

## ГЛАВА

# 12

### В этой главе...

Рисование в двухмерном пространстве

Редактирование сплайнов

Модификаторы сплайнов

Резюме

# Двухмерные сплайны и фигуры

**М**ногие проекты по моделированию начинаются с нуля, т.е. с двухмерных фигур. “Но ведь эта книга о трехмерном пространстве, — возразите вы. — Причем же здесь двухмерные фигуры?” В трехмерном мире плоские поверхности встречаются достаточно часто: стена здания, поверхность стола и т.д. У всех этих объектов есть плоские поверхности. Понимание того, каким образом объекты komponуются из плоских поверхностей, поможет быстрее освоиться в трехмерном пространстве. В этой главе рассматриваются плоские элементы трехмерных объектов, а также инструменты для работы с ними.

Работая в 3ds Max 2009 с двухмерными фигурами, приходится иметь дело с двумя элементарными объектами — сплайнами и фигурами. *Сплайн (spline)* — это особая кривая, которая описывается некоторыми математическими уравнениями. В программе 3ds Max 2009 сплайны используются для создания всех видов фигур, в частности окружностей, эллипсов и прямоугольников, которые и являются, собственно говоря, двухмерными фигурами.

Получить доступ к сплайновым фигурам можно, щелкнув на кнопке **Shapes** (Фигуры) во вкладке **Create** (Создать). Категория объектов **Shapes**, как и многие другие категории, включает в себя несколько сплайновых фигур-примитивов. Сплайновые фигуры могут быть визуализированы. Тем не менее они используются в основном для создания более сложных трехмерных конструкций с помощью различных модификаторов, таких как **Extrude** (Выдавливание) или **Lathe** (Вращение). Кроме того, сплайны просто незаменимы в качестве траекторий движения для анимации, а также для создания объектов на основе опорных сечений или кривых типа NURBS.

## Рисование в двухмерном пространстве

В отличие от многих объектов 3ds Max 2009, фигура является двухмерным объектом, что позволяет привязать ее к одной

плоскости. Эта плоскость определяется тем, какое именно окно проекции используется для рисования фигуры. Например, фигура, созданная в окне проекции Top (Верх), будет автоматически привязана к координатной плоскости XY, в то время как фигура, созданная в окне проекции Front (Вид спереди), помещается в плоскость ZX. Даже фигуры, нарисованные в окне проекции Perspective (Перспектива), будут заключены в одну плоскость Home Grid (Основная сетка).

Зачастую для создания двухмерных фигур используются такие графические пакеты, как Adobe Illustrator или CorelDraw. Программа 3ds Max позволяет импортировать подобные файлы, используя формат .AI.

**Дополнительная информация**

Подробнее об импортировании файлов в формате .AI можно прочитать в главе 3.

Действительно, все только что созданные в 3ds Max или импортированные фигуры привязаны к одной плоскости, а сплайны (особенно анимационные траектории) могут существовать и в трехмерном пространстве. Например, такая фигура, как спираль (Helix), кроме ширины, имеет еще и высоту, а следовательно, является полноценным трехмерным объектом. В частности, анимационные траектории необходимы для перемещений в трехмерном пространстве.

## Сплайновые примитивы

При выборе категории Shapes вкладки Create в разворачивающейся панели Object Type (Тип объекта) появятся кнопки, предназначенные для создания большинства основных сплайновых примитивов (рис. 12.1): Line (Линия), Circle (Окружность), Arc (Дуга), NGon (Многоугольник с N-м количеством сторон), Text (Текст), Section (Сечение), Rectangle (Прямоугольник), Ellipse (Эллипс), Donut (Кольцо), Star (Звезда), Helix (Спираль). А при выборе категории Extended Shapes (Дополнительные фигуры) появятся кнопки, предназначенные для фигур, часто используемых архитекторами (рис. 12.2): WRectangle (Двойной прямоугольник), Channel (Канал), Angle (Угол), Tee (Двойное T) и Wide Flange (Широкий фланец). Щелчок на любой из этих кнопок позволит создать нужный примитив путем перетаскивания



Рис. 12.1. Сплайновые примитивы (слева направо): Line, Circle, Arc, NGon, Text, Section, Rectangle, Ellipse, Donut, Star и Helix

указателя мыши в окне проекции. Альтернативный способ создать примитив — воспользоваться командами меню **Create⇒Shapes** (Создать⇒Фигуры) или **Create⇒Shapes** (Создать⇒Дополнительные фигуры). После выбора команды на панели **Command** автоматически появляются соответствующие разворачивающиеся панели.

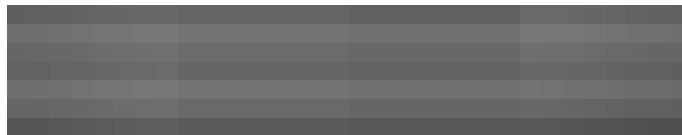


Рис. 12.2. Сплайновые примитивы (слева направо): *WRectangle*, *Channel*, *Angle*, *Tee* и *Wide Flange*

В верхней части разворачивающейся панели **Object Type** находится два параметра: **AutoGrid** (Автосетка) и **Start New Shape** (Начать новую фигуру). Параметр **AutoGrid** применяется для создания временной сетки, начало координат которой совпадает с положением указателя мыши и перемещается вместе с ним. Это может пригодиться, скажем, для создания нового сплайна, расположенного на поверхности какого-либо уже существующего объекта.

Дополнительная информация

Более подробно параметр **AutoGrid** рассматривается в главе 7.

Параметр **Start New Shape**, в зависимости от того, установлен или сброшен его флажок, идентифицирует каждый вновь созданный сплайн как отдельную фигуру или же добавляет его к текущей выделенной фигуре. Это позволяет создавать сложную фигуру, состоящую из нескольких простых, как единый объект. Например, если вы собираетесь с помощью сплайнов написать свое имя, снимите флажок **Start New Shape**, тогда все буквы имени будут составлять единый объект. Заметим, что, поскольку сложные фигуры состоят из нескольких простых, разворачивающаяся панель **Parameters** для них недоступна.

Как и геометрическим примитивам, каждой вновь созданной фигуре автоматически назначается цвет и присваивается имя. С помощью разворачивающейся панели **Name and Color** (Имя и цвет) их легко изменить.

Для большинства сплайновых примитивов предусмотрены одинаковые разворачивающиеся панели (рис. 12.3): **Rendering** (Визуализация), **Interpolation** (Интерполяция), **Creation Method** (Метод создания), **Keyboard Entry** (Ввод с клавиатуры), **Parameters** (Параметры). Рассмотрим каждую из этих панелей, после чего займемся собственно примитивами.

## Разворачивающаяся панель **Rendering**

Эта панель включает ряд параметров для превращения сплайна в визуализируемый объект, т.е. его конвертирования в трехмерный объект, который можно просматривать в окне проекции и визуализировать. Для визуализируемых объектов можно выбрать тип объекта: **Radial** (Радиальный) или **Rectangular** (Прямоугольный). Для радиального визуализируемого объекта допустимо указывать такие параметры, как толщина (**Thickness**), количество сторон (**Sides**) и угол (**Angle**), а для прямоугольного визуализируемого объекта — длина (**Length**), ширина (**Width**), угол (**Angle**) и аспект (**Aspect**).

Параметр **Thickness** в разделе **Radial** устанавливает диаметр визуализируемого сплайна. В поле **Sides** вводят количество сторон, составляющих поперечное сечение визуализируемого сплайна. Минимально допустимая величина — 3 (треугольное поперечное сечение).

В полях **Length** и **Width** в разделе **Rectangular** задаются размеры по осям **Y** и **X** соответственно.



Рис. 12.3. В этих разворачивающихся панелях устанавливаются параметры большинства слайновых примитивов

На заметку

По умолчанию для визуализированного слайна в поле Sides (Поля) задается значение 12.

Параметр **Angle** определяет отправную точку углов поперечного сечения визуализируемого слайна (в виде угла или ребра). В поле **Aspect** устанавливается соотношение между длиной (**Length**) и шириной (**Width**). Если активна пиктограмма с изображением замка справа от поля **Aspect**, то это соотношение заблокировано, а изменение одного размера (длины или ширины) автоматически приводит к соответствующему изменению другого размера.

Устанавливая флажок **Enable Renderer** (Использовать в окне визуализации) или **Enable Viewport** (Использовать в окне проекции), можно указать разные значения параметров визуализации для окна визуализации или для окна проекции. Визуализируемые слайны отображаются в виде обычных слайнов в окне проекции, если только не установлен флажок **Enable in Viewport**. Флажок **Use Viewport Settings** (Использовать параметры окна проекции) позволяет установить разные свойства визуализации в окне проекции и окне визуализации.

Флажок **Auto Smooth** (Автоматическое сглаживание) и поле **Threshold** (Пороговое значение) предназначены для определения способа сглаживания ребер визуализируемого слайна. Если угол между двумя смежными многоугольниками меньше порогового значения в поле **Threshold**, то ребро между ними сглаживается, а если больше, то ребро остается в прежнем виде.

Разворачивающаяся панель **Rendering** также включает флажок **Generate Mapping Coords** (Генерировать координаты карты). При его установке автоматически создаются координаты, отмечающие размещение карты материалов.

Дополнительная информация

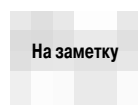
Координаты карт рассматриваются в главе 17.

## Разворачивающаяся панель **Interpolation**

В этой панели устанавливается количество шагов интерполяции или число составляющих слайн сегментов. Значением параметра **Steps** (Шаги) определяется количество сегментов между вершинами объекта. Например, если для слайнового примитива **Circle** (Окружность)

в поле **Steps** ввести значение 0, то у этого примитива будет только четыре сегмента и он будет выглядеть как ромб. Если в поле **Steps** ввести значение 1, то у сплайнового примитива появится уже восемь сегментов. Для фигур, состоящих из прямых линий (например, **Rectangle** или **NGon**), параметр **Steps** не имеет особого значения. Но для многосторонних фигур (например, **Circle** или **Ellipse**) этот параметр играет очень важную роль. Чем больше количество шагов, тем более гладким получится сплайн.

Установленный флажок **Adaptive** (Адаптивный) автоматически задает количество шагов интерполяции, необходимых для построения гладкой кривой. Если он установлен, то параметр **Optimize** (Оптимизировать) и поле **Steps** становятся недоступными. Параметр **Optimize** максимально сокращает количество шагов интерполяции для упрощения сплайна; в этом случае удаляются некоторые вершины и сегменты выделенной фигуры.



Для примитивов **Section** и **Helix** разворачивающаяся панель **Interpolation** недоступна.

На рис. 12.4 показана линия в форме цифры 5, созданная на основе примитива **Line** в окне проекции **Front**. Для визуализации этой линии установлен флажок **Renderable**, что позволяет просматривать ее сечения. На первых трех изображениях (слева направо) показана линия со значениями 0, 1 и 3 в поле **Steps** соответственно. Четвертое изображение создано с установленным флажком **Optimize**. Обратите внимание, что в данном случае для прямых фрагментов линии используется по одному сегменту. Пятое изображение создано с установленным флажком **Adaptive**.














Рис. 12.4. Линия содержит разное количество сегментов, которое зависит от установленных параметров

## Остальные разворачивающиеся панели

Большинству сплайновых примитивов доступны и такие панели, как **Creation Method** (Метод создания) и **Keyboard Entry** (Ввод с помощью клавиатуры). Исключение составляют лишь фигуры **Text** (Текст), **Section** (Сечение) и **Star** (Звезда). Панель **Creation Method** предоставляет в ваше распоряжение несколько методов создания сплайна (например, перетаскивание от одного края объекта к другому или от центра к краю). В табл. 12.1 перечислены различные методы создания для каждого из сплайновых примитивов.

Таблица 12.1. Методы создания сплайновых примитивов

Примитив	Число щелчков для создания в окне проекции	Метод создания по умолчанию	Альтернативный метод создания
 Line (Линия)	Не менее двух	В группе <b>Initial Type</b> (Первая вершина) — переключатель <b>Corner</b> (С изломом); в группе <b>Drag Type</b> (Вершина при перетаскивании) — переключатель <b>Bezier</b> (Безье)	В группе <b>Initial Type</b> — <b>Smooth</b> (Сглаженная); в группе <b>Drag Type</b> — <b>Corner</b> , <b>Smooth</b>

Примитив	Число щелчков для создания в окне проекции	Метод создания по умолчанию	Альтернативный метод создания
 Circle (Окружность)	Один	Center	Edge (Ребро)
 Arc (Дуга)	Два	End-End-Middle (Край-край-середина)	Center-End-End (Центр-край-край)
 NGon (Многоугольник)	Один	Center	Edge
 Text (Текст)	Один	Нет	Нет
 Section (Сечение)	Один	Нет	Нет
 Rectangle (Прямоугольник)	Один	Edge	Center
 Ellipse (Эллипс)	Один	Edge	Center
 Donut (Кольцо)	Два	Center	Edge
 Star (Звезда)	Два	Нет	Нет
 Helix (Спираль)	Три	Center	Edge
WRectangle (Широкий прямоугольник)	Два	Edge	Center
Channel (Канал)	Два	Edge	Center
Angle (Угол)	Два	Edge	Center
Tee (Тройник)	Два	Edge	Center
Wide Flange (Широкий фланец)	Два	Edge	Center

Некоторые сплайновые примитивы, например **Star**, **Text**, **Section**, не имеют методов создания, поскольку их можно создать только одним способом.

Разворачивающаяся панель **Keyboard Entry**, как и раньше, предназначена для ввода с помощью клавиатуры точных значений координат и размеров объекта. Напомним, что для создания объекта с помощью разворачивающейся панели **Keyboard Entry** необходимо указать в ее полях параметры объекта, а затем щелкнуть на кнопке **Create** (или **Finish**). Новый объект

будет создан в текущем активном окне проекции. Для каждого примитива параметры этой разворачивающейся панели различны.

Разворачивающаяся панель **Parameters** содержит основные характеристики сплайнового примитива: **Radius** (Радиус), **Length** (Длина) или **Width** (Ширина). Значения этих параметров можно изменять и сразу после создания объекта. Обратите внимание, что после снятия выделения с объекта панель **Parameters** перемещается во вкладку **Modify**, где и выполняются все последующие изменения параметров фигуры.

## Линия

Многочисленные параметры панели **Creation Method** позволяют получать кривые практически любой нужной фигуры — с резкими или плавными изгибами. Например, можно установить переключатель **Corner** или **Smooth** в группе **Initial Type** (Первая вершина), определив тем самым тип первой вершины линии.

Итак, для создания линии щелкните на кнопке **Line** (Линия), а затем укажите места расположения вершин, фиксируя их щелчком кнопкой мыши. Линия рисуется последовательно, от одной вершины к другой. Заметим, что все вершины, построенные подобным образом, будут того же типа, что и первая. Кроме того, нарисовать сегмент линии можно и более привычным способом, щелкнув и перетаскив указатель мыши. В этом случае тип вершины устанавливается в группе **Drag Type** (Вершина при перетаскивании). Переключатель **Corner** (С изломом) соответствует обыкновенной несглаженной вершине. Кривизна вершины типа **Smooth** зависит от расстояния между вершинами, смежными с данной. И наконец, вершина типа **Bezier** снабжена управляющими линиями с маркерами на концах, которые позволяют изменять кривизну сегментов сплайна.



Чтобы построить строго вертикальный или горизонтальный сегмент сплайна, фиксируйте вершины при нажатой клавише **<Shift>**. В свою очередь щелчок кнопкой мыши при нажатой клавише **<Ctrl>** «привязывает» новый сегмент к предыдущему под углом, шаг которого определяется параметром **Angle (Deg)** (Угол в градусах) вкладки **Options** (Параметры) диалогового окна **Grid and Snap Settings** (Настройка сетки и привязок).

Чтобы закончить разомкнутую линию, просто щелкните правой кнопкой мыши. Для создания замкнутой фигуры щелкните на первой вершине сплайна. Появится окно предупреждения с запросом, хотите ли вы замкнуть сплайн. Щелкните на кнопке **Yes** (Да), чтобы замкнуть сплайн, или на кнопке **No** (Нет), чтобы продолжить добавлять вершины. В любом случае даже к замкнутой текущей фигуре можно добавлять новые вершины и сегменты (для этого флажок **Start New Shape** должен быть снят).

На рис. 12.5 представлено несколько сплайнов, созданных с помощью различных параметров панели **Creation Method**. В группах **Initial Type** и **Drag Type** для сплайна, расположенного слева, установлен переключатель **Corner**, а для второго сплайна — **Smooth**. Для третьего сплайна в группе **Initial Type** установлен переключатель **Corner**, а в группе **Drag Type** — **Smooth**. И наконец, для создания последнего сплайна использованы вершины типа **Bezier**.



Рис. 12.5. Фигуры со сглаженными и острыми вершинами, созданные на основе примитива **Line**

Помимо перечисленных параметров, для создания линии можно воспользоваться и разворачивающейся панелью **Keyboard Entry**. Чтобы добавить к сплайну новую вершину, введите ее координаты в поля X, Y и Z и щелкните на кнопке **Add Point** (Добавить вершину). Для создания замкнутой фигуры щелкните на кнопке **Close** (Замкнуть), а чтобы закончить незамкнутую линию — на кнопке **Finish** (Закончить).

## Прямоугольник

Эта фигура предназначена для создания прямоугольников и особых пояснений не требует. Отметим только, что разворачивающаяся панель **Parameters** позволяет настраивать длину и ширину прямоугольника (параметры **Length** и **Width**), а также радиус сглаживания его углов (параметр **Corner Radius**). Перетаскивание кнопки мыши при нажатой клавише <Ctrl> приводит к созданию квадрата.

## Окружность

Как вы думаете, для чего предназначена кнопка **Circle**? Ну конечно же, для создания окружностей. Настраивать радиус окружности можно с помощью разворачивающейся панели **Parameters**. Остальные разворачивающиеся панели ничем не отличаются от рассмотренных ранее в главе.

## Эллипс

Это всего лишь небольшая вариация на тему окружности. Размеры эллипса определяются параметрами **Length** и **Width**. Перетаскивание кнопки мыши при нажатой клавише <Ctrl> приводит к созданию окружности.

## Дуга

Для создания дуги разворачивающаяся панель **Creation Method**, как и положено, предлагает два метода. При использовании метода **End-End-Middle** (Край–край–середина) для построения дуги требуется щелкнуть в окне проекции и перетащить указатель, затем отпустить кнопку мыши (концы полученного отрезка и будут концами дуги), после чего, перемещая указатель, добиться необходимой кривизны дуги и вновь щелкнуть кнопкой мыши. Чтобы построить дугу методом **Center-End-End** (Центр–край–край), необходимо щелкнуть в центре будущей дуги, перетащить указатель на величину ее радиуса, отпустить кнопку мыши, а затем вновь щелкнуть и перетащить указатель до второго конца дуги.

Разворачивающаяся панель **Parameters**, помимо поля **Radius**, содержит и такие параметры, как **From** (От) и **To** (До). Значения этих полей определяют в градусах начало и конец дуги. Параметр **Pie Slice** (Сектор) превращает дугу в круговой сектор, соединяя ее концы с центром (рис. 12.6). Параметр **Reverse** (Поменять направление) позволяет изменить направление дуги на противоположное.

## Кольцо

Это еще одна вариация на тему окружности. Кольцо состоит из двух концентрических окружностей и может быть создано с помощью все тех же методов **Edge** и **Center**. Параметров кольца всего лишь два: внутренний (**Radius 1**) и внешний (**Radius 2**) радиусы.

## Правильный многоугольник

Эта фигура во многом напоминает окружность. Для создания правильного многоугольника необходимо определить количество его сторон (параметр **Sides**), а также радиус закругления углов (параметр **Corner Radius**). Если многоугольник вписан в окружность (рис. 12.7),



установите переключатель **Inscribed** (Вписанный), а если описан вокруг окружности — переключатель **Circumscribed** (Описанный). Напомним, что вписанный многоугольник расположен внутри некой окружности, на которой лежат все его вершины. Описанный многоугольник содержит в себе окружность, которая касается всех его сторон. Параметр **Circular** (Круговой) превращает многоугольник в окружность, описанную вокруг него.



*Рис. 12.6. Активизация параметра **Pie Slice** превращает дугу в круговой сектор, соединяя ее концы с центром*



*Рис. 12.7. Вписанный (слева) и описанный (справа) пятиугольник*

## Звезда

Для построения звезды необходимо определить количество ее вершин и два радиуса. Меньший радиус (параметр **Radius 1**) определяет расстояние от центра звезды до ее внутренних, вогнутых, вершин, а больший (параметр **Radius 2**) — до внешних, выпуклых. Параметр **Points** (Вершины) определяет количество выпуклых вершин, или лучей, звезды и может изменяться в пределах от 3 до 100. Обратите внимание на параметр **Distortion** (Искажение), определяющий смещение внутренних вершин звезды относительно внешних. С помощью этого параметра можно получать довольно интересные геометрические фигуры. И наконец, параметры **Fillet Radius 1** (Радиус закругления 1) и **Fillet Radius 2** (Радиус закругления 2) определяют радиусы закругления внутренних и внешних вершин звезды соответственно. На рис. 12.8 продемонстрированы некоторые возможности фигуры **Star**.









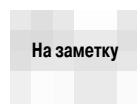
*Рис. 12.8. С помощью примитива **Star** можно создавать поистине удивительные фигуры*

## Текст

Эта довольно специфическая фигура применяется для добавления к сценам контуров текстовых строк. Панель **Parameters** предлагает целый ряд настроек, предназначенных для работы с текстом. В верхней части панели **Parameters** находится раскрывающийся список, позволяющий выбрать тип шрифта. Под списком расположены шесть кнопок (табл. 12.2). С помощью первых двух кнопок устанавливаются начертание текста — **Italic** (Курсив) или **Underlined** (Подчеркнутый), применяемое не к отдельному символу, а ко всему тексту. Четыре следующие кнопки предназначены для выравнивания текста.

**Таблица 12.2. Кнопки для выбора начертания текста и его выравнивания**

Кнопка	Описание	Кнопка	Описание
	Курсив		По центру
	Подчеркнутый		По правому краю
	По левому краю		По ширине



Программа 3ds Max 2009 позволяет использовать не только шрифты Windows True Type, установленные на вашем компьютере, а также шрифты Adobe Type 1 Postscript, пути доступа к которым указаны во вкладке **General** (Общие) диалогового окна **Configure Paths** (Пути доступа) (команда **Customize**⇒**Configure Paths** (Настройка⇒Пути доступа)).

Размер шрифта вводят в поле **Size**. Значения полей **Kerning** (Межзнаковый интервал) и **Leading** (Междустрочный интервал) могут быть не только положительными, но и отрицательными. Если в поле **Kerning** ввести большое отрицательное значение, текст будет отображен в обратном направлении. На рис. 12.9 приведено несколько примеров текста с разным межзнаковым интервалом.

Текстовая область **Text** предназначена для ввода и редактирования текста. В этой области можно вставлять целые текстовые фрагменты, скопированные или вырезанные из документов других приложений. Введенный текст в соответствии с установленными параметрами появится сразу после того, как вы щелкнете кнопкой мыши в любом окне проекции. Текст в окне проекции при внесении любых изменений, в том числе и в текстовой области, обновляется автоматически. Чтобы отключить режим автоматического обновления, установите флажок **Manual Update** (Обновление вручную). В этом режиме для обновления текста необходимо щелкнуть на кнопке **Update** (Обновить).

Для ввода специальных символов в текстовой области удерживайте нажатой клавишу **<Alt>** и введите код символа, например код 0188 соответствует символу ¼. Альтернативный и более простой способ ввода специальных символов основан на приложении **Character Map** (Таблица символов), в котором можно скопировать нужный символ или узнать его код (рис. 12.10). Чтобы открыть приложение **Character Map**, выберите команду **Programs**⇒**Accessories**⇒**System Tools**⇒**Character Map** (Пуск⇒Программы⇒Стандартные⇒Служебные⇒Таблица символов).



*Рис. 12.9. Текст можно создавать с регулируемым межзнаковым интервалом*



*Рис. 12.10. Системное приложение Character Map, предназначенное для работы со специальными символами*

## **Спираль**

Эта фигура может пригодиться, скажем, для создания пружин. Спираль — единственная сплайновая фигура, которая может существовать и в трехмерном виде. Параметры спирали включают в себя радиусы первого и последнего витков (поля Radius 1 и Radius 2 соответст-

венно). Заметим, что одинаковые радиусы придают спирали форму пружины, в то время как неодинаковые позволяют создавать раскручивающуюся или закручивающуюся спираль. Кроме того, для создания спирали необходимо указать ее высоту (параметр **Height**) и количество витков (параметр **Turns**). Параметр **Bias** (Смещение витков) предназначен для неравномерного сжатия витков спирали к ее верхней или нижней части. И наконец, переключатели **CW** (По часовой стрелке) и **CCW** (Против часовой стрелки) определяют направление закручивания спирали.

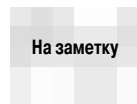
Примеры спиралей приведены на рис. 12.11. У первой слева спирали радиусы первого и последнего витков равны, у второй радиус последнего витка меньше, у третьей — равен нулю, у последних двух спиралей значение поля **Bias** равно 0,8 и  $-0,8$  соответственно.



Рис. 12.11. Различные виды спиралей

## Сечение

Этот особый тип примитива предназначен для создания фигур на основе поперечных сечений трехмерных объектов. Чтобы построить сечение, необходимо щелкнуть на кнопке **Section** (Сечение) и в окне проекции перетащить указатель мыши; при этом будет создана секущая плоскость, имеющая вид обычного прямоугольника, пересеченного двумя линиями. После этого, перемещая, поворачивая и масштабируя секущую плоскость относительно трехмерного объекта, добейтесь нужной фигуры сечения. Для создания фигуры на основе построенного сечения щелкните на кнопке **Create Shape** (Создать фигуру) разворачивающейся панели **Parameters** и укажите имя новой фигуры в появившемся диалоговом окне. Заметим, что на основе одного примитива **Section** может быть получено несколько фигур.



Понятие поперечного сечения применимо только к трехмерным объектам. Если секущая плоскость не пересекает ни одного трехмерного объекта, сечение построено не будет. Кроме того, невозможно получить сечение фигуры, даже если она является визуализируемым сплайном.

Помимо всего прочего, разворачивающаяся панель **Parameters** содержит несколько параметров, предназначенных для обновления фигуры. В группе **Update** (Обновление) есть три переключателя: **When Section Moves** (При перемещении сечения), **When Section Selected** (При выделении сечения) и **Manually** (Вручную). В последних двух случаях обновление фигуры выполняется с помощью кнопки **Update Section** (Обновить фигуру). И наконец, в группе **Section Extents** (Протяженность секущей плоскости) также имеется три переключателя: **Infinite** (Бесконечная), **Section Boundary** (В обозначенных границах) и **Off** (Нет). В первом случае сечение получается таким, будто плоскость простирается бесконечно, в то время как во втором случае протяженность секущей плоскости ограничивается ее видимыми размерами на экране. При активизации переключателя **Off** сечение построено не будет. Цветная кнопка позволяет определить цвет секущей плоскости.

Чтобы получить более полное представление о том, какие фигуры можно создать на основе сечения, обратитесь к рис. 12.12. Представленные на нем окружность, эллипс, парабола и гипербола получены на основе поперечных сечений конуса. Для лучшего обзора фигуры были слегка сдвинуты.

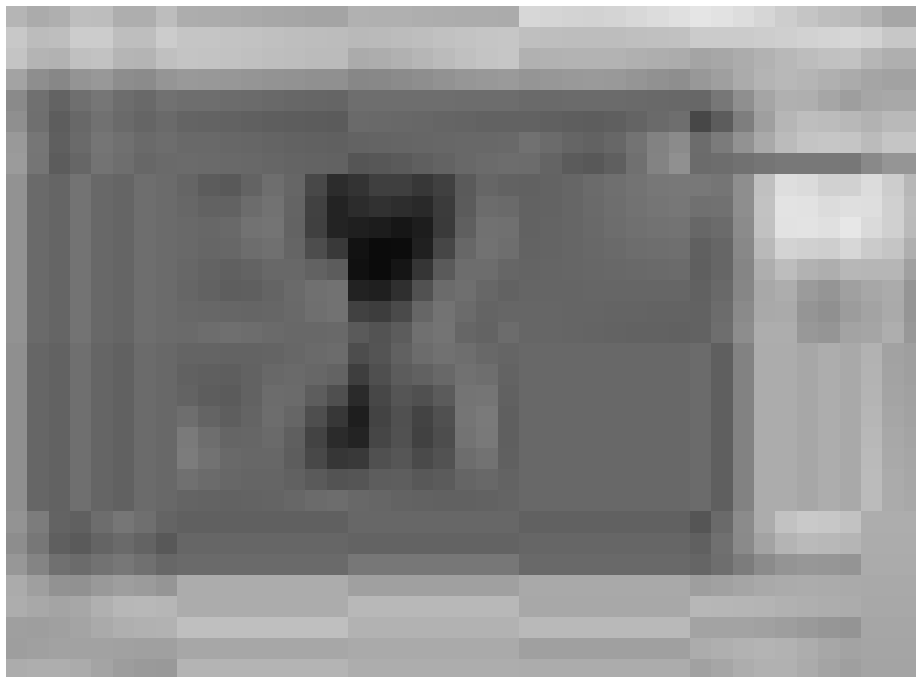


Рис. 12.12. Фигуры, полученные на основе сечений трехмерного конуса

## Упражнение: создание логотипа компании

Одним из первых применений трехмерной графики было создание и анимация логотипов компаний. Программа 3ds Max без проблем справляется с этим и до сих пор, причем немаловажное место в дизайне логотипов занимают сплайновые фигуры. При выполнении этого упражнения будет спроектирован и создан простенький логотип гипотетической компании Expeditions South.

Для создания логотипа компании с помощью сплайновых фигур выполните описанные ниже действия.

1. Нарисуйте четырехконечную звезду. Для этого щелкните на кнопке **Star**, затем, щелкнув в окне проекции **Top**, перетащите указатель, отпустите кнопку мыши и вновь щелкните. В полях разворачивающейся панели **Parameters** установите следующие значения: **Radius 1** — 60, **Radius 2** — 20, **Points** — 4.
2. Выделите и переместите звезду к левому краю окна проекции.
3. Щелкните на кнопке **Text**. Тип шрифта измените на **Impact**, а в поле **Size** введите значение 50. В текстовой области введите **Expeditions South**, причем после первого слова нажмите клавишу **<Enter>** и вставьте несколько пробелов. Затем щелкните в окне проекции **Top**.
4. Щелкните на кнопке **Select and Move (<W>)** и расположите надпись справа от звезды.
5. Щелкните на кнопке **Line** и нарисуйте несколько небольших бликов вокруг нижней вершины звезды.

На рис. 12.13 показан созданный логотип, к которому теперь можно применить выдавливание и анимацию.



Рис. 12.13. Логотип, созданный исключительно на основе фигур

## Упражнение: заглянем в самое сердце

В качестве примера использования фигуры Section попробуем получить поперечное сечение модели сердца. Эта модель была разработана компанией Viewpoint Datalabs и выглядит вполне реалистично — настолько, что могла бы использоваться как пособие для обучения студентов-медиков. Впрочем, вы сейчас сами в этом убедитесь.

Чтобы построить поперечное сечение сердца и превратить его в слайд, выполните ряд действий.

1. В папке Chap 12 на прилагаемом компакт-диске найдите и откройте файл `Heart section.max`. Он содержит физическую модель сердца, созданную компанией Viewpoint Datalabs.
2. Щелкните на кнопке категории Shapes во вкладке Create. Затем щелкните на кнопке Section. В окне проекции Top нарисуйте плоскость, достаточно большую для того, чтобы полностью “охватить” сердце. Полученная плоскость и будет секущей.
3. Активизируйте кнопку Select and Rotate (<E>) основной панели инструментов и установите секущую плоскость под желаемым углом.
4. В разворачивающейся панели Section Parameters щелкните на кнопке Create Shape. В появившемся диалоговом окне введите имя новой фигуры Heart Section и щелкните на кнопке OK.
5. Щелкните на кнопке Select by Name (Выбрать по имени). В появившемся диалоговом окне Select Objects (Выбор объектов) (<H>) выберите в списке объектов элемент Heart Section и щелкните на кнопке Select (Выбрать). Отодвиньте сечение от самой модели сердца так, чтобы его было видно.



Рис. 12.14. С помощью фигуры *Section* можно изучить не только внешнее, но и внутреннее строение сердца

Результаты проделанной работы показаны на рис. 12.14.

## Редактирование сплайнов

После создания сплайновый примитив можно изменить, отредактировав его параметры. Но, к сожалению, этих параметров у сплайновых примитивов катастрофически мало. Например, фигура *Circle* (Окружность) имеет только один параметр — *Radius* (Радиус). Любую фигуру можно превратить в редактируемый сплайн (*Editable Spline*) либо применить к ней модификатор *Edit Spline* (Редактирование сплайна). В результате преобразования или применения такого модификатора вы получите доступ к дополнительным средствам редактирования. Прежде чем воспользоваться этими средствами, фигуру необходимо превратить в редактируемый сплайн (кроме фигуры *Line*). Для этого щелкните на сплайне правой кнопкой мыши и из появившегося квадменю выберите команду *Convert to Editable Spline* (Преобразовать ⇒ Преобразовать в редактируемый сплайн). Это можно сделать и с помощью модификатора *Edit Spline* (Редактирование сплайна), который находится в раскрывающемся списке *Modifier List* вкладки *Modify* (Модифицировать).

## Редактируемый сплайн и модификатор *Edit Spline*

После того как сплайн преобразован в редактируемый, его можно корректировать на уровне отдельных подчиненных объектов: *Vertex* (Вершина) *Segment* (Сегмент) и *Spline*

(Сплайн). Различия между преобразованием сплайна в редактируемый и применением модификатора **Edit Spline** не так уж велики. После применения модификатора, кроме средств редактирования (расположенных в разворачивающейся панели **Geometry**), вы можете изменять параметры, связанные с самой сплайновой фигурой. Однако, если сплайн преобразован в редактируемый, связанные со сплайновой фигурой параметры становятся недоступными.

На заметку

При создании сложного объекта, состоящего из двух и более сплайнов (например, когда при построении сплайнов флажок **Start New Shape** снят), все сплайны, составляющие данный объект, автоматически преобразуются в редактируемые.

Другое отличие заключается в том, что после применения модификатора **Edit Spline** наряду с его именем в стеке модификаторов появляется имя самого сплайнового примитива. Выделение имени сплайнового примитива в стеке модификаторов сопровождается появлением разворачивающихся панелей **Rendering** (Визуализация), **Interpolation** (Интерполяция) и **Parameters** (Параметры). После выделения в стеке имени модификатора (**Edit Spline**) появляются разворачивающиеся панели **Selection** (Выбор), **Soft Selection** (Мягкое выделение) и **Geometry** (Геометрия). После преобразования сплайнового примитива в редактируемый в стеке модификатора отображается единственный элемент — **Editable Spline** (Редактируемый сплайн). Как только вы его выделите, ниже появятся сразу все упомянутые разворачивающиеся панели.

На заметку

Еще одно важное отличие состоит в том, что подчиненные объекты модификатора **Edit Spline** нельзя анимировать.

## Визуализируемые сплайны

При работе в обычном режиме сплайны изображаются схематически, как двухмерные объекты. Тем не менее, установив в разворачивающейся панели **Rendering** флажок **Renderable** (Визуализируемый) и назначив сплайну некоторую толщину (параметр **Thickness**), его можно отобразить и в визуализированном, “объемном”, виде. На рис. 12.15 показано, как выглядит логотип компании **Expeditions South** после того, как все его сплайны преобразованы в визуализируемые (значение параметра **Thickness** равно 3,0).

Дополнительная информация

Параметры разворачивающихся панелей **Rendering** и **Interpolation** такие же, как и для заново созданных фигур, рассмотренных ранее в главе.

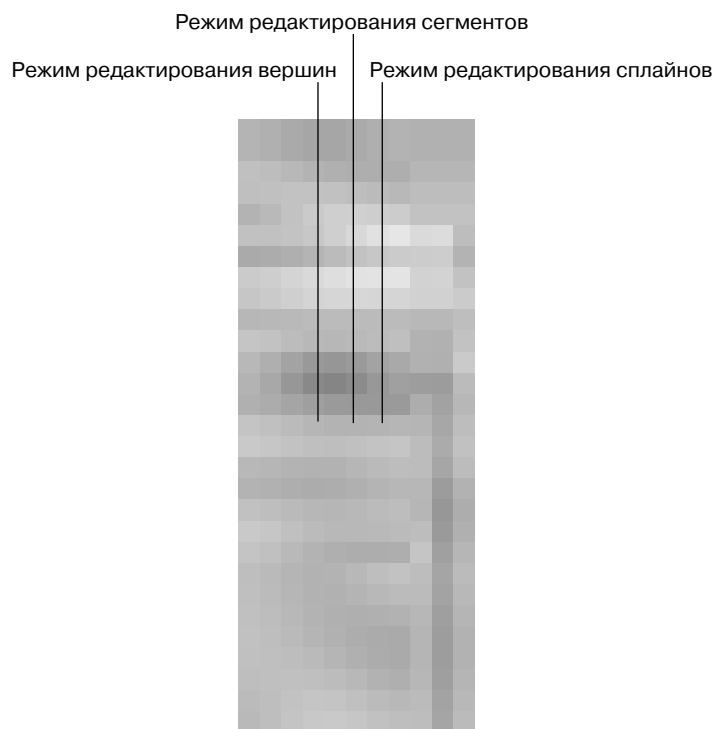
## Выделение подчиненных объектов сплайна

При редактировании сплайна необходимо выбрать уровень подчиненных объектов, на котором эта процедура будет выполняться. Иными словами, во время редактирования вы можете работать с такими подчиненными объектами сплайновой фигуры, как вершины, сегменты или сплайны. Естественно, прежде чем редактировать отдельные подчиненные объекты, их необходимо выделить. Для этого в стеке модификаторов щелкните на знаке “+” слева от объекта **Editable Spline** и в появившемся дереве иерархии выберите тип подчиненного объекта — **Vertex** (Вершина), **Segment** (Сегмент) или **Spline** (Сплайн). Кроме того, для выбора типа подчиненного объекта можно воспользоваться и кнопками с маленькими (красными на экране монитора) рисунками (рис. 12.16), расположенными сразу под заголовком разворачивающейся панели **Selection** (Выбор). При выделении подчиненного объекта его название в стеке модификаторов и соответствующая кнопка разворачивающейся панели **Selection** окрашиваются в ярко-желтый цвет.





*Рис. 12.15. Логотип компании Expeditions South после выполнения визуализации*



*Рис. 12.16. Режим редактирования любого подчиненного объекта можно активизировать с помощью соответствующих кнопок разворачивающейся панели Selection*

На заметку

При выборе типа подчиненного объекта соответствующая кнопка панели Selection окрашивается в ярко-желтый цвет, чтобы напомнить о режиме, в котором вы работаете. Помните о том, что вы должны выйти из режима редактирования одного подчиненного объекта, прежде чем заняться редактированием другого подчиненного объекта.

Для выделения сразу нескольких подчиненных объектов перетащите указатель мыши в окне проекции так, чтобы в рамку выделения попали все нужные подчиненные объекты. Кроме того, выделять или снимать выделение с вершин можно щелчком мыши при нажатой клавише <Ctrl>. Чтобы снять выделение с вершины, входящей в набор выделенных объектов, необходимо щелкнуть на ней, удерживая нажатой клавишу <Alt>.

Выделив несколько вершин, вы сможете создать именованный набор выделенных объектов; для этого необходимо всего лишь ввести имя набора в поле Named Selection Sets (Именованные наборы), расположенное в правой части основной панели инструментов, и нажать клавишу <Enter>. Именованные наборы хороши тем, что могут быть скопированы и затем вставлены в другие фигуры с помощью кнопок Copy и Paste разворачивающейся панели Selection.

Параметр Lock Handles (Привязать маркеры) этой панели позволяет одновременно перемещать маркеры всех выделенных вершин при перемещении только одного маркера. При этом переключатель Alike (Однотипные) предназначен для перемещения маркеров только того же типа (входящие или выходящие), что и выбранный. Переключатель All (Все) позволяет одновременно перемещать все маркеры выделенных вершин, независимо от типа.

Параметр Area Selection (Выделение по области) предназначен для выделения всех вершин внутри заданной области. Радиус этой области определяется в соответствующем поле. Если установлен флажок Segment End (Конец сегмента), то при щелчке на сегменте оказывается выделенной его вершина. Обратите внимание на то, что выделяется ближайшая к указанному сегменту вершина. Это удобно в тех случаях, когда выбираемая вершина находится близко к остальным. Щелчок на кнопке Select By (Выделить по) открывает диалоговое окно с кнопками Segment и Spline. С их помощью можно выделить сразу все вершины выбранного сплайна или сегмента.

Параметр Show Vertex Numbers (Показать номера вершин) позволяет показать номера вершин сплайна — либо всех, либо только выделенных (флажок Selected Only). Это может пригодиться, например, для того, чтобы лучше понять конструкцию сплайна и при необходимости удалить ненужные вершины.

На заметку

Порядок расположения вершин имеет критически важное значение для определения направления, в котором следуют сечения, созданные командами Loft и Sweep. Первая вершина сплайна всегда обозначается желтым цветом.

На рис. 12.17 демонстрируется простая фигура Star (Звезда), преобразованная в редактируемый сплайн. Слева показан сплайн в режиме редактирования вершин (Vertex). Все вершины этого сплайна помечены знаком "+", а конечная точка — маленьким квадратом. В центре находится сплайн с пронумерованными вершинами. Вершины сплайна, изображенного справа, пронумерованы в обратном порядке после щелчка на кнопке Reverse (в режиме редактирования сплайнов (Spline)).

И наконец, в самом низу разворачивающейся панели Selection находится информационная строка, которая сообщает о текущем количестве выделенных объектов и о том, замкнут ли сплайн.

На заметку

С помощью разворачивающейся панели Soft Selection можно изменять соседние невыделенные подчиненные объекты при перемещении выделенных. Подробнее об этой разворачивающейся панели вы сможете прочитать в главе 10.

## Управление геометрией сплайнов

Основные параметры редактирования сплайнов расположены в разворачивающейся панели **Geometry** (Геометрия). Многочисленные параметры этой панели (рис. 12.18) позволяют добавлять новые сплайны, присоединять к сплайну новые объекты, объединять вершины в одну, с помощью булевых операций обрезать и продолжать сплайны — словом, делать все, что заблагорассудится. В зависимости от выбранного типа подчиненных объектов, некоторые кнопки панели **Geometry** могут быть недоступны. В дополнение к специальным кнопкам, доступным только для конкретного типа подчиненных объектов, разворачивающаяся панель **Geometry** содержит и кнопки, доступные в нескольких режимах редактирования.



Рис. 12.17. Несколько сплайновых фигур с отображенными номерами вершин

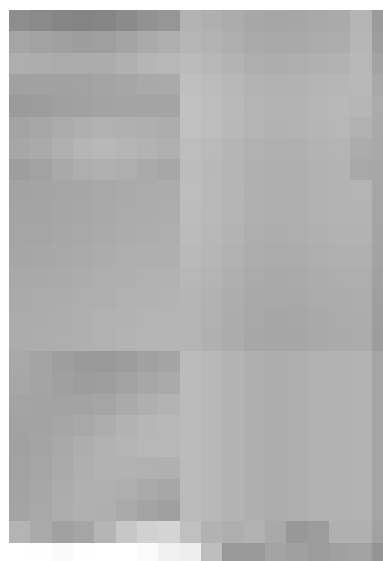


Рис. 12.18. Большинство средств управления редактируемыми сплайнами сосредоточено в разворачивающейся панели **Geometry**



Команды квадменю предоставляют наиболее быстрый и простой доступ к основным компонентам подчиненных объектов.

### Кнопка **Create Line**

В процессе редактирования к сплайнам можно добавлять новые линии. Для этого щелкните на кнопке **Create Line** (Создать линию), а затем поочередно на вершинах, которые необходимо соединить линией. Заметим, что за один раз можно создать и несколько линий. Для выхода из данного режима щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции. Любая новая линия может быть самостоятельным сплайном или входить в состав уже существующего.

### Кнопка **Break**

При желании контур сплайна можно разорвать, щелкнув сначала на кнопке **Break** (Разорвать), а затем в точке его предполагаемого разрыва. При этом, если в качестве точки разрыва

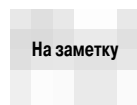
выбрана вершина, сплайн разрывается, и на концах разорванных сегментов появляется по новой вершине. В свою очередь, щелкнув на сегменте сплайна, вы добавите к нему новую вершину, тем самым разбив сегмент на две части. Для выхода из данного режима щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции или еще раз щелкните на кнопке **Break**. Эта кнопка предусмотрена для подчиненных объектов типа **Vertex** и **Segment**.

## Кнопки **Attach** и **Attach Mult.**

Эти кнопки предназначены для присоединения сплайнов к текущей выделенной фигуре. Чтобы перейти в режим присоединения, выделите фигуру, к которой необходимо присоединить сплайн, и щелкните на кнопке **Attach** (Присоединить) (обратите внимание на изменение формы указателя мыши). После этого щелкните на объектах, которые требуется присоединить. Параметр **Reorient** (Переориентировать) подстраивает локальную систему координат объекта под координатную систему текущей фигуры, при необходимости поворачивая объект соответствующим образом.

Кнопка **Attach** может пригодиться, например, для того, чтобы объединить в один объект сплайны для выполнения над ними булевых операций (кнопка **Boolean**). Заметим, что кнопка **Attach** доступна для всех режимов редактирования.

Кнопка **Attach Mult.** (Присоединить несколько) позволяет одновременно присоединить несколько сплайнов. При щелчке на ней появляется диалоговое окно **Attach Multiple** (Присоединение нескольких объектов), которое во многом напоминает диалоговое окно **Select Objects** (Выделить объекты). Выберите из списка объекты, которые следует присоединить к текущей фигуре, а затем щелкните на кнопке **Attach Mult.** Для выхода из режима присоединения еще раз щелкните на кнопке **Attach Mult.** или щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции. Эта кнопка, как и предыдущая, доступна для всех трех режимов редактирования.



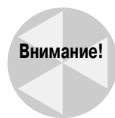
На заметку

Если присоединяемый сплайн содержит материал, то в процессе присоединения появляется диалоговое окно с вариантами продолжения работы: соотнести идентификаторы материалов с материалами, соотнести материалы с идентификаторами материалов, не изменять идентификаторы материалов или сами материалы. Подробнее о присвоении материалов вы сможете прочитать в главе 14.

## Кнопка **Cross Section**

Работает эта кнопка так же, как модификатор сечения, т.е. создает сплайны между сечениями объекта. Допустим, что для моделирования баскетбольной корзины вы создали несколько круглых сечений с постоянно уменьшающимся диаметром. Чтобы соединить сечения, включите их в состав одного редактируемого сплайна, т.е. щелкните на кнопке **Cross Section** (Перекрестное сечение) и выберите последовательно все круглые сечения. Для выхода из режима присоединения сечений еще раз щелкните на кнопке **Cross Section** или щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции.

В группе переключателей **New Vertex Type** (Новый тип вершины) в верхней части разворачивающейся вкладки **Geometry** можно указать тип вершин, которые располагаются в новом сплайне между сечениями.



Внимание!

Созданные таким образом сплайны между сечениями на самом деле не связаны. Чтобы их связать, используйте компонент **Weld**.

После создания сплайны можно преобразовать в поверхности.

## Параметр Automatic Welding

В работе над поверхностями обычно используются закрытые сплайны. Для создания закрытого сплайна установите флажок **Automatic Welding** (Автоматическое объединение) раздела **End Point Auto-Welding** (Конечная точка автоматического объединения). Это позволит автоматически объединять конечные точки сплайна, расположенные друг от друга на расстоянии порогового значения (поле **Threshold** (Порог)).

## Кнопка Insert

С помощью этой кнопки к выделенному сплайну можно добавить несколько вершин. Для добавления новой вершины щелкните на кнопке **Insert** (Вставить), после чего щелкните в том месте сплайна, куда необходимо вставить новую вершину. Затем, перемещая или перетаскивая указатель, отметьте расположение новой вершины и вновь щелкните кнопкой мыши. Запомним, что вершины, созданные простым щелчком мыши, имеют тип **Corner**, в то время как вершины, созданные с помощью перетаскивания, принадлежат к типу **Bezier**.

Перетаскивая или перемещая указатель, к данному сегменту можно добавить еще несколько новых вершин. Чтобы перейти к другому сегменту сплайна, щелкните правой кнопкой мыши, не выходя из режима вставки. Для выхода из режима вставки еще раз щелкните либо правой кнопкой мыши в окне проекции, либо на кнопке **Insert**.

## Упражнение: использование сечений для создания круглой дверной ручки

Сечения сложного объекта можно объединять с помощью кнопки **Cross Section** и редактируемого сплайна, модификатора **Cross Section** или модификатора **Loft**. Каждый метод имеет преимущества и недостатки, однако наиболее простым и эффективным является использование кнопки **Cross Section**.

Чтобы создать модель круглой дверной ручки, выполните ряд действий.

1. Щелкните правой кнопкой мыши на любой кнопке привязки основной панели инструментов. В появившемся диалоговом окне **Grid and Snap Settings** (Параметры сетки и привязки) установите флажок **Grid Points** (Точки сетки). Закройте окно и щелкните на кнопке **Snap Toggle** (Переключатель привязки) основной панели инструментов (или нажмите клавишу <S>), чтобы включить режим привязки к сетке.
2. Выберите команду меню **Create**⇒**Shapes**⇒**Circle** (Создать⇒Фигуры⇒Окружность) и в окне проекции **Top** перетащите указатель мыши, чтобы создать маленькую окружность. Создайте еще две окружности: одну с таким же размером, а другую чуть больше.
3. Выберите команду меню **Create**⇒**Shapes**⇒**Rectangle** (Создать⇒Фигуры⇒Прямоугольник) и в окне проекции **Top** перетащите указатель мыши, удерживая нажатой клавишу <Ctrl>, чтобы создать квадрат меньше первой окружности. Повторите этот этап для создания другого квадрата с таким же размером. Чтобы упростить выравнивание квадратов, установите флажок **Center** в разворачивающейся панели **Creation Method**.
4. Щелкните на кнопке **Select and Move** (<W>) основной панели инструментов и перетащите вверх фигуры в окне проекции **Left** в таком порядке: квадрат, квадрат, малая окружность, большая окружность и малая окружность. Квадраты расположите с интервалом, равным толщине двери, а окружности — с интервалом, равным толщине ручки.
5. Выберите самый нижний квадрат, щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду **Convert To**⇒**Convert To Editable Spline** (Преобразовать⇒Преобразовать в редактируемый сплайн).

6. В разворачивающейся панели **Geometry** щелкните на кнопке **Attach** и выберите все остальные фигуры, чтобы включить их в состав нового сложного объекта, т.е. редактируемого сплайна.
7. Поверните вид в окне проекции **Perspective** для более удобного просмотра всех фигур.
8. Выберите переключатель **Linear** (Линейный) в разделе **New Vertex Type** (Новый тип вершины) разворачивающейся панели **Geometry** и щелкните на кнопке **Cross Section**. Щелкните на самом нижнем квадрате в окне проекции **Perspective**, затем на квадрате выше и на самой малой окружности. В результате будет создан линейный сплайн, который соединяет три фигуры сечения ручки. Чтобы прекратить соединение сечений, щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции **Perspective**.
9. Выберите переключатель **Bezier** в разделе **New Vertex Type** разворачивающейся панели **Geometry** и щелкните на кнопке **Cross Section**. Щелкните на самой нижней окружности в окне проекции **Perspective**, затем на окружности большего размера и на самой малой окружности. В результате будет создан сплайн, который гладко соединяет три фигуры сечения ручки. Чтобы прекратить соединение сечений, щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции **Perspective**.

На рис. 12.19 показаны сплайны между разными сечениями. Основное преимущество использования метода на основе редактируемого сплайна заключается в том, что вам не нужно точно задавать порядок сечений. Достаточно щелкать на сечениях в порядке их расположения.

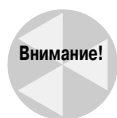


*Рис. 12.19. Применение кнопки **Cross Section** для редактируемых сплайнов позволяет создавать сплайны, гладко соединяющие несколько сечений*

## Редактирование вершин

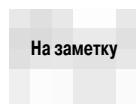
Для того чтобы перейти в режим редактирования вершин, щелкните на подчиненном объекте **Vertex** (Вершина) в стеке модификаторов или же на кнопке **Vertex** разворачивающейся панели **Selection** (<1>). После того как выбран тип подчиненного объекта **Vertex**, для перемещения вершин воспользуйтесь кнопкой **Select and Move** (Выделить и переместить) основной панели инструментов. Разумеется, при перемещении вершины соответствующий сегмент сплайна последует за ней.

Чтобы изменить тип вершины, щелкните правой кнопкой мыши и из появившегося меню выберите нужный элемент: **Corner**, **Smooth**, **Bezier** или **Corner Bezier**.



В группе переключателей **New Vertex Type** (Тип новой вершины) в верхней части разворачивающейся панели **Geometry** можно указать тип только новых вершин, созданных с помощью копирования сегментов и сплайнов либо с помощью кнопки **Cross Section**. К сожалению, эти переключатели нельзя использовать для изменения типа уже существующих вершин.

При выделении вершины типа **Bezier** или **Bezier Corner** с двух сторон от нее появляются зеленые маркеры, перетаскивая которые можно регулировать кривизну сегмента сплайна. У вершин типа **Bezier** оба маркера расположены на одной линии, в отличие от вершин **Corner Bezier**, за счет чего в последнем случае можно создавать острые углы.



Удерживая нажатой клавишу <Shift> при перетаскивании маркеров, можно изменять кривизну сегментов, прилегающих к вершине, независимо друг от друга. Это может пригодиться, скажем, для создания “острых” изгибов.

На рис. 12.20 иллюстрируется принцип использования вершин типа **Bezier** или **Bezier Corner**. Слева изображена выделенная окружность с маркерами по обеим сторонам каждой вершины. Следующая окружность показана после перемещения одного из маркеров. Маркеры вершин типа **Bezier** связаны друг с другом, поэтому при перемещении одного маркера вершины вверх, другой опускается вниз. Третьей изображена окружность после перемещения одного из независимых маркеров вершины типа **Bezier Corner**, что позволяет создавать острые углы. Следующая окружность показана после перемещения двух независимых маркеров вершины типа **Bezier Corner**, но с установленным флажком **Lock Handles** (Блокировать маркеры) и выбранным переключателем **Alike** (Однотипные) в разворачивающейся панели **Selection**. Это позволяет согласованно перемещать независимые маркеры одного типа (т.е. расположенные с одной стороны, например слева) для выделенных вершин типа **Bezier Corner**. Последней изображена окружность после перемещения всех маркеров выделенных вершин, но с установленным флажком **Lock Handles** (Блокировать маркеры) и выбранным переключателем **All** (Все).

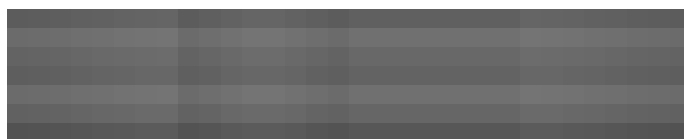


Рис. 12.20. Перемещение маркеров вершин сплайна при использовании разных параметров разворачивающейся панели **Selection**

В меню содержится команда **Reset Tangents** (Сбросить касательные), которая позволяет вернуться к исходным (т.е. до перемещения маркеров) направлениям касательных к вершинам.

## Кнопка Refine

Эта кнопка предназначена для добавления вершин к сплайну без изменения его кривизны, что позволяет точнее задавать расположение частей сплайна. После щелчка на кнопке **Refine** (Улучшать) достаточно щелкнуть в окне проекции, и на сплайне появится новая вершина.

Параметр **Connect** (Соединить) соединяет все добавленные вершины новым сплайном. При установленном флажке **Connect** активизируются и такие параметры, как **Linear** (Линейный), **Closed** (Замкнутый), **Bind first** (Привязать первую вершину) и **Bind last** (Привязать последнюю вершину). Параметр **Linear** соединяет новые вершины прямыми линиями. Параметр **Closed** создает замкнутую фигуру, соединяя первую и последнюю вершины нового сплайна. И наконец, параметры **Bind first** и **Bind last** позволяют привязывать соответственно первую или последнюю вершину нового сплайна к середине выделенного сегмента. Обратите внимание, что кнопка **Refine** доступна только для редактирования на уровне вершин или сегментов.

## Кнопки Weld и Fuse

Если две крайние или смежные вершины сплайна выделены и находятся в пределах определенного порогового расстояния, с помощью кнопки **Weld** (Объединить) их можно “слить” в одну. Пороговое расстояние определяется значением в поле, расположенном справа от кнопки **Weld**. Заметим, что подобным образом можно объединить и несколько вершин. Кроме того, объединять крайние вершины сплайна можно и по-другому. Для этого установите одну из вершин поверх другой. Если расстояние между вершинами окажется меньше порогового, на экране появится диалоговое окно с запросом, объединить ли вершины в одну. Чтобы объединить вершины, щелкните на кнопке **Yes**.

Кнопка **Fuse** (Стянуть) работает аналогично кнопке **Weld**. Единственное различие заключается в том, что кнопка **Fuse** не удаляет вершины, а располагает их друг на друге в центре между исходным расположением вершин.

На рис. 12.21 показана звезда, у которой выделены все нижние вершины (слева), выделенные вершины с помощью кнопки **Weld** объединены (посередине) и с помощью кнопки **Fuse** стянуты (справа). Количество стянутых вершин (в данном случае 5) показано в нижней части разворачивающейся панели **Selection**.



Рис. 12.21. С помощью кнопок **Fuse** и **Weld** несколько вершин звезды превратились в одну

При желании некоторые вершины сплайна можно поместить в одно и то же место — достаточно лишь выделить необходимые вершины и щелкнуть на кнопке **Fuse**. Точка, в которую стягиваются вершины, выбирается как средняя между ними. Напомним, что с помощью кнопки **Weld** стянутые вершины можно преобразовать в одну.

## Кнопка Connect

Эта кнопка позволяет соединить новым сегментом крайние вершины сплайна. Кнопка **Connect** (Соединить) применяется только для соединения конечных, а не внутренних точек сплайна. Итак, чтобы соединить концы сплайна, щелкните на кнопке **Connect**, а затем перетащите указатель мыши от одного конца сплайна к другому (при попадании на необходимую



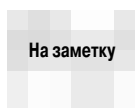
вершину форма указателя мыши изменится на крестообразную) и отпустите кнопку мыши. Для того чтобы выйти из этого режима, еще раз щелкните на кнопке **Connect** или же просто щелкните правой кнопкой мыши в любом месте окна проекции. На рис. 12.22 показана звезда (слева), созданная с помощью примитива **Line** (Линия); линия, полученная при перетаскивании указателя мыши (обратите внимание на форму указателя мыши), изображена посередине; окончательный результат — справа.



Рис. 12.22. Кнопка **Connect** используется для соединения первой и последней вершин сплайна

## Кнопка **Make First**

Как уже отмечалось, параметр **Show Vertex Numbers** предназначен для отображения номеров вершин сплайна. Первая вершина обозначается квадратиком. С помощью кнопки **Make First** (Сделать первой) в качестве первой можно выбрать любую другую вершину сплайна; для этого выделите ее и щелкните на кнопке **Make First**. Если же будет выделено больше одной вершины, то щелчок на кнопке **Make First** ни к чему не приведет. Заметим, что для разомкнутых сплайнов первой можно сделать только одну из конечных вершин, в то время как для замкнутых фигур в качестве первой можно выбрать любую вершину.



Знание того, какая вершина сплайна является первой, имеет огромное значение. Именно первая вершина определяет начальную точку пути для анимации и построения объектов на основе опорных сечений.

## Кнопка **Cycle**

Если выделена какая-нибудь вершина сплайна, то с помощью кнопки **Cycle** (Цикл) можно выделить следующую по порядку вершину. Заметим, что при использовании кнопки **Cycle** как для разомкнутых, так и для замкнутых фигур выполняются аналогичные действия: при достижении последней вершины сплайна снова будет выделена первая вершина, затем вторая и т.д. Номер текущей выделенной вершины отображается в нижней части разворачивающейся панели **Selection**. Кнопка **Cycle** может пригодиться, скажем, для выделения конкретной вершины из числа нескольких расположенных близко друг от друга вершин (например, стянутых с помощью кнопки **Fuse**).

## Кнопка **CrossInsert**

Пусть два сплайна, которые являются частью одной фигуры, пересекаются. С помощью кнопки **CrossInsert** (Пересечение) к каждому из них в точку пересечения можно добавить по одной вершине; для этого щелкните на кнопке **CrossInsert**, а затем в точке пересечения сплайнов. Расстояние между сплайнами не должно превышать порогового значения, которое устанавливается в поле, расположенном справа от кнопки. Заметим, что при этом сплайны не присоединяются друг к другу; к каждому из них просто добавляется по новой вершине. Чтобы действительно объединить сплайны, воспользуйтесь кнопкой **Weld**. Для выхода из этого режима, как обычно, щелкните либо на кнопке **CrossInsert**, либо правой кнопкой мыши где-нибудь в окне

проекции. На рис. 12.23 показано, как с помощью кнопки **CrossInsert** новые вершины добавлены в точки пересечения двух эллипсов. Обратите внимание на то, что после использования кнопки **CrossInsert** каждый эллипс имеет не четыре, как обычно, а восемь вершин.



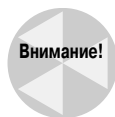
Рис. 12.23. Кнопка **CrossInsert** позволяет добавить новые вершины в точки пересечения двух сплайнов, относящихся к одной и той же фигуре

## Кнопка **Fillet**

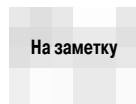
Используется для закругления острых углов сплайна. Для этого щелкните на кнопке **Fillet** (Закругление), затем щелкните на вершине сплайна и перетащите указатель мыши вверх. Чем дальше вы перетащите указатель мыши, тем большим будет закругление. Кроме того, радиус закругления можно указать в поле, расположенном справа от кнопки **Fillet**. При этом закругление будет применено ко всем выделенным вершинам. Максимальное значение закругления зависит от геометрии сплайна. Чтобы выйти из режима закругления, снова щелкните или на кнопке **Fillet**, или правой кнопкой мыши в любом месте окна проекции. На рис. 12.24 (слева направо) показана восьмиконечная звезда после использования кнопки **Fillet** со значениями закругления 10, 15 и 20. Обратите внимание, что каждая выделенная вершина разделена на две.



Рис. 12.24. Кнопка **Fillet** позволяет закруглить углы фигуры



Не рекомендуется применять эту команду несколько раз к выделенным вершинам. Если новые вершины начнут пересекаться, то нарушится ориентация нормалей, что может привести к возникновению проблем при использовании модификаторов.



Одновременно закруглить несколько вершин можно, выделив их и перетащив указатель мыши на величину радиуса закругления.

## Кнопка **Chamfer**

Эта кнопка во многом подобна кнопке **Fillet** (за исключением того, что острые углы сплайнов не закругляются, а “срезаются”). Чтобы применить скашивание, щелкните на кнопке **Chamfer** (Скос), а затем, как и раньше, щелкните на вершине и перетащите указатель на величину скоса. Помимо этого, значение скоса можно указать и в поле, расположенном справа от кнопки **Chamfer**. Для выхода из данного режима щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции или еще раз щелкните на кнопке **Chamfer**. Результат применения кнопки **Chamfer** к восьмиконечной звезде с теми же параметрами (10, 15 и 20) показан на рис. 12.25.



Рис. 12.25. С помощью кнопки *Chamfer* можно изменить вид углов сплайна

## Кнопки Copy и Paste раздела Tangent

Если для точного расположения маркеров одних вершин типа Bezier или Bezier Corner затрачено много усилий, то для такого же точного расположения маркеров других вершин потребуется затратить не меньше времени и усилий. Однако с помощью кнопок Copy (Копировать) и Paste (Вставить) можно копировать и вставлять касательные между разными маркерами. Чтобы осуществить это на практике, просто выделите копируемый маркер и щелкните на кнопке Copy, а затем выделите другой маркер (который нужно расположить так же) и щелкните на кнопке Paste. Если установлен флажок Paste Length (Вставить длину), то вместе с направлением касательной копируется длина маркера вдоль касательной.

## Кнопки Hide/Unhide All

Как следует из названия, эти кнопки применяются для сокрытия отдельных подчиненных объектов сплайна. Кнопки Hide/Unhide All (Скрыть/Показать все) доступны для всех типов подчиненных объектов. Чтобы скрыть какой-нибудь подчиненный объект, выделите его и щелкните на кнопке Hide, а чтобы отобразить все скрытые объекты, щелкните на кнопке Unhide All.

## Кнопки Bind/Unbind

Кнопка Bind (Привязать) используется для того, чтобы прикрепить одну из крайних вершин сплайна к середине какого-нибудь сегмента. Соответствующая вершина превращается в привязанную и, следовательно, может перемещаться только вместе с самим сегментом. Итак, чтобы привязать вершину, щелкните на кнопке Bind, а затем перетащите указатель от вершины до сегмента, к которому ее необходимо прикрепить. Снять прикрепление можно, щелкнув на кнопке Unbind (Снять привязку). Чтобы выйти из данного режима, как всегда, щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции или еще раз щелкните на кнопке Bind.

На рис. 12.26 показан примитив Circle, преобразованный в редактируемый сплайн (Editable Spline). Вначале с помощью кнопки Break (Разорвать) контур окружности был разорван возле ее первой вершины. Затем с помощью кнопки Bind первая вершина была привязана к сегменту в противоположной части окружности. Теперь при любом перемещении сплайна или его подчиненных объектов первая вершина останется привязанной к середине этого сегмента.

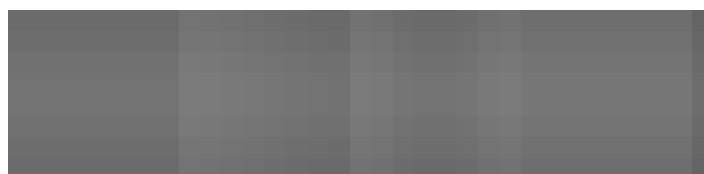


Рис. 12.26. С помощью кнопки *Bind* один из концов разорванной окружности был привязан к сегменту

## Кнопка Delete

Кнопка Delete (Удалить) предназначена для удаления выделенных подчиненных объектов (вершин, сегментов или сплайнов) и доступна для всех типов подчиненных объектов.

## Параметр Show Selected Segs

Если флажок Show Selected Segs (Показать выделенные сегменты) установлен, такие сегменты отображаются как выделенные и в режиме редактирования на уровне вершин. Это может пригодиться, например, при отслеживании сегментов во время перемещения вершин.

## Упражнение: создание звездочки ниндзя

Если вы увлекаетесь бойцовыми играми (создаете или играете в них), то, возможно, глядя на примитив **Star**, подумаете, что из него можно создать прекрасную звездочку для ниндзя или по крайней мере притворитесь, что вы так подумали, и выполните ряд действий.

1. Щелкните правой кнопкой мыши на любой кнопке привязки основной панели инструментов. В появившемся диалоговом окне **Grid and Snap Settings** установите флажок **Grid Points**. Закройте окно и щелкните на кнопке **Snap Toggle** основной панели инструментов (или нажмите клавишу <S>), чтобы включить режим привязки к сетке.
2. Выберите команду меню **Create⇒Shapes⇒Circle** и в центре окна проекции **Top** перетащите указатель мыши, чтобы создать окружность.
3. Выберите команду меню **Create⇒Shapes⇒Star** и в центре окна проекции **Top** перетащите указатель мыши, чтобы создать звезду с центром, расположенным в центре окружности. Задайте для звезды втрое больший размер, чем размер окружности. Введите значение 10 в поле **Points** в разворачивающейся панели **Parameters**.
4. Выберите звезду, щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду квадмению **Convert To⇒Convert To Editable Spline**. Активизируйте вкладку **Modify** панели **Command**, в разворачивающейся панели **Geometry** щелкните на кнопке **Attach** и выберите окружность, чтобы включить ее в состав нового сложного объекта, т.е. редактируемого сплайна. Затем для активизации режима редактирования вершин нажмите клавишу <1> или щелкните на кнопке **Vertex** разворачивающейся панели **Selection**.
5. В разворачивающейся панели **Geometry** щелкните на кнопке **Create Line** (Создать линию), затем на верхней и нижней вершинах окружности. Щелкните правой кнопкой мыши для того, чтобы закончить построение линии. Еще раз щелкните правой кнопкой мыши в любой части окна проекции, чтобы выйти из режима построения линии.
6. Выделите верхнюю вершину только что созданной линии. Выделить необходимо именно вершину линии, а не окружности (для поиска нужной вершины воспользуйтесь кнопкой **Cycle**). Щелкните на этой вершине правой кнопкой мыши и из появившегося квадмению выберите команду **Bezier** (Безье). Перетащите маркер вершины линии на левую вершину окружности. Прделайте аналогичные действия с нижней вершиной линии и перетащите ее маркер на правую вершину окружности для создания символа инь-ян в центре звездочки.
7. Удерживая нажатой клавишу <Ctrl>, выделите все внутренние вершины звезды. Щелкните на кнопке **Chamfer**, в поле справа от этой кнопки введите 15 и нажмите клавишу <Enter>.

На рис. 12.27 показана получившаяся звездочка.



Рис. 12.27. Звездочка ниндзя готова

## Редактирование сегментов

Чтобы отредактировать сегмент сплайна, необходимо войти в режим редактирования сегментов. Для этого щелкните на подчиненном объекте **Segment** в стеке модификаторов или же на кнопке **Segment** разворачивающейся панели **Selection**. Повторный щелчок на любом из этих элементов выводит из режима редактирования сегментов. Напомним, что *сегмент* (*segment*) — это линия или ребро, которые соединяют две вершины сплайна. Многие приемы редактирования вершин с успехом применяются и для сегментов. Подобно вершинам, сегменты выделяются с помощью щелчка кнопкой мыши при нажатой клавише <Ctrl>, а удаляются из набора выделенных объектов при нажатой клавише <Alt>. Кроме того, щелкнув на сегменте при нажатой клавише <Shift>, его можно скопировать. Все клонированные сегменты остаются частями редактируемого сплайна.

Как вы уже успели заметить, сегмент сплайна может быть как прямой линией, так и кривой. Изменить тип линии, образующей сегмент, можно, щелкнув на сегменте правой кнопкой мыши и выбрав из появившегося квадменю команду **Line** (Прямая) или **Curve** (Кривая). Обратите внимание, что тип сегмента, созданного с помощью вершин типа **Corner**, изменить на **Curve** нельзя, в то время как типы сегментов, образованных вершинами типа **Smooth** или **Bezier**, можно изменять как угодно.

Некоторые кнопки разворачивающейся панели **Geometry** доступны для редактирования подчиненных объектов другого типа.

## Флажок **Connect** раздела **Connect Copy**

Если этот флажок установлен при создании копии сегмента путем перемещения указателя мыши при нажатой клавише <Shift>, то созданный сегмент-копия будет связан с сегментом-

оригиналом. Например, создание копии горизонтального отрезка при строго вертикальном перемещении приводит к созданию прямоугольника. Учтите, что вершины копии и оригинала при этом не объединяются.

## Кнопка Divide

Доступна только в режиме редактирования сегментов. С помощью этой кнопки к выделенному сегменту или сегментам можно добавить заданное количество вершин, разделив таким образом каждый сегмент на несколько частей. Пример выполнения этой операции с помощью кнопки Divide (Разделить) показан на рис. 12.28. После выделения всех сторон ромба введите в поле значение 1, а затем щелкните на кнопке Divide.



Рис. 12.28. Кнопка *Divide* позволяет увеличивать количество сегментов сплайна

## Кнопка Detach

С помощью этой кнопки выделенные подчиненные объекты отсоединяются от объекта, которому они принадлежат. Щелкнув на кнопке Detach (Отсоединить), вы увидите диалоговое окно с тем же названием, в котором необходимо указать имя нового, отсоединенного, объекта. Если же при отсоединении флажок Same Shp (Та же фигура) будет установлен, отсоединенные сегменты по-прежнему останутся частью исходной фигуры. Параметр Reorient (Переориентация) предназначен для подстраивания системы координат нового объекта под систему координат текущей сетки. И наконец, параметр Copy создает и отсоединяет копию выделенного сегмента.

Кнопка Detach доступна в режимах редактирования на уровне сплайнов или сегментов.

## Упражнение: создание модели цветка с помощью флажка Connect раздела Connect Copy

Для демонстрации возможностей соединения сегментов и сплайнов при их копировании попробуем создать модель простого цветка на основе окружности и с помощью флажка Connect раздела Connect Copy.

Чтобы создать простой цветок, выполните описанные ниже действия.

1. Выберите команду меню Create⇒Shapes⇒Circle и в центре окна проекции Top перетащите указатель мыши, чтобы создать окружность.
2. Выберите звезду, щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду квадменю Convert To⇒Convert To Editable Spline.
3. Чтобы активизировать режим редактирования сегментов, либо выберите элемент Segment в стеке модификаторов, либо нажмите клавишу <2>, либо щелкните на кнопке Segment разворачивающейся панели Selection. Затем установите флажок Connect раздела Connect Copy.
4. Выберите один сегмент окружности и перетащите его наружу при нажатой клавише <Shift>. Повторите это действие для остальных сегментов окружности.

На рис. 12.29 показан результат выполнения этих действий. Как видите, установка флажка Connect раздела Connect Copy упрощает процесс соединения новых сегментов со старыми.



Рис. 12.29. С помощью флажка **Connect** раздела **Connect Copy** можно соединить скопированные сегменты с оригиналами

## Разворачивающаяся панель **Surface Properties**

Эта панель предназначена для подчиненных объектов типа “сегмент” или “сплайн”. С ее помощью можно присвоить подчиненному объекту идентификатор материала. Материалы с кодами используются для присвоения объекту нескольких материалов с помощью компонента **Multi/Sub-Object** (Многокомпонентный) диалогового окна **Material Editor** (Редактор материалов).

Дополнительная информация

Информация об идентификаторах материалов представлена в главе 15.

С помощью кнопки **Select ID** (Идентификатор выделения) и списка идентификаторов материалов справа от него можно находить и выделять все подчиненные объекты с заданным идентификатором. Достаточно просто выбрать нужный идентификатор в списке и щелкнуть на кнопке **Select ID**. В результате будут выделены все сегменты (или сплайны) с данным идентификатором. Под кнопкой **Select ID** и списком идентификаторов располагается список имен материалов, в котором материал можно выбрать по его имени. Если установлен флажок **Clear Selection** (Очистка выделения), то при выборе каждого нового идентификатора или имени материала отменяется текущее выделение. В противном случае к текущему выделению при выборе каждого нового идентификатора или имени материала добавляются новые элементы.

## Редактирование подчиненных объектов типа Spline

Чтобы перейти в режим редактирования подчиненных сплайнов, щелкните на подчиненном объекте типа Spline в стеке модификаторов или на кнопке Spline разворачивающейся панели Selection. Редактирование сплайновой фигуры, состоящей только из одного сплайна, происходит точно так же, как и в обычном режиме. Редактирование сложной фигуры, состоящей из нескольких сплайнов, позволяет работать с отдельными сплайнами этой фигуры. Щелкнув на сплайне правой кнопкой мыши, можно изменить его тип на Curve или Line, выбрав соответствующую команду из появившегося квадменю. Параметр Curve преобразует все вершины сплайна в вершины типа Bezier, а параметр Line — в вершины типа Corner. Многие возможности редактирования, рассмотренные выше, доступны и для редактирования на уровне сплайнов. Поэтому ограничимся только описанием нескольких специфических параметров разворачивающейся панели Geometry.

### Кнопка Reverse

С помощью этой кнопки, доступной только в режиме редактирования подчиненных сплайнов, можно пронумеровать вершины сплайна в обратном порядке. Например, если вершины окружности пронумерованы от 1 до 4 по часовой стрелке, после применения кнопки Reverse (Обратный порядок) они будут пронумерованы против часовой стрелки. Порядок нумерации вершин имеет большое значение. Именно первая вершина определяет начальную точку пути для анимации и построения объектов на основе опорных сечений.

### Кнопка Outline

Эта кнопка применяется для создания копий сплайна с заданным отступом. Расстояние от исходного сплайна до границ нового контура определяется с помощью перетаскивания или задается в поле, расположенном справа от кнопки Outline (Контур). Обратите внимание на параметр Center (Центр), который находится под полем. Если флажок Center снят, первоначальный сплайн остается, а новый контур помещается на заданное расстояние от оригинала. Если же флажок Center установлен, первоначальный сплайн удаляется, и два новых контура помещаются по обеим сторонам сплайна на середине заданного расстояния. Для выхода из данного режима щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции или еще раз щелкните на кнопке Outline. На рис. 12.30 представлены результаты применения этой кнопки. Флажок Center установлен только для крайней справа фигуры.



Рис. 12.30. С помощью кнопки Outline можно создавать контуры вокруг сплайнов

### Кнопка Boolean

Булевы (или логические) операции предназначены для работы с несколькими пересекающимися сплайнами. С помощью булевых операций можно объединить несколько сплайнов в






один (операция объединения), удалить область пересечения сплайнов (операция вычитания) и удалить все, кроме области пересечения сплайнов (операция пересечения).

**Дополнительная информация**

Булевы операции можно проводить и над трехмерными объектами. Подробнее это описано в главе 26.

Булевы операции применяются к пересекающимся замкнутым сплайнам, являющимся частями одной фигуры. Кнопка **Boolean** (Булевы операции) предназначена для выполнения следующих операций: **Union** (Объединение), **Subtraction** (Вычитание) или **Intersection** (Пересечение). Кнопки, с помощью которых выполняют эти три операции, представлены в табл. 12.3. Кнопка **Union** объединяет области, ограниченные сплайнами, в одну. Кнопка **Subtraction** от области, ограниченной первым сплайном, отрезает область, принадлежащую второму сплайну. И наконец, кнопка **Intersection** оставляет только область, общую для обоих сплайнов.

**Таблица 12.3. Кнопки булевых операций**

Кнопка	Название
	Union (Объединение)
	Subtraction (Вычитание)
	Intersection (Пересечение)

Для выполнения таких операций выделите один из сплайнов и выберите необходимую булеву операцию, щелкнув на соответствующей кнопке. Затем щелкните на кнопке **Boolean** и выделите второй сплайн. В зависимости от выбранной операции, программа выполнит одно из следующих действий: удалит границы пересечения сплайнов, удалит область, ограниченную вторым сплайном, включая и пересечение, или оставит только пересечение. Чтобы выйти из данного режима, щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции.

**На заметку**

Напомним, что булевы операции применяются только к замкнутым двумерным сплайнам.

На рис. 12.31 показаны результаты применения булевых операций к фигурам **Circle** (Окружность) и **Star** (Звезда). Первое слева изображение представляет фигуры в исходном состоянии, второе изображение — результат операции **Union**, третье (первой выделена окружность) и четвертое (первой выделена звезда) — результат операции **Subtraction**, пятое — результат операции **Intersection**.






*Рис. 12.31. Применение булевых операций к двум пересекающимся фигурам*

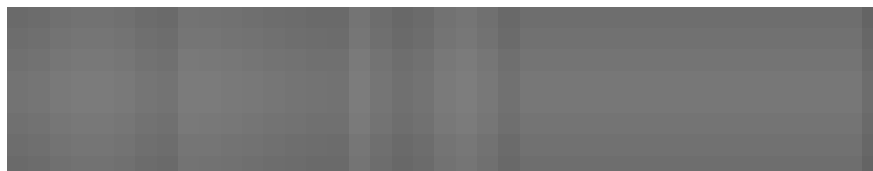
## Кнопка Mirror

Эта кнопка предназначена для зеркального отражения объекта относительно горизонтальной или вертикальной осей (или обеих сразу). Для того чтобы выполнить отражение, выделите сплайн, а затем обратитесь к разворачивающейся панели **Geometry**. Справа от кнопки **Mirror** (Отразить) расположены три кнопки меньшего размера, которые и определяют направление отражения: **Mirror Horizontally** (Отразить горизонтально), **Mirror Vertically** (Отразить вертикально) и **Mirror Both** (Отразить горизонтально и вертикально). Все эти кнопки приведены в табл. 12.4. Выберите направление отражения и щелкните на кнопке **Mirror**. Если при этом установлен флажок **Copy** (Копировать), будет создана, а затем отражена копия исходного объекта (расположение самого объекта не изменится). И наконец, рассмотрим параметр **About Pivot** (Относительно точки вращения). Если этот флажок установлен, отражение сплайна будет выполнено относительно точки вращения.

**Таблица 12.4. Кнопки направлений отражения**

Кнопка	Название
	Mirror Horizontally (Отразить горизонтально)
	Mirror Vertically (Отразить вертикально)
	Mirror Both (Отразить горизонтально и вертикально)

На рис. 12.32 показаны результаты отражения персонажа компьютерной игры Pacman по горизонтали, вертикали и в обоих направлениях. Для крайнего справа изображения флажок **About Pivot** был снят. Обратите внимание, как сплайн, изображающий глаз, отражен относительно собственной опорной точки.



*Рис. 12.32. Чтобы отразить фигуру, достаточно выбрать направление и щелкнуть на кнопке **Mirror***

## Кнопки Trim и Extend

В процессе моделирования иногда возникает необходимость удалить лишние части сплайнов, которые выходят за точку их пересечения. Кнопка **Trim** (Обрезать) предназначена для выполнения подобных операций над разомкнутыми сплайнами, принадлежащими одной фигуре. Чтобы воспользоваться данным средством, выделите два пересекающихся сплайна, щелкните на кнопке **Trim**, а затем на сегменте, который необходимо удалить. Сплайн будет обрезан до ближайшей точки пересечения. Для выхода из этого режима еще раз щелкните на кнопке **Trim** или же щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции. Напомним, что кнопка **Trim** доступна только в режиме редактирования на уровне сплайнов.



Рис. 12.33. С помощью кнопки *Trim* можно обрезать лишние части сплайнов

На рис. 12.33 показана окружность, пересекающая два эллипса. Секции двух эллипсов удалены с помощью кнопки *Trim*.

Действие кнопки *Extend* (Продолжить) противоположно действию кнопки *Trim*. Кнопка *Extend* позволяет продолжать сегмент сплайна до тех пор, пока он не пересечется с каким-нибудь другим (разумеется, если он существует). Чтобы это сделать, щелкните на кнопке *Extend*, а затем на последней вершине сплайна, который необходимо продолжить. Сплайн будет продолжен до ближайшего пересечения с сегментом этой же фигуры. Для выхода из данного режима щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции или еще раз щелкните на кнопке *Extend*.

Параметр *Infinite Bounds* (Бесконечное продолжение) предназначен для работы с кнопками *Trim* и *Extend*. Если такой флажок установлен, команды *Trim* и *Extend* выполняются так, будто оба открытых сплайна бесконечны (это может привести, например, к появлению точек пересечения сплайнов, которые на экране не пересекаются).

## Кнопка *Close*

Как и следовало ожидать, кнопка *Close* (Замкнуть) позволяет замкнуть сплайн, соединив сегментом его крайние вершины. Чтобы узнать, какая вершина является первой, установите флажок *Show Vertex Numbers* (Показать номера вершин) в разворачивающейся панели *Selection*. Эта кнопка напоминает кнопку *Connect* (Соединить), которая становится доступной в режиме редактирования вершин (*Vertex*). Но кнопка *Connect* соединяет конечную точку одного сплайна с конечной точкой другого, если оба этих сплайна принадлежат одному и тому же объекту *Editable Spline* (Редактируемый сплайн). Кнопка *Close* доступна только на уровне редактирования таких подчиненных объектов, как сплайн (*Spline*), и соединяет конечные точки каждого отдельного сплайна.

## Кнопка *Explode*

Действие этой кнопки подобно одновременному выбору команды *Detach* (Отсоединить) для всех подчиненных объектов типа *Spline*, входящих в состав сложной фигуры. С помощью кнопки *Explode* (Отсоединить все) сегменты подчиненного сплайна будут превращены в отдельные сплайны или объекты после выбора переключателя *Splines* или *Objects* соответственно. После выбора переключателя *Objects* на экране появится диалоговое окно *Explode*, в нем можно указать одинаковый префикс для имен всех отдельных объектов, к которому автоматически присоединяется двузначный порядковый номер.

## Упражнение: плетем паутину

Теперь, когда пришла пора познакомиться с редактированием на практике, попробуем побыть в роли паука — лучшего в мире создателя сплайнов. Соединяя тоненькие ниточки, пауки порой создают такие замысловатые узоры, что только диву даешься.

Чтобы с помощью сплайнов нарисовать паутину, выполните ряд действий.

1. Выберите команду меню **Create⇒Shapes⇒Circle** и в окне проекции **Front** перетащите указатель мыши, чтобы создать большую окружность для периметра паутины. Выберите окружность, щелкните правой кнопкой мыши и выберите команду **Convert To⇒Convert To Editable Spline**.
2. Щелкните на вкладке **Modify** и активизируйте режим редактирования сплайнов. Для этого в стеке модификаторов выделите элемент **Spline** или нажмите клавишу <3>.
3. В разворачивающейся панели **Geometry** щелкните на кнопке **Create Line**. Создайте линию, щелкнув в центре, а затем на границе окружности. Щелкните правой кнопкой мыши, чтобы закончить построение линии. Подобным образом создайте еще несколько радиальных линий (например, 12).
4. При активизированной кнопке **Create Line** щелкните в центре окружности и по спирали создайте несколько линий, щелкая на каждой встречающейся радиальной линии. Как только вы достигнете окружности, щелкните правой кнопкой мыши, чтобы закончить построение линии. Для выхода из режима построения линий щелкните правой кнопкой мыши еще раз.
5. Выделите окружность и щелкните на кнопке **Trim**. Затем щелкните на каждом сегменте линий, которые выходят за границу окружности. Таким образом вы удалите сегменты линий, выходящие за границу окружности.
6. В стеке модификаторов выберите элемент **Vertex** (или нажмите <1>) для активизации режима редактирования вершин. Выделите все вершины в центре окружности и щелкните на кнопках **Fuse** (Стянуть) и **Weld** (Объединить).

Готовая паутина показана на рис. 12.34. (Да уж, с настоящей и не сравнить. Невольно начинаешь уважать пауков...)



Рис. 12.34. Паутина, созданная с помощью редактируемых сплайнов

## Модификаторы сплайнов

В 3ds Max предусмотрено несколько модификаторов, которые можно применять только к сплайнам. Эти модификаторы находятся в меню **Modifiers**⇒**Patch/Spline Editing** (Модификаторы⇒Редактирование лоскутов/сплайнов).

Некоторые модификаторы, предназначенные только для работы со сплайнами, по сути, дублируют функциональные возможности объектов **Editable Spline** (Редактируемый сплайн). В качестве примера такого заимствования можно привести модификатор **Fillet/Chamfer** (Закругление/скос). С помощью модификаторов можно реализовать такие функциональные возможности с более удобным изменением конечного результата, поскольку можно в любой момент удалить любой модификатор в панели **Modifier Stack** (Стек модификаторов).

### Модификатор Edit Spline

Этот модификатор, упоминавшийся в начале главы, “включает” средства редактирования сплайновых объектов. Средства данного модификатора аналогичны средствам объекта **Editable Spline**. В действительности это даже не модификатор, а тип объекта, отображаемый в нижней части стека модификаторов над базовым объектом. Главное преимущество модификатора **Edit Spline** заключается в том, что он позволяет редактировать сплайновые объекты с сохранением их параметрической природы.

### Модификатор Spline Select

Он позволяет выделять различные подчиненные объекты сплайна, например вершины (**Vertex**), сегменты (**Segment**) и сплайны (**Spline**). Вы также можете создавать, а впоследствии копировать и вставлять именованные выделенные наборы. Такое выделение можно затем передавать через стек для обработки другим модификатором. В сущности, модификатор **Spline Select** предоставляет способ применения других модификаторов к выделенным подчиненным объектам.

С помощью команды меню **Modifiers**⇒**Selection Modifiers**⇒**Spline Select** (Модификаторы⇒Модификаторы выделения⇒Выделение сплайна) можно активизировать модификатор **Spline Select** и выделить подчиненные объекты редактируемого сплайна с помощью соответствующих кнопок. Например, если выбран режим редактирования элементов типа **Vertex**, то в разворачивающейся панели **Select Vertex** (Выбор вершин) появятся две кнопки — **Get Segment Selection** (Выделение сегмента) и **Get Spline Selection** (Выделение сплайна). Щелчок на одной из них позволяет выделить все вершины, охваченные сегментом или сплайном.

Кнопки **Copy** (Копировать) и **Paste** (Вставить) позволяют копировать и вставлять наборы выделенных объектов.

### Модификатор Delete Spline

Этот модификатор применяется для удаления подчиненных объектов сплайна. С его помощью можно скрывать сплайны, используемые для других целей. Например, этот модификатор можно применить для сокрытия анимационного пути во время его создания. Затем, для того чтобы в любое время отобразить базовый путь, достаточно удалить модификатор **Delete Spline**.

### Модификатор Normalize Spline

Он применяется для добавления к сплайну новых точек. Точки отдалены друг от друга на одинаковое расстояние, определяемое значением параметра **Segment Length** (Длина сегмента). Модификатор **Normalize Spline** позволяет быстро оптимизировать сплайн. Для отображения

вершин простейшей фигуры (рис. 12.35) к ней был применен модификатор **Normalize Spline** с различными значениями параметра **Segment Length** — 1, 5, 10 и 15. Обратите внимание, как изменяется фигура с уменьшением количества вершин.

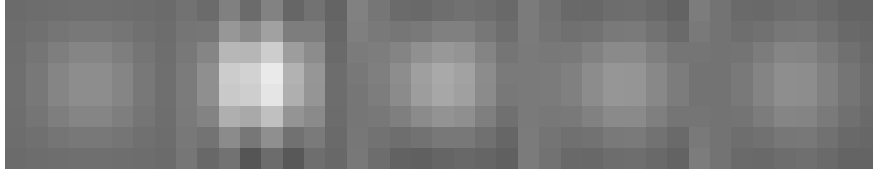


Рис. 12.35. Модификатор **Normalize Spline** упрощает фигуру, удаляя ее вершины

## Модификатор **Fillet/Chamfer**

Этот модификатор применяется для закругления или скоса углов фигур. Закругление (**Fillet**) сглаживает угол, а скос (**Chamfer**) добавляет еще один сегмент для соединения двух краев. Разворачивающаяся панель **Edit Vertex** (Изменить вершины) этого модификатора включает поля **Fillet Radius** (Радиус закругления) и **Chamfer Distance** (Расстояние скоса), а также кнопку **Apply** (Применить). Результат применения этого модификатора аналогичен применению средств **Fillet** и **Chamfer** объекта **Editable Spline** (Редактируемый сплайн).

## Модификатор **Renderable Spline**

Он позволяет сделать любой выбранный сплайн визуализируемым. В разворачивающейся панели **Parameters** (Параметры) содержатся те же элементы управления, которые используются для редактируемых сплайнов, включая параметры **Thickness** (Толщина), **Sides** (Стороны) и **Angle** (Угол).

## Модификатор **Sweep**

Он работает так же, как и составной объект на основе опорных сечений, и позволяет располагать определенные сечения вдоль сплайна; различие состоит лишь в том, что **Sweep** является модификатором, а это упрощает его применение и удаление при работе с фигурами и сплайнами. Еще одним преимуществом модификатора **Sweep** является то, что он имеет несколько встроенных сечений (**Built-In Sections**), которые можно выбрать или установить по своему усмотрению. Например, следующие встроенные сечения могут быть весьма интересны для архитекторов: **Angle** (Угол), **Bar** (Балка), **Channel** (Канал), **Cylinder** (Цилиндр), **Half Round** (Полукруг), **Pipe** (Труба), **Quarter Round** (Четверть круга), **Tee** (Т), **Tube** (Труба) и **Wide Flange** (Широкий фланец).

С помощью кнопки **Merge From File** (Соединить из файла) разворачивающейся панели **Section Type** (Тип сечения) можно выбрать фигуру из файла. В поле **Steps** (Шаги) разворачивающейся панели **Interpolation** (Интерполяция) можно указать количество этапов интерполяции. Разворачивающаяся панель **Sweep Parameters** (Параметры модификатора **Sweep**) содержит элементы управления зеркальным отражением (флажки **Mirror on XZ Plane** (Зеркально отобразить в плоскости XZ) и **Mirror on XY Plane** (Зеркально отобразить в плоскости XY)), отступом (поля **X Offset** (Отступ по оси X) и **Y Offset** (Отступ по оси Y)), сглаживанием (флажки **Smooth Section** (Сгладить сечение) и **Smooth Path** (Сгладить путь)), выравниванием (раздел **Pivot Alignment** (Выравнивание опорной точки)) и креном (флажок **Banking** (Крен)). Флажок **Union Intersections** (Объединение пересечений) позволяет скомбинировать с помощью логической операции объединения пересекающиеся части пути. Кроме того, здесь находится флажок **Gen. Mapping Coords.** (Генерировать координаты отображения), назначение которого понятно из названия.

## Упражнение: сантехнические работы с трубами

Визуализируемую фигуру можно создать на основе визуализируемого сплайна или модификатора Sweep. В данном примере с помощью модификатора Sweep поработаем сантехниками и создадим план расположения труб для слива воды из ванны.

Для создания трубы, следующей вдоль сплайна, выполните ряд действий.

1. В папке Chap 12 на прилагаемом компакт-диске найдите и откройте файл Bathroom sink.max. Он содержит простую модель ванной комнаты и линии, определяющей маршрут стока воды.
2. Выделите фигуру, а затем выберите команду меню Modifiers⇒Patch/Spline Editing⇒Sweep (Модификаторы⇒Редактирование лоскутов/сплайнов⇒Модификатор Sweep), чтобы применить модификатор Sweep.
3. В разворачивающейся панели Section Type (Тип сечения) выберите параметр Cylinder (Цилиндр) в разворачивающемся списке Built-In Section (Встроенное сечение). В поле Radius (Радиус) введите значение 10.

На рис. 12.36 показана полученная в результате модель расположения труб для слива воды из ванны с использованием цилиндрического сечения.



Рис. 12.36. Модель расположения труб для слива воды, полученная с помощью модификатора Sweep

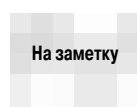
## Модификатор Trim/Extend

Этот модификатор позволяет обрезать элементы сплайна или немного расширить сам сплайн, чтобы обеспечить касание вершин двух сплайнов. Щелчок на кнопке Pick Locations (Выбрать положения) разворачивающейся панели Trim/Extend (Обрезка/расширение) этого

модификатора приводит к активизации режима выделения, в котором указатель мыши изменяется, если его поместить на одну из возможных точек преобразования. В разделе **Operations** (Операции) этой же панели можно установить для одного из переключателей — **Auto** (Автоматически), **Trim Only** (Только обрезать) и **Extend Only** (Только расширить) — параметр **Infinite Boundaries** (Неопределенные границы). Раздел **Intersection Projection** (Проекция пересечения) включает параметры **View** (Вид), **Construction Plane** (Плоскость создания) и **None** (Нет).

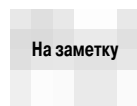
## Компонент Shape Check

Для проверки фигуры на наличие самопересечений в 3ds Max предусмотрен компонент **Shape Check** (Проверка фигуры). Это имеет большое значение, поскольку фигуры с самопересечениями практически не подходят для вращения, выдавливания или построения объектов на основе опорных сечений. Для того чтобы проверить фигуру, активизируйте вкладку **Utilities** (на ее пиктограмме изображен молоток) и щелкните на кнопке **More** (Дополнительно). В появившемся диалоговом окне **Utilities** выберите компонент **Shape Check** и щелкните на кнопке **OK**.



Учтите, что компонент **Shape Check** располагается во вкладке **Utilities**, а не во вкладке **Modifiers**.

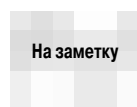
Разворачивающаяся панель **Shape Check** состоит всего из двух кнопок: **Pick Object** (Выбрать объект) и **Close** (Закреть). Щелкните на кнопке **Pick Object**, а затем на фигуре, которую нужно проверить. Все точки самопересечения фигуры будут выделены красными квадратами (рис. 12.37), а в информационной строке панели появится надпись **Shape Self-Intersects** (Обнаружены самопересечения). Если же с фигурой все в порядке, в информационной строке появится **Shape OK** (Самопересечений не обнаружено).



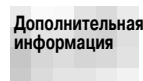
Компонент **Shape Check** можно использовать для проверки обычных сплайнов или кривых типа **NURBS**.

## Преобразование сплайнов в трехмерные объекты

Несмотря на то что сплайны могут быть визуализированы, главным образом они используются в качестве основы для создания трехмерных объектов и анимационного пути. Существует несколько способов применения сплайнов для моделирования трехмерных объектов, включая объекты типа **Loft** (Опорные сечения) и модификаторы. Применение модификаторов к сплайнам — один из самых распространенных способов моделирования трехмерных объектов.



При создании сплайнов для трехмерных каркасных объектов помните, что количество вершин сплайна определяет количество сегментов каркаса. Например, на основе выдавленного 5 раз сплайна с 10 точками получится каркас с 50 многоугольниками, а на основе такого же сплайна с 80 точками — каркас с 400 многоугольниками.



Об использовании сплайнов для построения анимационного пути речь идет в главе 20. Объекты типа **Loft** рассматриваются в главе 26. Общим приемам работы с модификаторами посвящена глава 13.





Рис. 12.37. Компонент *Shape Check* используют для проверки сплайна на наличие самопересечений

## Выдавливание сплайнов

Для того чтобы превратиться в трехмерные объекты, сплайнам не хватает всего лишь одного измерения. Следовательно, придав сплайну определенную высоту, можно создать простой трехмерный объект. Процесс придания сплайну высоты и называется *выдавливанием* (*extruding*).

Выдавливание сплайна осуществляется с помощью модификатора *Extrude* (Выдавливание). Чтобы воспользоваться этим модификатором, выделите сплайн и выберите команду *Modifiers* ⇒ *Mesh Editing* ⇒ *Extrude* (Модификаторы ⇒ Редактирование каркасов ⇒ Выдавливание) или модификатор *Extrude* (Выдавить) из раскрывающегося списка *Modifier List* (Стек модификаторов) вкладки *Modify*. В разворачивающейся панели *Parameters* можно указать такие параметры выдавливания, как высота выдавленного сплайна (параметр *Amount*), количество сегментов, образующих боковую поверхность сплайна (параметр *Segments*), а также установить или снять флажки группы *Capping* (Основание). Они предназначены для добавления к полученному объекту нижнего (флажок *Cap Start*) и верхнего (флажок *Cap End*) оснований. Кроме того, разворачивающаяся панель *Parameters* содержит группу *Output* (Вывод), определяющую тип объекта, полученного в результате выдавливания: объект лоскутного типа (переключатель *Patch*), объект каркасного типа (переключатель *Mesh*) или объект типа NURBS (переключатель *NURBS*). На рис. 12.38 продемонстрировано несколько прописных букв E, созданных с помощью вершин различного типа, а затем выдавленных на величину 10,0.

## Упражнение: создание книжной полки

В деревообрабатывающих мастерских дизайн дверных косяков, оконных рам и различного вида полок создают с помощью фасонно-фрезерных станков. В нашей виртуальной трехмерной мастерской создадим книжную полку, воспользовавшись вместо фрезы булевыми операциями.

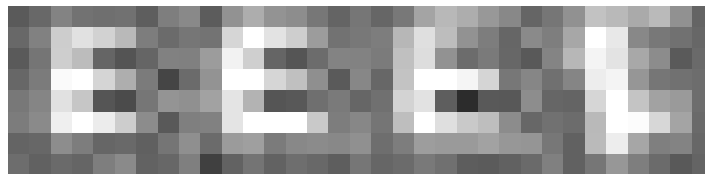


Рис. 12.38. Выдавливание простых фигур придает сплайну глубину

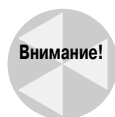
1. В папке Chap 12 на прилагаемом компакт-диске найдите и откройте файл Bookshelf.maх. В нем находится треугольник, созданный с помощью примитива Line (Линия). Основание этого треугольника пересекают три окружности. Все фигуры файла преобразованы в редактируемые сплайны (Editable Spline).
2. Выделите треугольник, щелкните на вкладке Modify и активизируйте режим редактирования сплайнов. Для этого в стеке модификаторов выделите элемент Spline или нажмите клавишу <3>.
3. В разворачивающейся панели Geometry щелкните на кнопке Subtraction (Вычитание) (средняя из трех маленьких кнопок), а затем на кнопке Boolean (Булевы операции). Теперь поочередно щелкните на каждой окружности.
4. Щелкните на кнопке Subtraction, расположенной справа от кнопки Boolean (средняя из трех маленьких кнопок). Затем выделите треугольник и щелкните на кнопке Boolean. Щелкните правой кнопкой мыши в окне проекции, чтобы выйти из режима булевых операций. В стеке модификаторов щелкните на элементе Spline, чтобы выйти из режима редактирования сплайнов.
5. Из раскрывающегося списка Modifier List вкладки Modify выберите элемент Extrude. В поле Amount введите значение 1000. Щелкните на кнопке Zoom Extents All (Масштабировать все до заполнения), чтобы увидеть полку целиком.

Готовая книжная полка в окне проекции Perspective показана на рис. 12.39. (Ну хоть сразу на стенку!)

## Вращение сплайнов

Другой не менее полезный модификатор для двумерных сплайнов называется Lathe (Вращение). Он предназначен для полного или частичного вращения сплайна вокруг оси, что позволяет получать трехмерные объекты с круглым поперечным сечением (как, например, бейсбольная бита). В разворачивающейся панели Parameters можно указать, на сколько градусов следует повернуть сплайн (параметр Degrees). Установленное по умолчанию значение 360 соответствует полному обороту сплайна. Флажки группы Capping (Основания) предназначены для добавления к полученному каркасу нижнего (параметр Cap Start) и верхнего (параметр Cap End) оснований. Флажок Weld Core (Объединить главные вершины) позволяет объединить все вершины сплайна, расположенные на оси вращения, в одну. Флажок Flip Normals (Изменить нормали) изменяет направление нормалей на противоположное.

Кнопки группы Direction (Направление) определяют, вокруг какой оси происходит вращение сплайна, а также позволяют изменить расположение центра вращения сплайна.



Если фигура создана в окне проекции Top, то вращение вокруг оси Z превратит ее в узкий диск, не имеющий глубины.



Рис. 12.39. Книжная полка, созданная с помощью булевых операций и модификатора *Extrude*

## Упражнение: создание тигля

В качестве примера использования модификатора *Lathe* попробуем создать, скажем, тиглек для химической лаборатории (можно выбрать и любой другой предмет с круглым поперечным сечением).

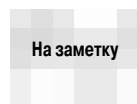
Для создания тигля с помощью вращения сплайна выполните описанные ниже действия.

1. В папке *Char 12* на прилагаемом компакт-диске найдите и откройте файл *Crucible.max*. В нем содержится линия, представляющая собой простой профиль поперечного сечения тигля. Линия преобразована в редактируемый сплайн (*Editable Spline*).
2. Выделите линию и в главном меню программы выберите команду *Modifiers⇒Patch/Spline Editing⇒Lathe* (Модификаторы⇒Редактирование лоскутов/сплайнов⇒Вращение). В поле *Degrees* (Градусы) разворачивающейся панели *Parameters* введите значение 360. Поскольку выполнен полный поворот, флажки раздела *Capping* устанавливать не требуется. В группе *Direction* щелкните на кнопке *Y* (ось *Y*).

Готовый тиглек показан на рис. 12.40. (Между прочим, из него можно сделать отличную кофейную чашечку — осталось лишь добавить ручку.)

## Модификаторы *Bevel* и *Bevel Profile*

Для работы с подчиненными сплайнами и фигурами в 3ds Max предусмотрены дополнительные модификаторы *Bevel* (Фаска) и *Bevel Profile* (Профиль фаски).



Модификаторы *Bevel* и *Bevel Profile* находятся не среди команд меню *Modifiers*, а в списке *Modifier List* стека модификаторов.

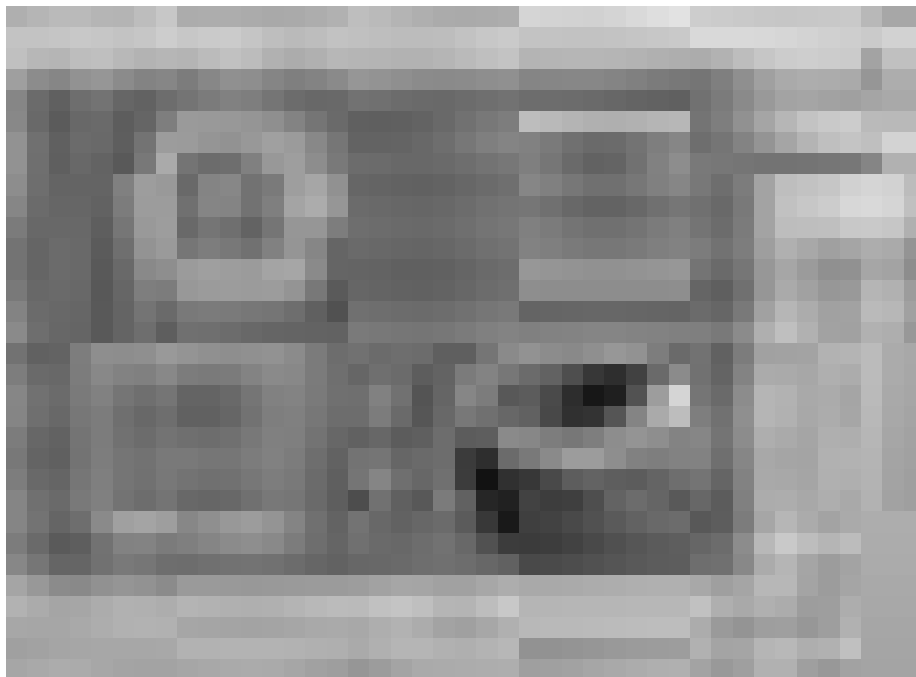


Рис. 12.40. Вращая простой профиль, можно создать вот такой объект

С помощью модификатора **Bevel** можно одновременно выдавить и масштабировать фигуру, указывая значения высоты (поле **Height**) и отступа (поле **Outline**) для трех разных уровней фаски. Параметры раздела **Capping** позволяют указать окончание для концов фаски. В разделе **Cap Type** (Тип окончания) можно выбрать тип окончания: **Morph** (Морфинг) или **Grid** (Сетка). Для заданного количества сегментов можно указать в разделе **Surface** количество линейных (поле **Linear Sides**) или искривленных (поле **Curved Sides**) сегментов. Для автоматического сглаживания уровней установите флажок **Smooth Across Levels** (Сгладить на всех уровнях). Если установить флажок **Keep Lines from Crossing** (Предохранять линии от пересечения), это позволит избежать проблем при пересечении линий.

Модификатор **Bevel Profile** предназначен для создания профиля фаски по указанному сплайну.

## Упражнение: создание оригинальных колец

Как уже отмечалось при обсуждении примитивных объектов, модель кольца можно создать на основе примитивов **Tube** или **Torus**. Чтобы создать кольцо с оригинальным профилем, воспользуйтесь модификаторами **Bevel** и **Bevel Profile**.

Для создания двух оригинальных колец с помощью модификаторов **Bevel** и **Bevel Profile** выполните описанные ниже действия.

1. Выберите команду меню **Create**⇒**Shapes**⇒**Donut** (Создать⇒Фигуры⇒Кольцо) и несколько раз перетащите указатель мыши в окне проекции **Top** так, чтобы создать рядом два кольца. Для обоих колец в поле **Radius 1** укажите значение 80, а в поле **Radius 2** — значение 75.
2. Выберите левое кольцо в окне проекции **Top**, откройте вкладку **Modify** и выберите модификатор **Bevel** в списке модификаторов **Modifier List** стека модификаторов. В поле

Start Outline (Начало контура) разворачивающейся панели Bevel Values (Значения фаски) укажите значение 0, во всех полях Height — значение 20, в поле Outline для уровня Level 1 — значение 15, в поле Outline для уровня Level 3 — значение -15. Затем установите флажок Smooth Across Levels Levels (Сгладить на всех уровнях).

3. Выберите команду меню Create⇒Shapes⇒Line (Создать⇒Фигуры⇒Линия) и начертите линию профиля кольца в окне проекции Front с высотой, равной высоте первого кольца.
4. Выберите правое кольцо, откройте вкладку Modify и выберите модификатор Bevel Profile в списке модификаторов Modifier List стека модификаторов. В разворачивающейся панели Parameters щелкните на кнопке Pick Profile (Выбрать профиль) и выберите созданную линию профиля кольца.

На рис. 12.41 показан результат выполнения этих действий.



Рис. 12.41. С помощью модификаторов Bevel и Bevel Profile можно создать оригинальный профиль объекта

## Модификатор CrossSection

Он представляет собой один из двух модификаторов сечений, с помощью которых можно наложить поверхность на сеть сплайновых пересечений. Модификатор CrossSection соединяет вершины нескольких пересекающихся сплайнов с дополнительными сплайнами, подготавливая тем самым объект к применению модификатора Surface. Допускается различное количество вершин у пересекающихся сплайнов. В разворачивающейся панели Parameters этого модификатора можно выбрать один из четырех типов сплайнов: линейный (Linear), сглаженный (Smooth), Безье (Bezier) или угол Безье (Bezier Corner).

Второй модификатор сечений называется Surface (Поверхность). Этот модификатор использован в примере главы 27. Модификаторы CrossSection и Surface во многом напоминают составной объект типа Loft, о котором речь идет в главе 26.

## Резюме

Изучив эту главу, вы наверняка убедились, что сплайны — это нечто большее, чем просто набор точек, линий и управляющих маркеров. В 3ds Max сплайны являются, пожалуй, главными объектами и помогают перейти к усложненным приемам моделирования с использованием NURBS.

В этой главе рассматривались следующие темы:

- типы сплайновых примитивов;
- редактирование сплайнов;
- редактирование подчиненных объектов сплайновых фигур;
- применение к сплайнам модификаторов.

Мы еще не раз вернемся к сплайнам при обсуждении более сложных объектов, таких, например, как каркасы и многоугольники. Именно о них идет речь в следующей главе.