можно ввести координаты в полях X, Y и Z вручную.

4. Закройте панель, щелкнув мышью на системной кнопке закрытия окна, расположенной в верхнем правом углу.

### 3.2.4. Вращение выбранных моделей

Фактически, выбранная модель при вращении в трехмерном пространстве не перемещается в другую позицию — она просто поворачивается вокруг воображаемой оси либо вручную, либо с помощью числовых значений.

#### 3.2.4.1. Вращение моделей вручную

Любой баскетболист подтвердит, что сфера — это удобный предмет для того, чтобы проиллюстрировать метод вращения вручную. Поворот объектов вручную на определенный угол относительно оси X, Y или Z в трехмерной сцене обычно выполняется с помощью следующих действий.

1. Выделите модель в сцене, а затем щелкните мышью на инструменте **Select and Rotate** (Выбрать и повернуть) основной панели инструментов.
2. Щелкните на объекте в каком-либо окне проекции и, удерживая нажатой левую кнопку мыши, переместите указатель.  
Вращение объекта в одном окне проекции отражается и в остальных окнах проекций.
3. Исследуйте вращение модели относительно всех трех осей.

#### 3.2.4.2. Вращение моделей с помощью числовых значений

Вручную модель можно вращать только с приблизительной точностью, однако для поворота на малый угол лучше использовать ввод числовых значений. Для того чтобы повернуть модель подобным способом, выполните следующие действия.



1. Выделите модель в сцене, а затем щелкните правой кнопкой мыши на инструменте **Select and Rotate** основной панели инструментов.

На экране появится панель **Rotate Transform Type-In** (Ввод углов поворота), где в столбце **Absolute World** будут указаны текущие углы поворота модели относительно осей X, Y и Z.

2. Введите в полях **Absolute World** значения углов, на которые необходимо повернуть модель.
3. Установите указатель мыши на кнопке с изображением стрелки, которая расположена справа от поля каждой из координат, а затем щелкните левой кнопкой и удерживайте ее нажатой до тех пор, пока не будет получено требуемое значение угла.

При желании можно ввести углы поворота в полях X, Y и Z вручную.

4. Закройте панель, щелкнув мышью на кнопке закрытия окна, расположенной в правом верхнем углу.

### 3.2.5. Масштабирование моделей

Под *масштабированием* модели подразумевается увеличение или уменьшение ее размера вдоль одной или нескольких осей. Этот процесс аналогичен трансформациям перемещения и вращения, хотя и является несколько более сложным. Изменить масштаб выбранной модели можно либо с помощью перетаскивания ее указателем мыши, либо с помощью ввода числовых значений.

Инструмент **Scaling**, расположенный на основной панели инструментов, имеет три варианта. Для того чтобы их увидеть, щелкните в правом нижнем углу кнопки инструмента **Scaling** левой кнопкой мыши и удерживайте ее нажатой. В результате отобразятся возможные варианты этого инструмента (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Три варианта инструмента **Scaling** (сверху вниз): *Select and Uniform Scale* (Выбрать и выполнить равномерное масштабирование), *Select and Non-Uniform Scale* (Выбрать и выполнить неравномерное масштабирование) и *Select and Squash* (Выбрать и сплющить)

#### 3.2.5.1. Масштабирование моделей вручную

Для масштабирования объекта вручную необходимо сначала выбрать на основной панели инструментов один из вариантов инструмента **Scaling**, а затем разместить указатель мыши над одним из краев выделенного объекта, щелкнуть левой кнопкой и перетащить этот край наружу (для увеличения масштаба) или внутрь (для уменьшения масштаба) (рис. 3.9).

#### 3.2.5.2. Масштабирование моделей с помощью числовых значений

Масштабирование с помощью числовых значений используется в тех случаях, когда необходимо выполнить трансформацию с математической точностью. Для этого выполните следующие действия.

1. Выберите на основной панели инструментов один из вариантов инструмента **Scaling** (например, **Uniform**, **Non-Uniform** или **Squash**).
2. Щелкните на инструменте **Scaling** правой кнопкой мыши.

Появится панель **Scale Transform Type-In** (Ввод величин масштабирования), в которой можно указать требуемые значения масштабирования модели вдоль осей X, Y и Z.

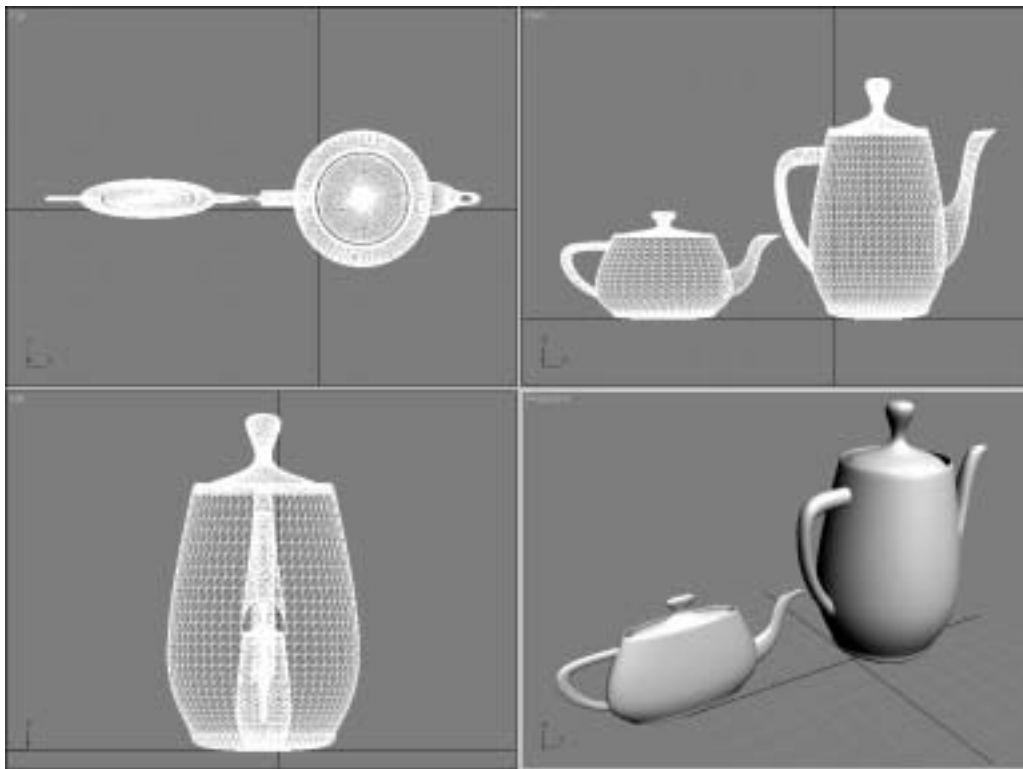


Рис. 3.9. Слева показано воздействие на чайник масштабирования

### 3.3. Панель свойств объекта

Каждый объект, помещенный в сцену, — трехмерная модель или любой другой объект 3ds Max — обладает специфическими свойствами (параметрами), которые описывают его границы. Это очень похоже на любой объект реального мира, который может быть описан с помощью индивидуальных свойств. Тем не менее, в отличие от реальных объектов, трехмерные модели имеют также уникальные регулируемые параметры (например, количество сегментов, из которых состоит форма объекта, или перечень видимых частей модели).

В следующей главе при создании и настройке базовых (примитивных) объектов будут использоваться *параметры*. Если кому-то все это кажется загадочным, то, значит, самое время познакомиться поближе с удивительной вкладкой Create панели Command.

#### 3.3.1. Работа с вкладкой Create панели Command

Разные модели характеризуются различными параметрами, однако они схожи в следующем: все их параметры отображаются на вкладке Create, расположенной в нижней части панели Command (вдоль правой стороны окна 3ds Max). Если в сцене нет ни одного объекта или модели, то вкладка Create панели Command будет содержать только пустое поле Name (Имя) и образец определенного цвета (рис. 3.10).

Процесс создания объекта включает следующие действия.

1. Щелкните мышью на кнопке **Sphere (Сфера)**, расположенной на вкладке **Create** панели **Command**.
2. Создайте сферу в каком-нибудь окне проекции, переместив указатель мыши при нажатой левой кнопке.
3. Теперь еще раз взгляните на вкладку **Create** панели **Command**.

Как видите, теперь на ней отображены все данные о только что созданном объекте.

### 3.3.2. Настройка параметров

При рассмотрении параметров только что созданной сферы (не щелкайте мышью ни в каком окне проекции) обратите внимание на то, что сфере было присвоено имя по умолчанию (**Sphere01**), а также некоторые сгенерированные данные: радиус, количество сегментов и другие еще непонятные параметры. Пример панели **Create Command** для сферы представлен на рис. 3.11.

Далее переходим к самому интересному. До тех пор, пока сфера остается выделенной (не щелкайте мышью в окне проекции), можно изменять ее свойства прямо в панели **Create Command**.

#### 3.3.2.1. Искажите его!

Конечно же, если бы объекты реального мира начали произвольно изменять свои свойства, то все потеряло бы свою форму, вот почему эти свойства относительно тяжело изменить. Например, в реальном мире не существует пульт дистанционного управления (по крайней мере, пока), с помощью которого можно было бы изменять форму или размер любимого стула. Однако в виртуальном трехмерном мире **3ds Max** не обязательно подчиняться физическим законам. Вперед! Искажите этот объект так, как только пожелаете. Для этого выполните следующее.

1. Удалите в панели **Create Command** значение по умолчанию, указанное в поле **Segments (Сегменты)**, и введите какое-нибудь новое.
2. Для параметра **Hemisphere (Полушарие)** укажите вместо выбранного по умолчанию значения (0, 0) значение 0, 5, а затем нажмите клавишу **<Enter>**.

Теперь посмотрите на отображенный во всех окнах проекций измененный объект, который вначале был сферой. Чувствуете, как ваши вены наполняет творческий огонь, а глаза начинают блестеть? И все это — благодаря вкладке **Create**, которую можно использовать для изменения любой формы в сцене (рис. 3.12).

Если вы по ошибке щелкнете мышью где-нибудь в окне проекции после создания объекта в сцене, панель его параметров исчезнет — но не навсегда (более подробно об этом речь пойдет в главах 6 и 12).

#### 3.3.2.2. Ограничьте его!

Когда дело касается трансформаций (перемещения, вращения или масштабирования выбранных объектов), то в **3ds Max** можно наложить *ограничение* (*constrain*) на действие операции. В результате трансформация сможет выполняться только относительно одной или двух осей в выбранном окне проекции.

Для того чтобы ограничить направления применения трансформации, выполните следующие действия.

1. Выберите пункт меню **Customize⇒Show UI⇒Show Floating Toolbars**.

Появится набор *плавающих* панелей инструментов (панель инструментов называется “плавающей” в том случае, если ее можно переместить в любое место экрана).



Рис. 3.10. Нижняя часть панели *Command* отведена для отображения параметров объекта. Но сначала нужно создать какой-нибудь объект



Рис. 3.11. Теперь о созданной сфере можно узнать побольше

**2. Выберите плавающую панель *Axis Constraints* (Ограничения по осям), представленную на рис. 3.13.**

Теперь обратите внимание на первые четыре инструмента: X, Y, Z и XY. Эти инструменты влияют на операции трансформации, особенно на перемещение объектов. Например, если выбрать инструмент X, то объект можно будет перемещать в выбранном окне проекции только вдоль оси X. Инструмент XY используется, когда требуется свободное перемещение в окнах проекции, отличных от *Perspective*. Обратите внимание

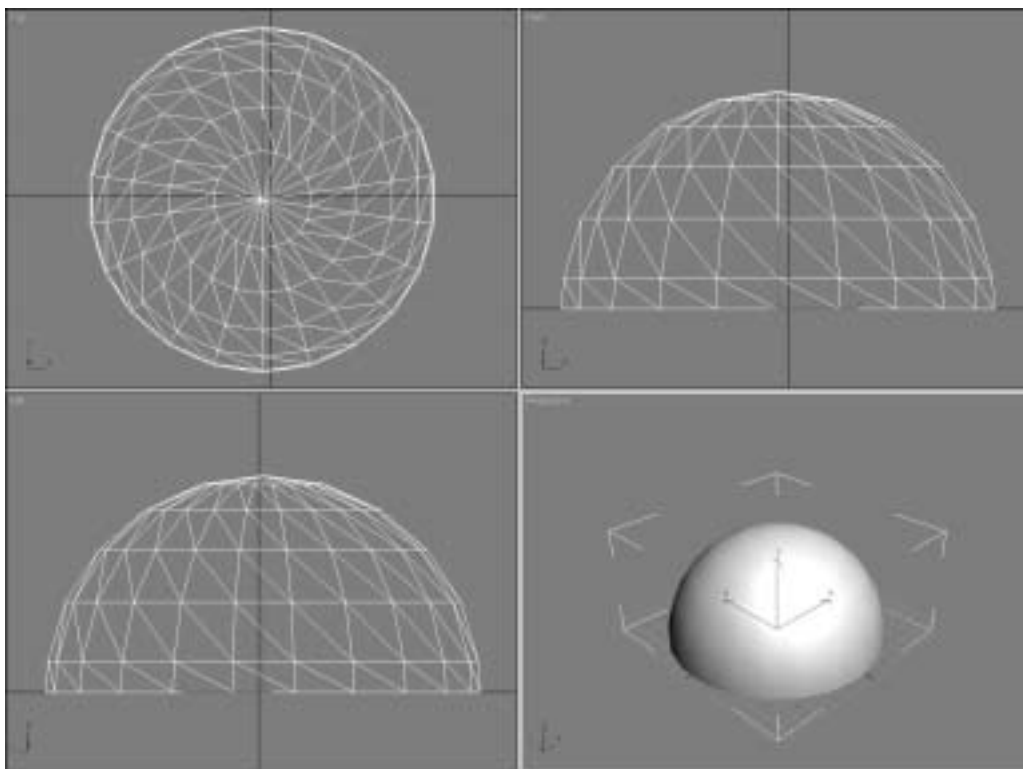


Рис. 3.12. Форма со сплюснутым дном, похожая на бриллиант, является результатом изменения всего лишь двух свойств сферы на панели *Create Command*

на символ треугольника, расположенный в правом нижнем углу кнопки XY. Щелкните на нем левой кнопкой мыши и удерживайте ее нажатой, если хотите увидеть другие варианты данного инструмента.

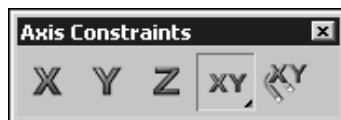


Рис. 3.13. Плавающая панель инструментов *Axis Constraints*

**3. Изучите действие этих инструментов, выбрав один из них и выполнив трансформацию объекта.**

Теперь вы — повелитель плавающих панелей инструментов, выполняющих ваши приказы (и не обращайтесь внимания на человека за занавесью).