**МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МЕЖШКОЛЬНЫЙ УЧЕБНЫЙ КОМБИНАТ «ЭВРИКА»**

**(МАУ ДО МУК «Эврика»)**

СОГЛАСОВАНО

Решением МО ПДТН

(протокол от 01.09.2020 № 1)

**Т.П. Тайгулова**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**К ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

**по дополнительной общеразвивающей программе**

**«КОМПЬЮТЕРНОЕ 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

**по теме "Основы сеточного моделирования"**

**г. Новый Уренгой - 2020**

Тайгулова Т.П. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям по дополнительной общеразвивающей программе «Компьютерное 3D моделирование» по теме "Основы сеточного моделирования". – Новый Уренгой: МАУ ДО МУК «Эврика», 2020. – 27 с.

Методические указания рассмотрены, согласованы и рекомендованы к использованию на заседании методического объединения преподавателей дисциплин технического направления (МО ПДТН). (протокол от 01.09.2020 № 1)

Автор-составитель:

Тайгулова Татьяна Петровна, педагог дополнительного образования муниципального автономного учреждения дополнительного образования «Межшкольный учебный комбинат «Эврика».

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям являются частью Учебно-методического комплекса по дополнительной общеразвивающей программе «Компьютерное 3D моделирование».

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям адресованы обучающимся очной формы обучения и включают в себя (для каждой лабораторно-практической работы)учебную цель, краткие теоретические материалы по теме работы, задания к лабораторно-практической работе, обеспеченность занятия(учебно-методическое, информационное, материально-техническое).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **СОДЕРЖАНИЕ** |  |
|  |  |  |
| 1. | Пояснительная записка…………………………………………………………...... | 4 |
| 2. | Методические указания к лабораторно-практическим занятиям "Основы сеточного моделирования" ………………………………………………………….. | 5 |
| 3. | Обеспеченность лабораторно-практических занятий (учебно-методическое, информационное и материально-техническое обеспечение занятий) ................. | 27 |

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**Уважаемые ребята!**

Методические указания к лабораторно-практическим занятиям по дополнительной общеразвивающей программе «Компьютерное 3D моделирование» созданы помочь вам сформировать навыки работы в профессиональных графических редакторах; получить начальное представление о разнообразии техник обработки и создания трехмерных изображений, спецэффектов; развить внимание, художественный вкус, творческие способности.

Освоение содержания программы «Компьютерное 3D моделирование» обеспечивает:

* достижение вами **умений** использовать различные техники создания и обработки трехмерных изображений, создавать анимационные спецэффекты; создавать свои собственные трехмерные графические объекты, используя возможности профессиональных редакторов трехмерной графики;
* обобщения, систематизации и углубления **знаний** по представлению о возможностях создания и обработки трехмерных изображений.

Приступая к работе на практическом занятии, внимательно прочитайте его цель, ознакомьтесь с краткими теоретическими материалами по теме практического занятия. Свою работу вы должны организовать в соответствии с предложенным педагогом порядком работы.

**Желаем вам успехов!**

**Лабораторно-практическая работа**

**«Основы сеточного моделирования»**

**Цель работы:** приобрести практические навыки по моделированию на уровне подобъектов **Vertex, Edge, Face, Polygon, Element и Border (**вершины, ребра, грани и полигоны).

**Краткие теоретические материалы по теме работы**

3D Studio MAX поддерживает много различных вариантов создания моделей (то есть моделирования). В их числе и сеточное моделирование, представляющее собой моделирование на уровне подобъектов: вершин, ребер, граней и полигонов. Подобъекты можно вытягивать, масштабировать, вращать, деформировать, удалять, объединять, добавлять; можно применять к ним множество других операций, изменяя таким образом исходный объект до полной неузнаваемости. Результатом подобных манипуляций могут быть совершенно разные трехмерные тела — от абстрактных объектов до полностью реальных моделей. Данный прием моделирования может быть применен к разным объектам 3D Studio MAX, однако пока мы знакомы лишь с примитивами, поэтому и приемы сеточного моделирования будем осваивать именно на них. Сразу отметим, что возможности сеточного моделирования гораздо шире, чем удастся рассмотреть в данном уроке. К этой теме мы в дальнейшем будем неоднократно возвращаться, но на более высоком уровне.

Любой параметрический трехмерный объект, созданный на основе примитива, может быть преобразован в объект типа **Editable Mesh** (Редактируемая сетка) или **Editable Poly** (Редактируемая полисетка). Такой объект перестает быть параметрическим и в дальнейшем будет модифицироваться как сетка, то есть на уровне вершин, ребер, граней и полигонов.

К объектам типа **Editable Mesh** относятся геометрические модели трехмерных тел, представленных оболочками в виде сеток с треугольными ячейками. Объекты типа **Editable Poly** отличаются от редактируемых сеток тем, что их оболочки состоят не из треугольных граней, а из полигонов. Полигоны представляют собой многоугольники, у которых имеются как минимум четыре вершины, и заменяют совокупность двух или более смежных треугольных граней, лежащих в одной плоскости. Поэтому и сетку, составленную из полигонов, в отличие от сетки, составленной из треугольных граней, называют полигональной сеткой, или полисеткой.

Многие возможности редактирования объектов **Editable Poly** и **Editable Mesh** аналогичны, однако имеются и различия. Редактирование объектов типа **Editable Mesh** возможно на уровне вершин, ребер, граней, полигонов и элементов, а тип **Editable Poly** позволяет работать с вершинами, ребрами, полигонами, элементами и границами. Многие операции на первый взгляд совершенно аналогичны для обоих типов объектов, например операции **Extrude** и **Bevel**, но требуют разной настройки и зачастую приводят к различным результатам. Кроме того, полигональные сетки, в сравнении с обычными сетками **Editable Mesh**, обладают рядом дополнительных свойств, в частности допускают сглаживание без использования таких специальных модификаторов, как **MeshSmooth** (Сглаживание сетки). Напомним, что модификаторы предназначены для модификации объектов и становятся доступными после активизации панели **Modify** (Изменение).

### Типы подобъектов и принцип их редактирования

Как уже было сказано, значительная часть объектов 3D Studio MAX может быть представлена в виде сеток, состоящих из однотипных элементов или подобъектов, к числу которых относятся вершины, ребра, грани и полигоны (рис. 1). Предназначенные для работы с ними средства скомпонованы по уровням: **Vertex, Edge, Face, Polygon, Element и Border** (рис. 2 и 3).

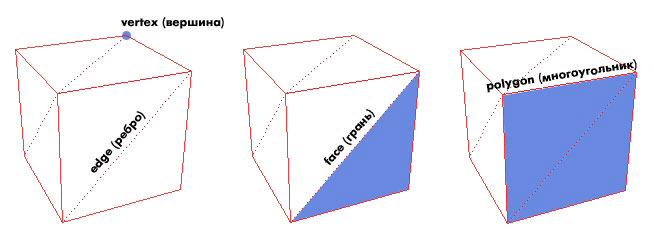


Рис. 1. Подобъекты



Рис. 2. Уровни Editable Mesh



Рис. 3. Уровни Editable Poly

Вершины — это точки, в которых сходится и соединяется друг с другом любое число ребер. Для работы с вершинами предназначен уровень **Vertex** (Вершина).

Ребра — это линии границы грани. Ребра могут быть видимыми, если соседние грани не лежат в одной плоскости (тогда они отображаются сплошными линиями), или невидимыми; по запросу пользователя невидимые ребра могут отображаться пунктирной линией. За управление видимостью и положением ребер отвечает уровень **Edge** (Ребро).

Грани — это участки плоскости треугольной формы, представляющие собой элементарные ячейки сетки. В одной плоскости объекта может находиться множество граней, которые внешне будут совершенно неразличимы. Для работы с гранями предназначен уровень **Face** (Грань).

Смежные грани, лежащие в одной плоскости, могут быть объединены в многоугольники-полигоны. В случае преобразования объекта к типу **Editable Poly** процесс формирования полигонов из граней осуществляется автоматически. В обычной сетке полигон — это просто подобъект, позволяющий выделить сразу все смежные грани, лежащие в одной плоскости. У полигональной сетки нет таких подобъектов, как грани, и вся она состоит только из полигонов, причем некоторые полигоны могут быть и треугольными. За работу с полигонами отвечает уровень **Polygon** (Многоугольник).

Кроме того, сеточные объекты могут редактироваться на уровне **Element** (Элемент), который используется для работы с группами граней, объединенными в элемент каркаса, а объекты типа **Editable Poly** — и на уровне **Border** (Граница), что удобно, например, при вдавливании границ.

Редактирование сетчатых объектов можно производить как на уровне объекта в целом, так и на уровне подобъектов: граней, ребер или вершин. Чтобы объект стал редактируемым на уровне подобъектов и превратился в редактируемую сетку, необходимо выделить его и выбрать из контекстного меню команду **Convert to=>Convert to Editable Mesh** (Конвертировать=>Конвертировать в режим редактирования сетки); можно также применить к объекту модификатор Edit Mesh (Редактирование сетки). Для преобразования объекта к типу **Editable Poly** из контекстного меню выбирается команда **Convert to=>Convert to Editable Poly** (Конвертировать=>Конвертировать в режим редактирования полисетки). В обоих случаях это приведет к появлению на панели **Modify** целой серии свитков:

* **Selection** (Выделение) — отвечает за включение нужного подобъектного уровня и управление режимами выбора подобъектов;
* **Soft Selection** (Мягкое выделение) — предназначен для расширения возможностей выделения подобъектов и определяет закон распространения трансформаций по объему редактируемого каркаса;
* **Edit Geometry** (Редактировать геометрию) — содержит основные инструменты изменения геометрии подобъектов. Некоторые инструменты одинаковы для всех уровней и для обоих типов сеток, а другие являются особыми для каждого уровня (и/или сетки). В перечень общих инструментов входят, в частности, следующие:

- **Attach** (Присоединить) — позволяет добавлять к редактируемой модели новые каркасные объекты, при этом все грани присоединяемого объекта оказываются объединенными в новый элемент,

- **Detach** (Отсоединить) — отвечает за отделение выбранного подобъекта в отдельный элемент или новый объект,

- **Remove Isolated Vertices** (Удалить изолированные вершины) — позволяет удалять отдельно расположенные вершины объекта,

- **View Align и Grid Align** (Ориентировать по текущему виду/Ориентировать по сетке) — осуществляет соответствующее изменение ориентации выбранных подобъектов,

- **Make Planar** (Привести к плоскости) — устанавливает плоскостную ориентацию для выбранных подобъектов,

- **Collapse** (Свести в точку) — выполняет коллапс (сжатие) и объединение всех вершин выбранных подобъектов в одну, располагая ее в геометрическом центре выделенной области;

* **Surface Properties** (Свойства поверхности) — объединяет такие инструменты настройки свойств поверхности, которые предназначены для каждого уровня.

Выбор нужного уровня подобъектов осуществляется либо подсвечиванием уровня в списках подобъектов **Editable Mesh** или **Editable Poly**, либо щелчком по соответствующей кнопке в свитке **Selection** панели **Modify**. Для выбора самих подобъектов используются обычные инструменты выделения: **Select Object** (Выделить объект), **Select and Move** (Выделить и передвинуть), **Select and Scale** (Выделить и масштабировать), **Select and Rotate** (Выделить и повернуть) и **Selection Region** (Форма области выделения). Чтобы последовательно выделить несколько объектов, при выделении удерживают клавишу **Ctrl**.

Для того чтобы вернуться от редактирования объекта на уровне подобъектов к обычному редактированию, нужно подсветить в списке подобъектов уровень **Editable Mesh** или **Editable Poly**.

### Моделирование при помощи вершин

Вершины являются основным элементом редактирования сетки — достаточно нескольких манипуляций с вершинами, чтобы превратить стандартный примитив в совершенно другой объект.

Для примера создайте примитив **Box** (Коробка), установив для него длину (**Length**) и ширину (**Width**) равными 30, а высоту (**Height**) равной 40 (рис. 4), и сохраните объект в файле. Не снимая выделения, установите режим, в котором возможно редактирование вершины, выбрав из контекстного меню команду **Convert to=>Convert to Editable Mesh** (Конвертировать=>Конвертировать в режим редактирования сетки). Чтобы получить возможность манипуляции вершинами, щелкните в свитке **Selection** на кнопке **Vertex** (рис. 5).

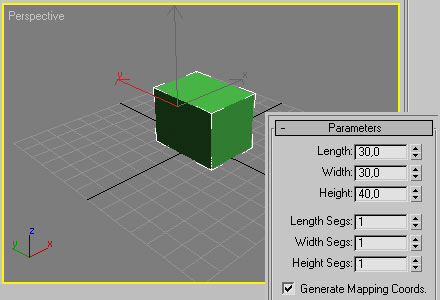


Рис. 4. Исходный объект

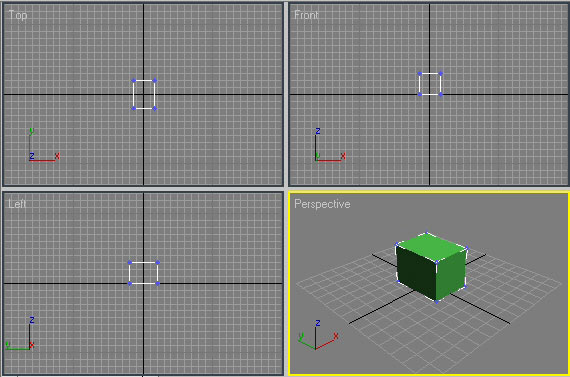


Рис. 5. Исходный объект в режиме Editable Mesh — выделены вершины

Активизируйте инструмент **Select and Move** (Выделить и переместить) и последовательно перетащите вершины его основания так, чтобы параллелепипед превратился в усеченную пирамиду. Обратите внимание, что лучше всего начать перемещение вершин в окне проекций Perspective, так как во всех остальных проекциях вершины нижнего основания у параллелепипеда скрыты под верхними вершинами. А затем перейдите в окно проекции Top, что позволит обеспечить более точное положение вершин (рис. 6). Не забывайте, что для более точного перемещения вершин, равно как и объектов, можно напрямую указывать координаты их нового положения в нижней части окна программы. При желании можно перемещать одновременно сразу несколько вершин — в этом случае после выделения вершины довольно часто блокируют, щелкнув на кнопке **Selection Lock Toggle** (Переключатель блокировки выделения), которая тут же окрасится в желтый цвет. Блокировка сохраняет выделенную область при любых манипуляциях в программе, а разблокировка происходит в результате повторного щелчка по этой же кнопке.

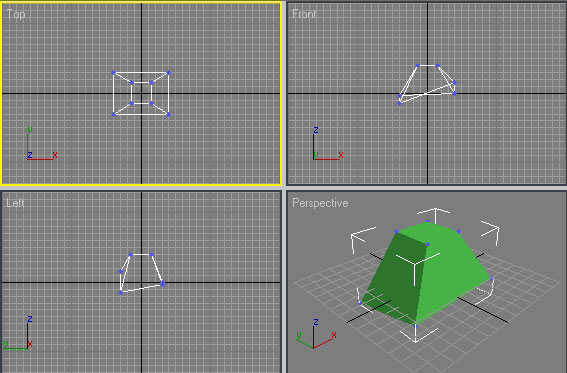


Рис. 6. Результат перемещения вершин основания

Вершины можно не только перемещать, но и поворачивать инструментом **Select and Rotate** (рис. 7) или масштабировать инструментом **Select and Uniform Scale** (рис. 8). А можно свести выделенные вершины в одну точку, щелкнув на кнопке **Collapse** (Свести в точку) на панели **Modify** в свитке **Edit Geometry** (рис. 9).

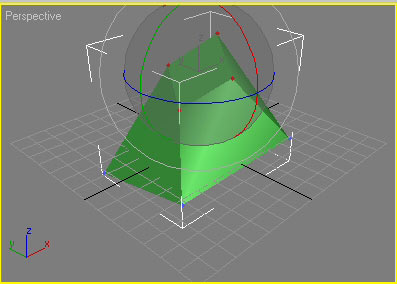


Рис. 7. Поворот вершин верхнего основания усеченной пирамиды

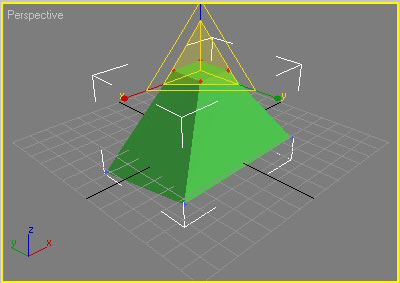


Рис. 8. Масштабирование вершин верхнего основания усеченной пирамиды

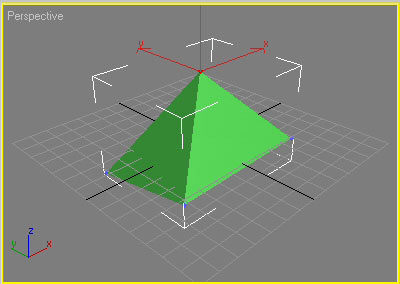


Рис. 9. Результат сведения вершин в одну точку

### Моделирование при помощи ребер

Чтобы поэкспериментировать, воспользуйтесь ранее созданным и сохраненным параллелепипедом и установите для него режим редактирования ребер — **Edge**, щелкнув на соответствующей кнопке в свитке Selection. Как и вершины, ребра можно перемещать, поворачивать и масштабировать примерно таким же способом, хотя есть и некоторые отличия.

Для поворота ребер можно воспользоваться инструментом **Select and Rotate** (Выделить и повернуть), а можно активировать возможности свитка **Edit Geometry** (Редактировать геометрию) панели **Modify**, где для поворота предназначена кнопка **Turn** (Развернуть). Активируйте данную кнопку и кликните на любом ребре параллелепипеда — это приведет к повороту соответствующего ребра, что продемонстрировано на рис. 10 и 11.

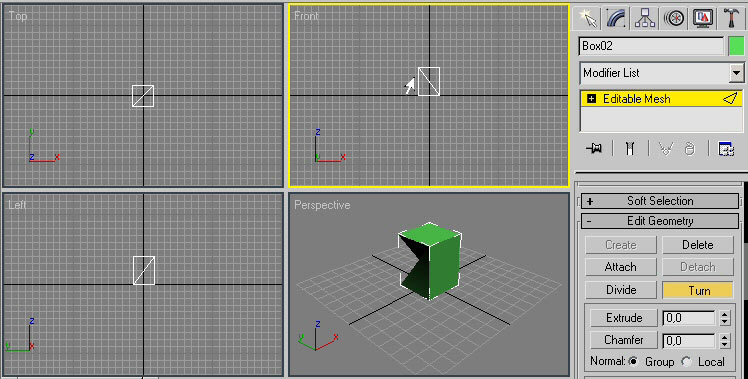


Рис. 10. Поворот ребра (стрелкой показано ребро, по которому щелкнули мышью)

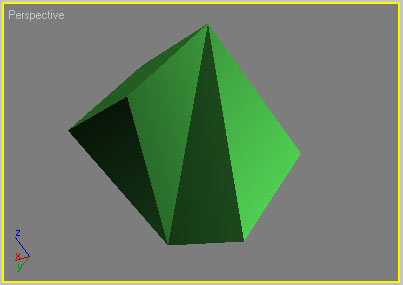


Рис. 11. Объект после поворота ребра

### Моделирование при помощи полигонов

Переключитесь в режим редактирования полигонов, щелкнув на кнопке **Polygon** (Многоугольник) в свитке **Selection**. Многоугольники при желании можно перемещать, поворачивать и масштабировать обычным способом. Кроме того, здесь возможно множество других интересных преобразований, доступных из свитка **Edit Geometry** панели **Modify**.

Рассмотрим операцию **Extrude** (Выдавливание), при помощи которой можно создавать выпуклые элементы объекта. Щелкните на кнопке Extrude, затем кликните на любом многоугольнике редактируемого объекта (при этом многоугольник выделится, а внешний вид указателя мыши изменится) и переместите его — в зависимости от направления перемещения выбранных граней на их основе будет создан выпуклый (рис. 12) или вогнутый фрагмент объекта.

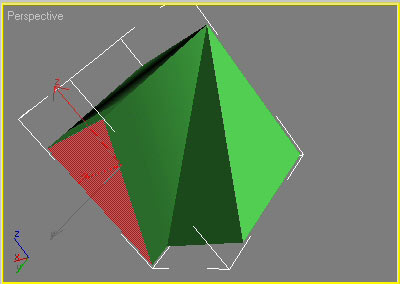


Рис. 12. Выдавливание многоугольника

Можно добавить к выбранным граням прямую фаску, что осуществляется путем вставки плоскостей вместо общих ребер выделенных граней и совершенно необходимо при сглаживании формы модели. Для добавления фаски щелкните на кнопке **Bevel** (Фаска), выделите полигон и перемещением мыши подберите подходящий вариант фаски (рис. 13).

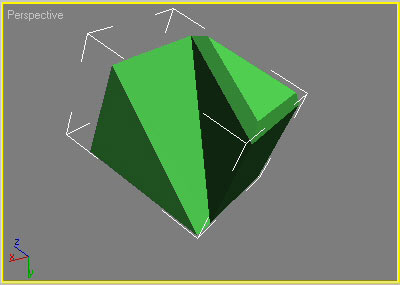


Рис. 13. Результат добавления к полигону прямой фаски

Данными операциями можно воспользоваться и на более сложных примитивах, например на геосфере, предварительно преобразованной в объект типа **Editable Poly** (рис. 14) при помощи команды **Convert to=>Convert to Editable Poly** (Конвертировать=>Конвертировать в режим редактирования полисетки) и переведенной в режим редактирования полигонов. Результат наложения на один выбранный полигон геосферы операции **Extrude** со значением параметра **Extrusion Hight** (Высота выдавливания) равным 50 представлен на рис. 15. Разнообразные преобразования, в частности Extrude, можно применить как к одному полигону, так и к группе полигонов, выделив их при нажатой клавише **Ctrl** (рис. 16), или сразу ко всем полигонам одновременно (рис. 17 и 18).

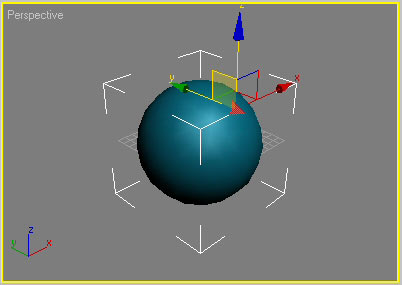


Рис. 14. Геосфера с выделенным полигоном

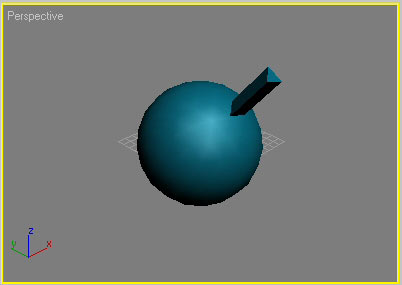


Рис. 15. Результат наложения операции Editable к одному полигону

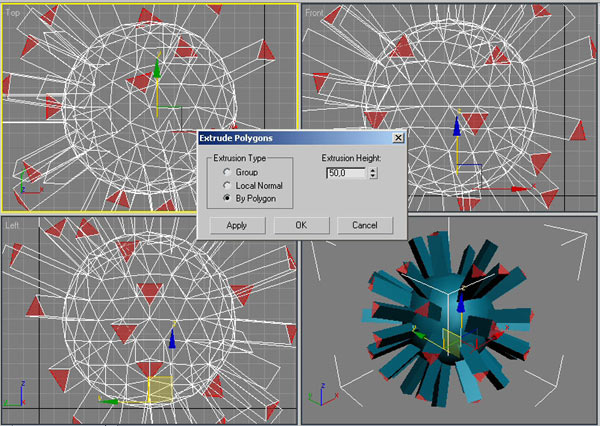


Рис. 16. Применение операции Editable к группе полигонов

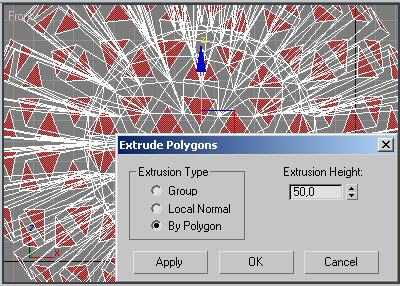


Рис. 17. Применение операции Editable ко всем полигонам

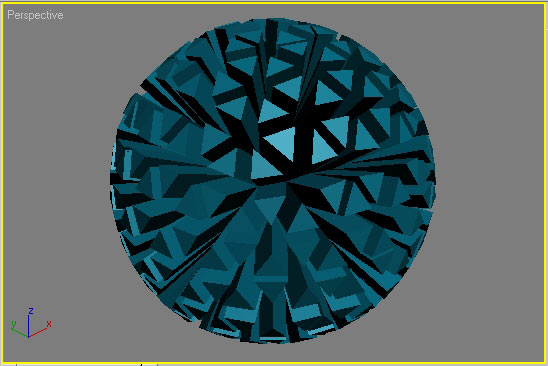


Рис. 18. Результат наложения операции Editable на все полигоны

Особо стоит сказать о сглаживании подобъектов. Как уже было отмечено, объекты, представленные в виде полигональных сеток, могут сглаживаться без применения модификатора **MeshSmooth** (Сглаживание сетки) — довольно часто его с успехом может заменить операция **MSmooth** (Сглаживание) из свитка **Edit Geometry** (Редактировать геометрию). Попробуйте применить ее, например, к ранее модифицированной геосфере, установив коэффициент сглаживания равным 10 (рис. 19).

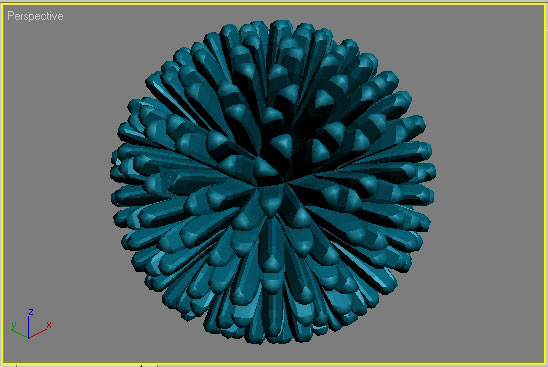


Рис. 19. Сглаживание модифицированной геосферы

**Задания к лабораторно-практической работе**

**«Основы сеточного моделирования»**

## Сеточное моделирование на конкретных примерах

**Задание 1.** **Яйцо из шара**

Создайте произвольный шар (рис. 20). Преобразуйте объект к типу **Editable Mesh**, выбрав из контекстного меню команду **Convert to=>Convert to** **Editable Mesh** (Конвертировать=>Конвертировать в режим редактирования сетки), и перейдите в режим редактирования вершин, щелкнув на кнопке **Vertex**. Чтобы обеспечить более плавное деформирование шара, включите режим **Soft Selection** (Мягкое выделение) с примерно такими параметрами, как на рис. 21, и выделите инструментом **Select Object** все вершины, расположенные в центральной части и в верхней трети шара. Удобнее выделять вершины не по одной с нажатой клавишей **Ctrl**, а заключить все выделяемые вершины в прямоугольный контейнер. Немного переместите выделенные вершины вверх при помощи инструмента **Select and Move** (Выделить и переместить), а затем слегка сузьте выделенную область инструментом **Select and Squash** (Выделить и сжать). Вновь выделите вершины верхней части шара, но уменьшите число сечений на одно снизу, а затем выполните в их отношении те же операции. Точно такие же операции последовательно произведите еще несколько раз, каждый раз уменьшая размер выделенной области на одно сечение и пытаясь придать объекту форму яйца (рис. 22). Для сглаживания модели примените к объекту модификатор **MeshSmooth** (Сгладить сетку), выбрав его из списка **Modifier List** (рис. 23) и настроив его параметры приблизительно так, как на рис. 24, а в результате получите яйцо (рис. 25).

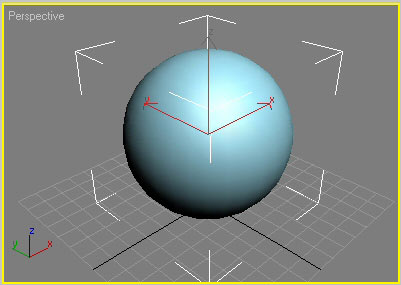


Рис. 20. Исходный объект — шар

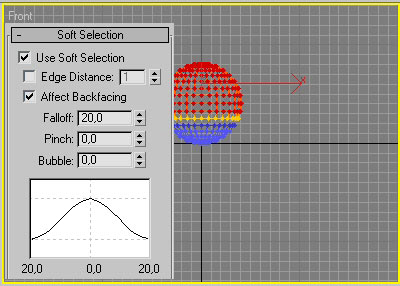


Рис. 21. Выделение вершин для первой трансформации и параметры режима Soft Selection

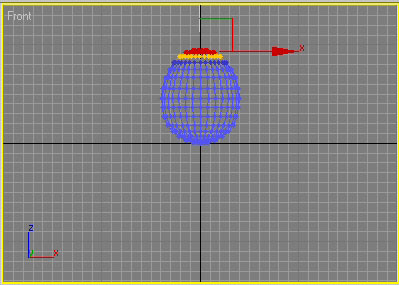


Рис. 22. Объект после последней деформации — проекция Front

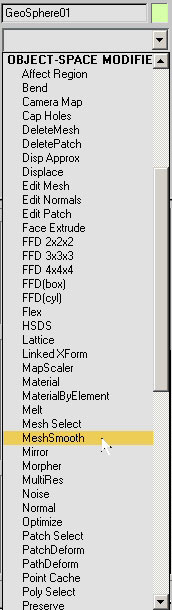


Рис. 23. Выбор модификатора MeshSmooth

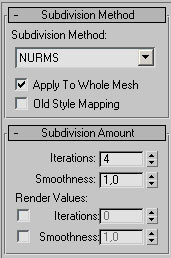


Рис. 24. Настройка параметров модификатора MeshSmooth

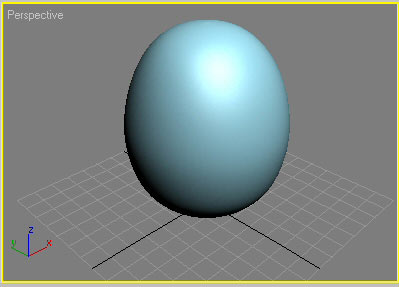


Рис. 25. Яйцо

### Задание 2. Гантель из цилиндра

Создайте произвольный цилиндр с 24 сторонами и 9 сегментами высоты (рис. 26). Преобразуйте объект к типу **Editable Mesh** и перейдите в режим редактирования вершин, щелкнув на кнопке **Vertex**. При помощи инструмента **Lasso Selection Region** (Выделение лассо) нужно выделить вершины четырех средних поперечных сечений цилиндра (рис. 27) и масштабировать их инструментом **Select and Uniform Scale** (Выделить и равномерно масштабировать) в сторону уменьшения так, чтобы сформировать самую узкую область гантели (рис. 28). Поскольку вершины расположены слишком близко, для того чтобы выделение проходило удачно, следует увеличить масштаб изображения и перейти в режим одного окна, щелкнув на кнопке **Min/Max Togge** (Переключатель **Min/Max**). Кроме того, при определенном положении объекта не каждое сечение вам удастся выделить идеально (часть вершин с обратной стороны объекта могут оказаться невыделенными), поэтому возможно, что объект придется неоднократно поворачивать и переходить из проекции в проекцию.

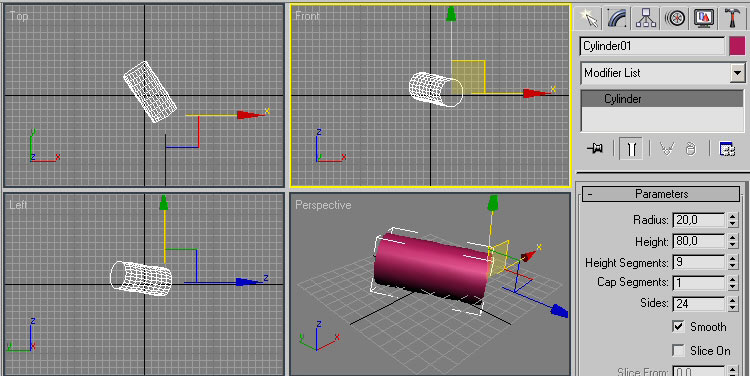


Рис. 26. Исходный объект — цилиндр

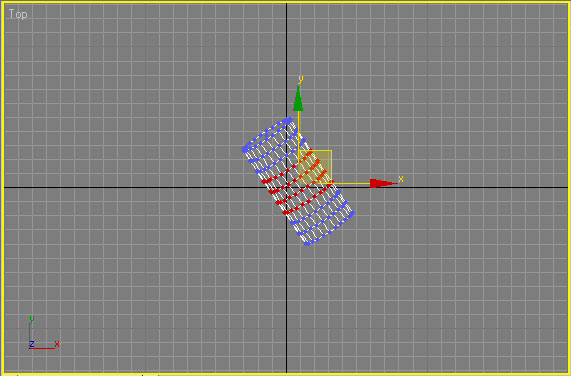


Рис. 27. Выделение вершин в центральной части цилиндра

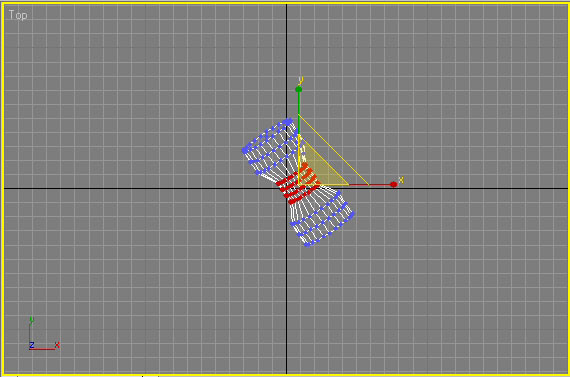


Рис. 28. Результат масштабирования средней части цилиндра

Одновременно выделите по два крайних сечения цилиндра (не забывая удерживать нажатой клавишу **Ctrl**) и масштабируйте вершины так, чтобы расстояния между сечениями увеличились (рис. 29). Выделите второе с левого края сечение и масштабируйте его таким образом, чтобы расстояние между данным сечением и сечением слева от него стало примерно равным расстоянию между данным сечением и сечением справа от него. Аналогичную операцию проведите для второго с правого края сечения.

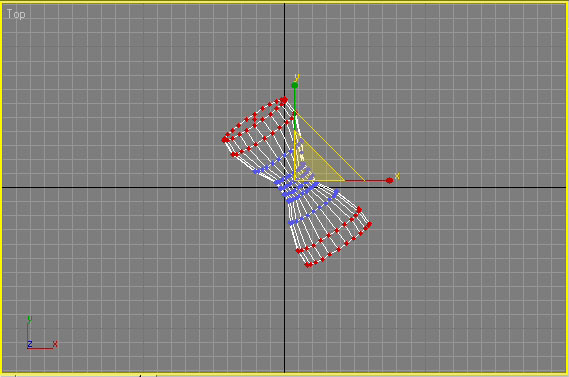


Рис. 29. Масштабирование крайних сечений цилиндра

Переключитесь в режим редактирования полигонов, щелкнув на кнопке **Polygon**, и создайте фаски для крайних сечений. Для этого выделите инструментом **Select Object** крайний левый полигон, щелкните на кнопке **Bevel** и определите параметры фаски мышью либо введите нужные значения вручную (рис. 30). Второй вариант гораздо надежнее, особенно с учетом того, что придется создавать точно такую же фаску с правой стороны. Создайте аналогичную фаску с правой стороны. Полученная в итоге гантель представлена на рис. 31.

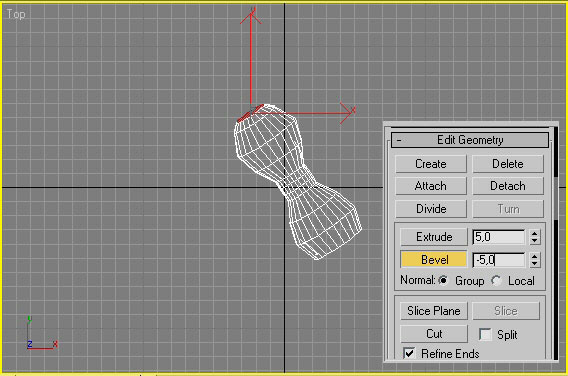


Рис. 30. Добавление фаски с левой стороны

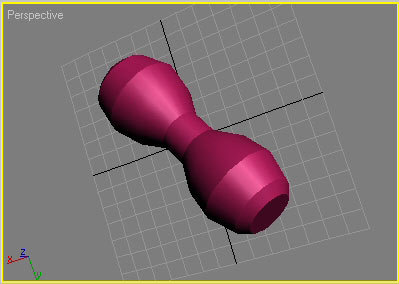


Рис. 31. Гантель

### Задание 3. Морской еж из геосферы

Создайте примитив **GeoSphere** с параметрами, представленными на рис. 32, и преобразуйте объект к типу **Editable Poly**. Перейдите в режим редактирования полигонов, выделите все полигоны геосферы и примените к ним операцию **Bevel**, установив высоту скоса (**Height**) равной 0 и обводку (**Outline Amount**) равной –1 (рис. 33). Не снимая выделения, повторите данное преобразование еще три раза, каждый раз меняя параметры в соответствии с рис. 34, 35 и 36, — результат показан на рис. 37. Для сглаживания объекта примените к нему модификатор **MeshSmooth** (Сгладить сетку), выбрав его из списка Modifier List. Настройте параметры модификатора: в разделе **Subdivision Method** выберите вариант **NURMS**, а в разделе **Subdivision Amount** установите значение **Iterations** (Итерации) равным 0, а **Smoothness** (Гладкость выравнивания) — равным 1. Полученная в итоге модель напоминает морского ежа (рис. 38).

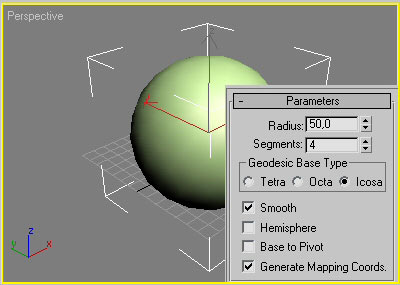


Рис. 32. Исходный объект — геосфера

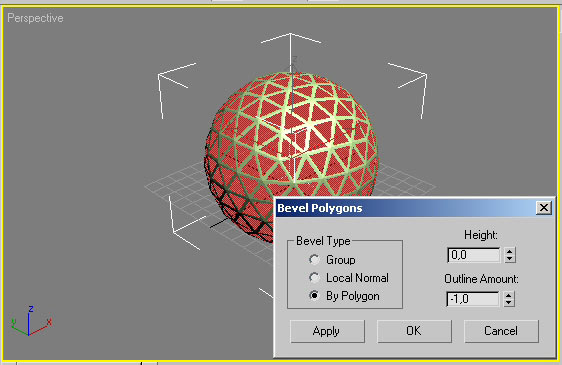


Рис. 33. Результат первого применения операции Bevel

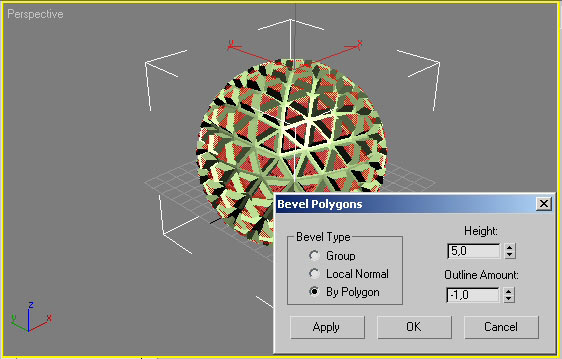


Рис. 34. Результат второго применения операции Bevel

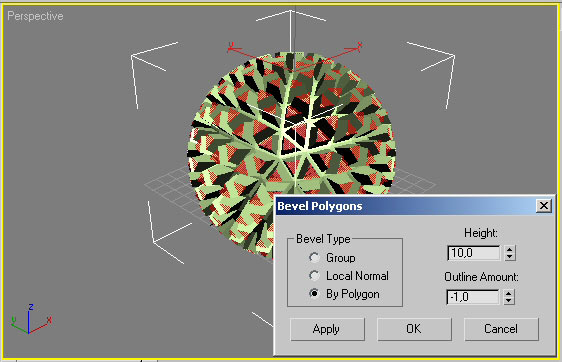


Рис. 35. Результат третьего применения операции Bevel

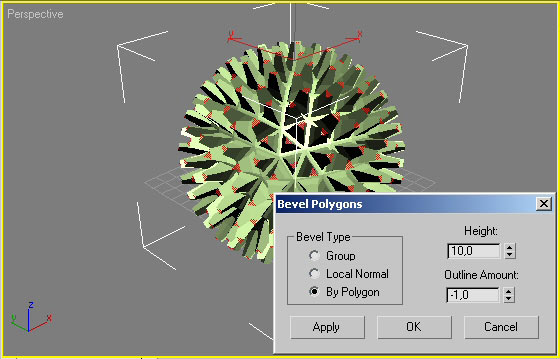


Рис. 36. Результат четвертого применения операции Bevel

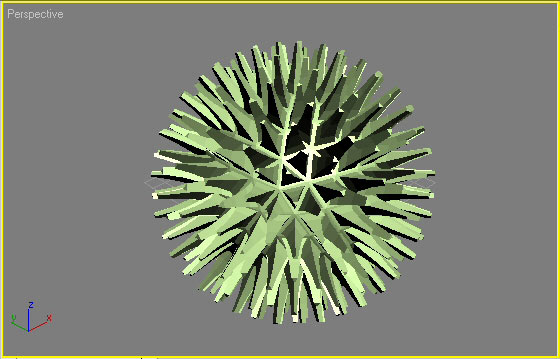


Рис. 37. Вид геосферы после многократной Bevel-деформации

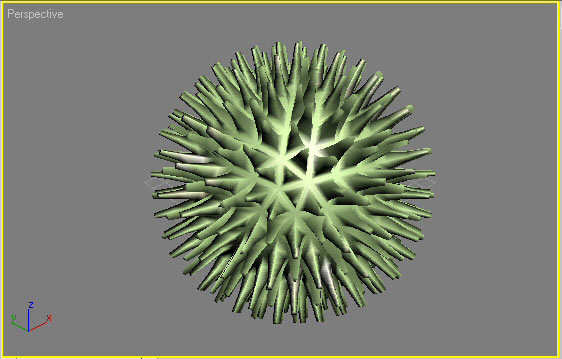


Рис. 38. Морской еж

### Задание 4. Кубик Рубика из куба

Попробуем создать кубик Рубика не из набора отдельных кубиков, а на основе одного куба. Создайте примитив **Box** (Коробка) с такими параметрами, как на рис. 39. Обратите внимание на число сегментов по глубине, высоте и ширине, которое в точности соответствует запланированному числу кубиков на каждой из сторон: выбрано три сегмента, а значит, будет и три кубика. Преобразуйте объект к типу **Editable Poly** и установите режим редактирования полигонов. Выделите все полигоны и примените к ним операцию **Bevel** (Фаска) при параметрах: **Bevel Type — By Poligon**, **Height** — 5, **Outline Amount** — 0. А затем повторите данную операцию в отношении полигонов, но уже при параметрах **Height** — 0 и **Outline Amount** — 2. В итоге куб окажется разбитым на отдельные кубические фрагменты и будет очень похож на настоящий кубик Рубика (рис. 40).

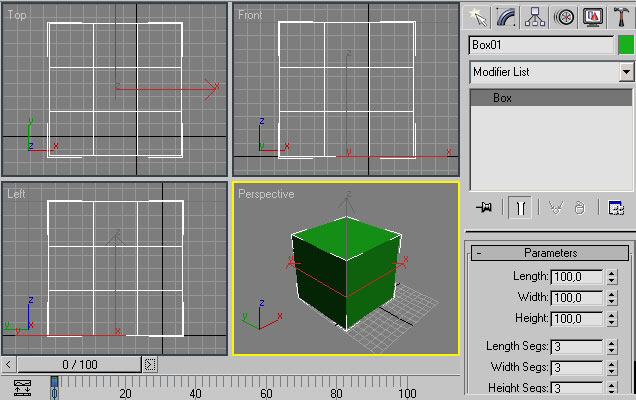


Рис. 39. Исходный объект — куб

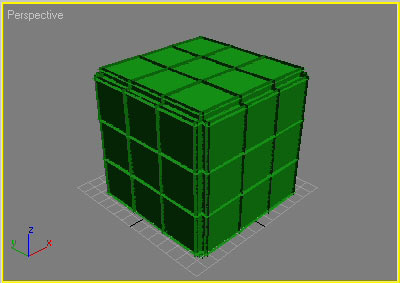


Рис. 40. Кубик Рубика

При желании кубик можно сделать разноцветным, но для этого его придется предварительно разбить на отдельные элементы. Выделите полигоны, расположенные на одной стороне кубика (рис. 41), и щелкните в свитке **Edit Geometry** на кнопке **Detach** (Отсоединить, рис. 42) — подобъекты окажутся отделенными. Чтобы выделить отделенный объект, щелкните на кнопке Select By Name (Выделять по имени) и выберите имя объекта (рис. 43), а потом перекрасьте его в другой цвет обычным образом (рис. 44). Вновь перейдите к кубу, активизируйте режим редактирования полигонов и аналогичным образом выделите полигоны на другой стороне кубика, превратите их в отдельный объект командой **Detach** (Отсоединить), выделите созданный объект по имени и тоже перекрасьте. И так — для всех остальных сторон. Для сглаживания всей модели целиком выделите все входящие в нее объекты, щелкнув на кнопке **Select By Name** (Выделять по имени) и указав вариант **All** (Все), и примените к ним модификатор **MeshSmooth** (Сгладить сетку) при параметрах как на рис. 45. Полученный в конечном счете разноцветный кубик Рубика представлен на рис. 46.

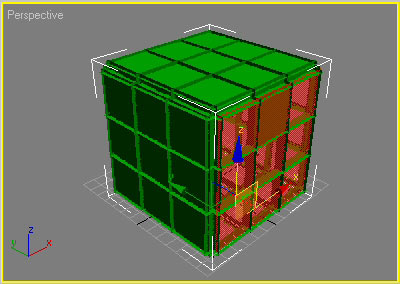


Рис. 41. Выделение отделяемых полигонов

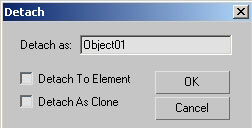


Рис. 42. Параметры операции Detach

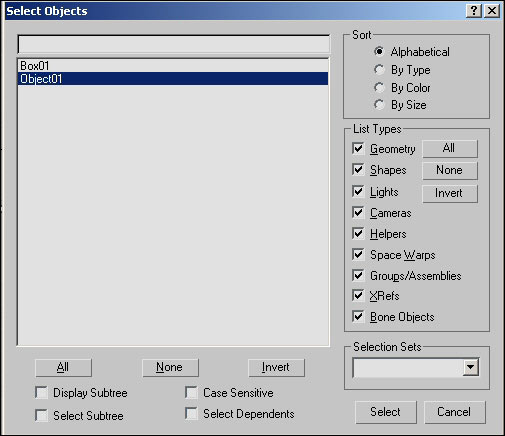


Рис. 43. Выделение объекта Object01

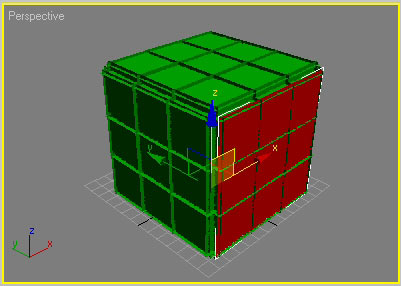


Рис. 44. Кубик после перекраски одной из сторон

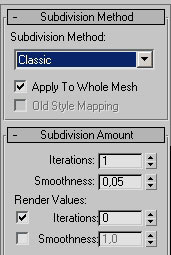


Рис. 45. Настройка параметров модификатора MeshSmooth

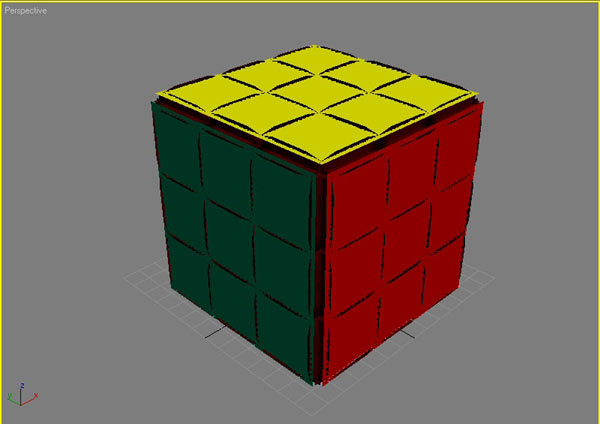


Рис. 46. Разноцветный кубик Рубика

### Задание 5. Ограненные кристаллы из геосферы

Создайте примитив **GeoSphere** (рис. 47), конвертируйте его в тип **Editable Mesh** и перейдите в режим редактирования вершин. Выделите все вершины выше центрального сечения (рис. 48) и сведите их в одну плоскость, щелкнув в свитке **Edit Geometry** на кнопке **Make Planar** (Привести к плоскости, рис. 49). Выделите все вершины, лежащие ниже центрального сечения (рис. 50), и сведите их в одну точку, щелкнув на кнопке **Collapse** (Свести в точку, рис. 51). По окончании избавьтесь от острых углов — для этого переключитесь в режим редактирования ребер **Edge**, выделите все ребра и примените к ним операцию **Chamfer** (Прямая фаска), установив величину скоса в 0,5 единиц. В итоге будет получен кристалл, представленный на рис. 52 (конечно, чтобы созданный объект действительно походил на кристалл, потребуется серьезная настройка текстуры, но это уже иная тема).

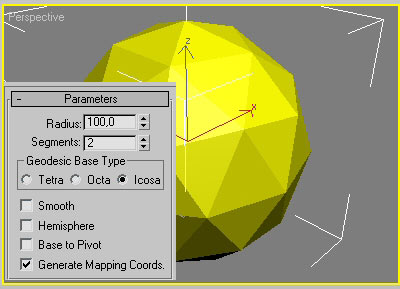


Рис. 47. Исходный объект — геосфера

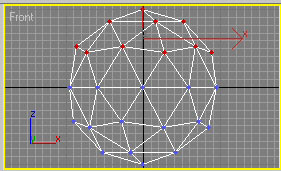


Рис. 48. Выделение вершин, сводимых в плоскость

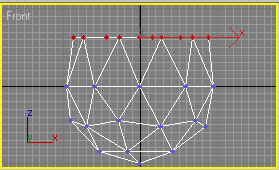


Рис. 49. Результат сведения вершин в плоскость

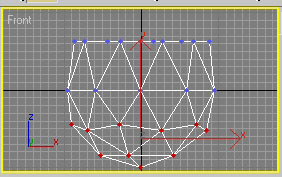


Рис. 50. Выделение вершин, сводимых в точку

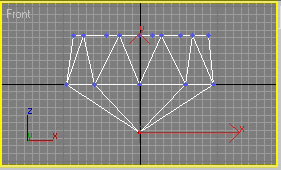


Рис. 51. Результат сведения вершин в точку

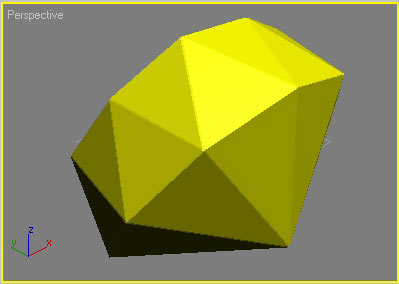


Рис. 52. Ограненный кристалл

При желании форму созданного кристалла можно изменять, масштабируя и перемещая отдельные вершины. Однако предварительно стоит объединить сведенные воедино вершины в одну точку. Дело в том, что при сведении вершин на плоскость или в точку они сохраняются по отдельности, так что потом при моделировании на уровне вершин будут возникать проблемы. Например, если часть вершин, лежащих в одной точке, выделилась, а другая — нет, то соответственно при перемещении одни останутся на месте, а другие передвинутся со всеми вытекающими из этого последствиями. Для объединения выбранных вершин в одну предназначен свиток **Weld** (Объединить, рис. 53). При активизации кнопки **Selected** (Выбранные) операция производится над всеми выделенными вершинами, попадающими в **Weld Threshold** (Порог Объединения). Кнопка **Target** (Целевые) позволяет объединять вершины, перемещая выбранную вершину к требуемой.

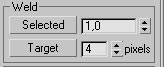


Рис. 53. Свиток Weld

Для примера изменим форму кристалла, чтобы он стал более плоским и широким. Инструментом **Lasso Selection Region** (Выделение лассо) вначале выделите все вершины плоскости (кристалл нужно предварительно повернуть таким образом, чтобы можно было выделить только нужные вершины, рис. 54). Установите величину порога **Weld Threshold** (Порог объединения) равной 1 и щелкните на кнопке **Selected** (Выбранные) — вершины плоскости объединятся. Аналогичным способом выделите и объедините вершины основания, которые были сведены в одну точку. После этого последовательно масштабируйте и переместите нужные вершины (рис. 55).

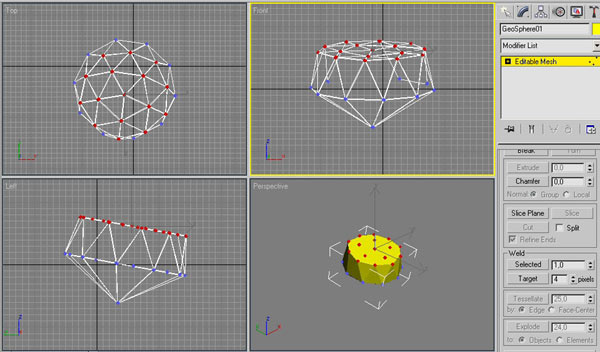


Рис. 54. Выделение объединяемых вершин

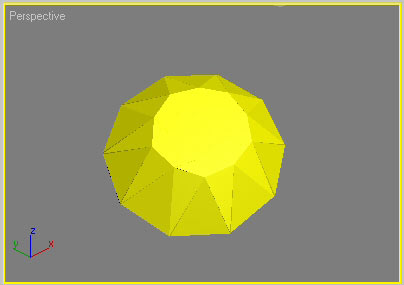


Рис. 55. Преобразованный кристалл

### Задание 6. Футбольный мяч из геосферы

Создайте геосферу с параметрами, представленными на рис. 56. На параметры обратите особое внимание, так как довольно сложно найти такие варианты, когда полигоны удается точно объединить в шестиугольники, являющиеся элементами мяча. Преобразуйте объект к типу **Editable Poly** и перейдите в режим редактирования полигонов. Начните последовательно выделять полигоны геосферы при нажатой клавише **Ctrl**, формируя из них шестиугольники. В конечном счете нужно обработать все полигоны, но выделять одновременно соседние шестиугольники нельзя, так как применяемые к ним затем операции должны относиться отдельно к каждой группе шестиугольников. Однако для ускорения процесса можно за один прием выделять несколько не граничащих друг с другом шестиугольников — например как показано на рис. 57. По окончании выделения партии шестиугольников примените к ним операцию **Extrude**, установив в поле **Extrusion Type** вариант **Group** и присвоив параметру **Extrusion Hight** значение 0,2. Затем выполните данное действие в отношении следующей партии шестиугольников и т.д. Окончательный результат представлен на рис. 58.

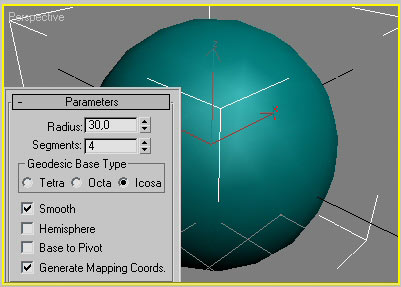


Рис. 56. Исходный объект — геосфера

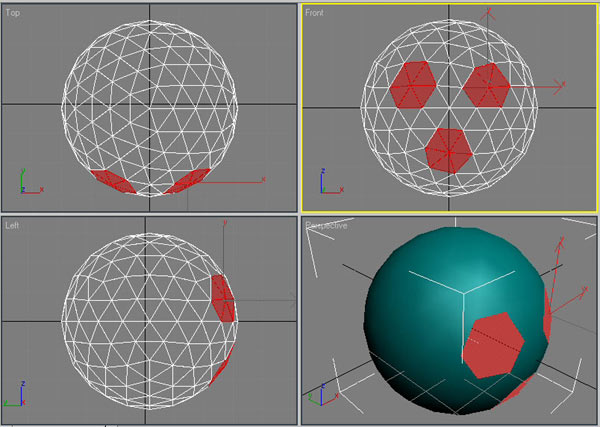


Рис. 57. Выделение отдельных шестиугольников мяча

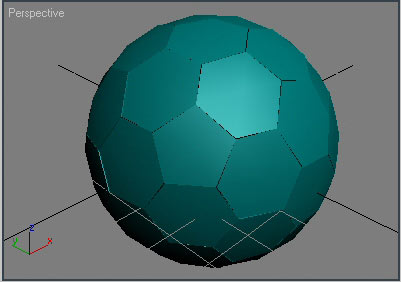


Рис. 58. Результат применения преобразования Extrude ко всем шестиугольникам

После этого для каждого шестиугольника примените операцию **Bevel** при таких параметрах, как на рис. 59, что приведет к очередному изменению геосферы (рис. 60). Для сглаживания объекта примените к нему модификатор **MeshSmooth** (Сгладить сетку), настроив его параметры в соответствии с рис. 61. Полученный в итоге футбольный мяч представлен на рис. 62.

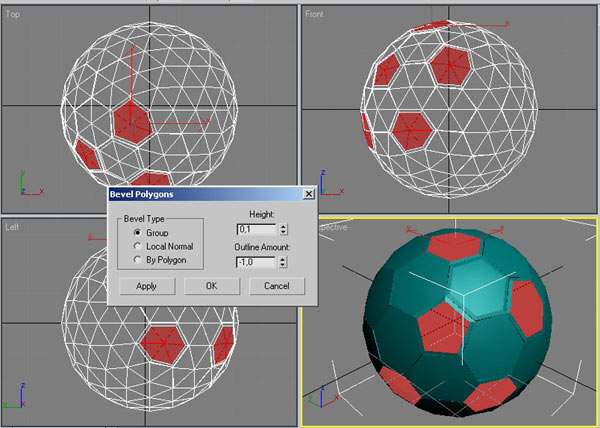


Рис. 59. Применение операции Bevel к очередной партии шестиугольников

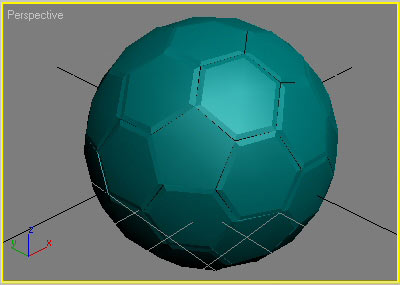


Рис. 60. Геосфера после выдавливания и наложения фасок

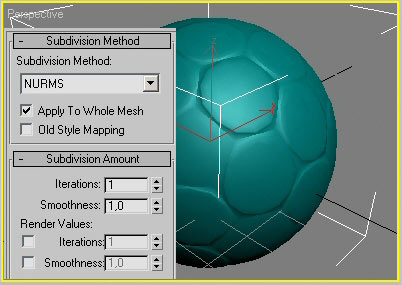


Рис. 61. Настройка параметров модификатора MeshSmooth

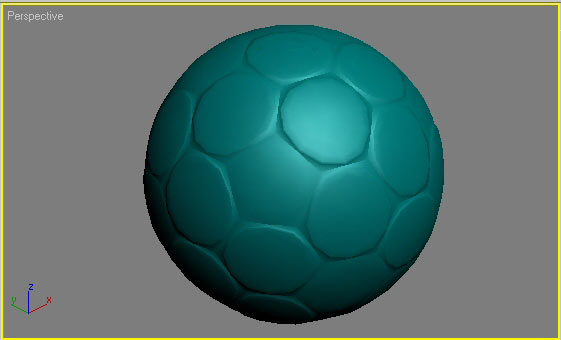


Рис. 62. Футбольный мяч

### Задание 7. Шахматная пешка из цилиндра

Создайте цилиндр с параметрами, показанными на рис. 63. Поскольку в объекте довольно много сечений, для удобства, в зависимости от ситуации, мы будем их нумеровать в направлении снизу вверх или в обратном направлении. Преобразуйте объект к типу **Editable Mesh** и перейдите в режим редактирования вершин. Установив вариант выделения прямоугольных областей (**Restangular Selection Region**), выделите вершины самого нижнего сечения и немного перетащите их по оси Y вниз (рис. 64). Одновременно выделите все вершины четырех нижних сечений и переместите их вниз на то же самое расстояние. Затем выделите вершины 2-го и 3-го сечений снизу и масштабируйте их так, как показано на рис. 65.

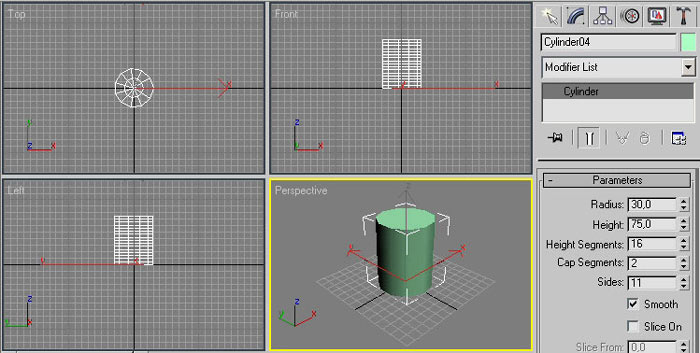


Рис. 63. Исходный объект — цилиндр

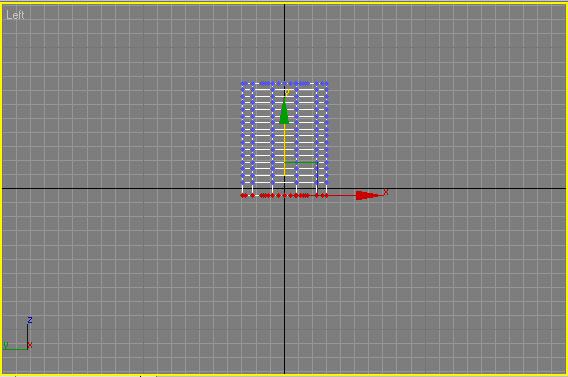


Рис. 64. Перемещение вершин нижнего сечения

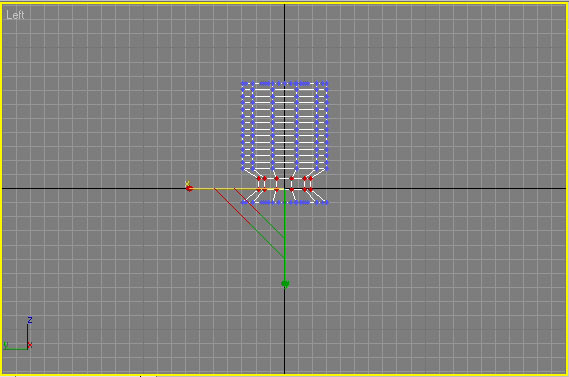


Рис. 65. Результат масштабирования вершин 2-го и 3-го сечений

Переключитесь в режим редактирования полигонов, щелкнув на кнопке Polygon. Выделите полигон, объединяющий 2-е и 3-е сечения снизу, и примените к нему операцию **Extrude**, установив для нее режим **Local Normal** и вручную введя значение штампа равное –5. Затем выделите 2-е сечение снизу и масштабируйте полигон так, чтобы диаметры 1-го и 2-го сечений были одинаковыми. Аналогичную операцию выполните в отношении 3-го сечения (рис. 66).

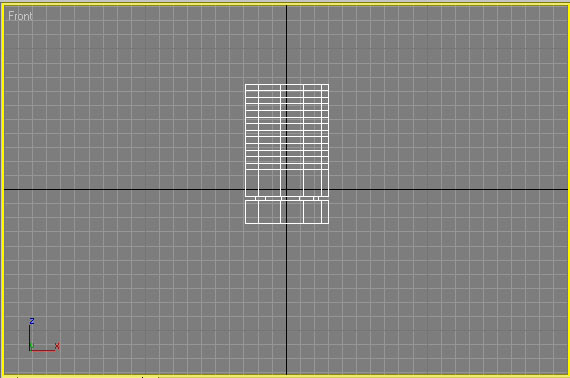


Рис. 66. Объект после штамповки и повторного масштабирования сечений

Переключитесь в режим редактирования ребер, щелкнув на кнопке **Edge**, выделите 5-е, 6-е и 7-е ребра снизу и масштабируйте их примерно так, как показано на рис. 67. Перейдите в режим редактирования вершин, выделите все расположенные выше вершины и переместите их вверх так, чтобы расстояние между 7-м и 8-м сечениями значительно увеличилось (рис. 68).

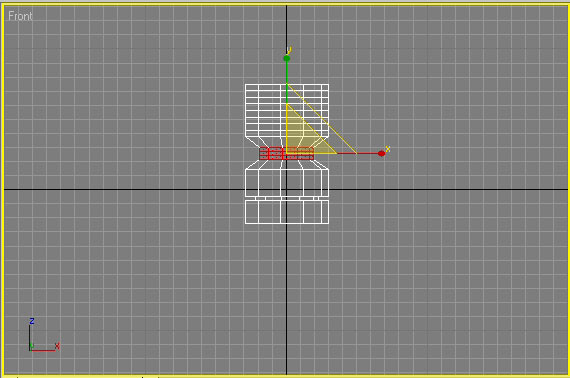


Рис. 67. Масштабирование 5-го, 6-го и 7-го ребер

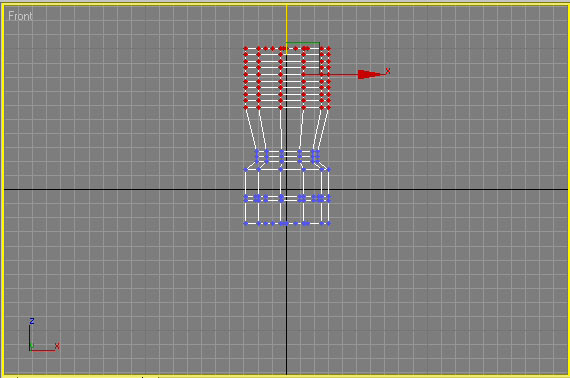


Рис. 68. Одновременное масштабирование всех вершин верхней половины объекта

Вновь вернитесь в режим редактирования полигонов, выделите полигон между 6-м и 7-м сечениями и примените к нему операцию **Extrude** (Выдавливание), установив для нее режим **Local Normal** и вручную введя значение штампа равное –3,5 (рис. 69). Переключитесь в режим редактирования вершин, выделите вершины 8-го сечения и инструментом **Select and Squash** (Выделить и сжать) уменьшите диаметр данного сечения примерно так, как показано на рис. 70. Выделите вершины 9-го и всех расположенных выше сечений и пропорционально масштабируйте их инструментом **Select and Uniform Scale** (Выделить и равномерно масштабировать, рис. 71).

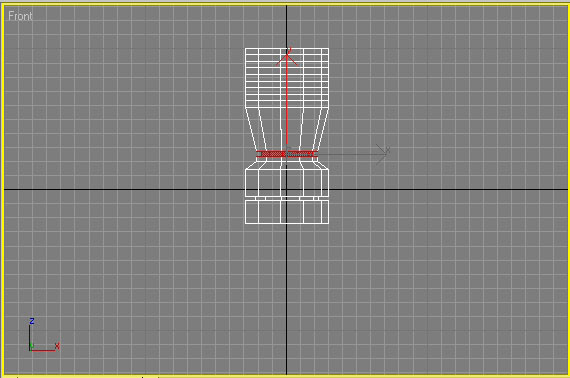


Рис. 69. Объект после повторной штамповки

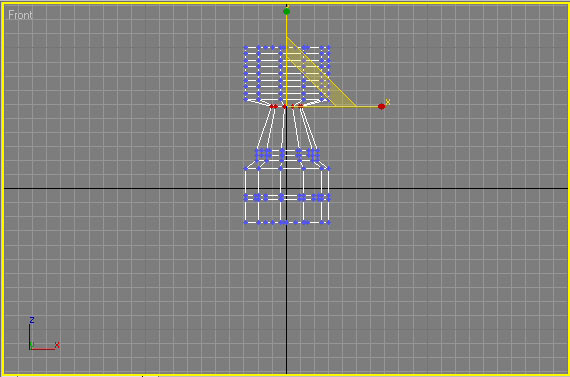


Рис. 70. Сжатие 8-го сечения

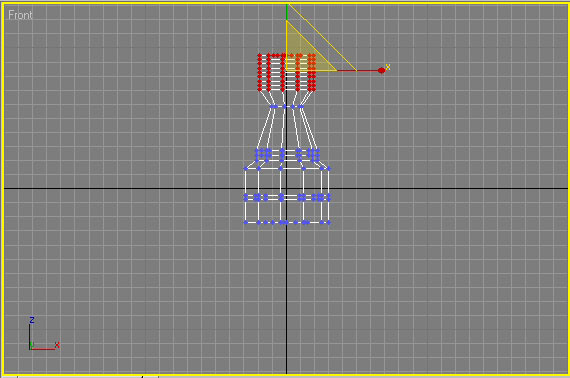


Рис. 71. Равномерное масштабирование вершин верхних сечений

Переключитесь в режим редактирования ребер, выделите 6-е и 7-е ребра сверху и пропорционально уменьшите их размеры (рис. 72). Выделите самое верхнее ребро и уменьшите его, создав фаску (рис. 73). Выделите 3-е и 4-е сверху ребра и увеличьте их примерно так, как показано на рис. 74. Выделите 10-е сверху ребро и переместите его вверх (рис. 75). Откорректируйте расстояния между 1-м и 2-м и между 3-м и 4-м сечениями. В конечном счете будет получена шахматная фигура, представленная на рис. 76.

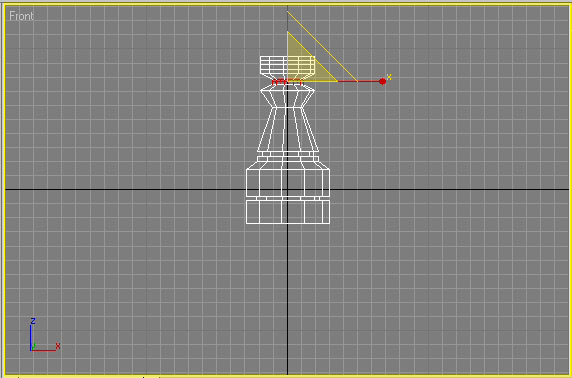


Рис. 72. Масштабирование 6-го и 7-го ребер

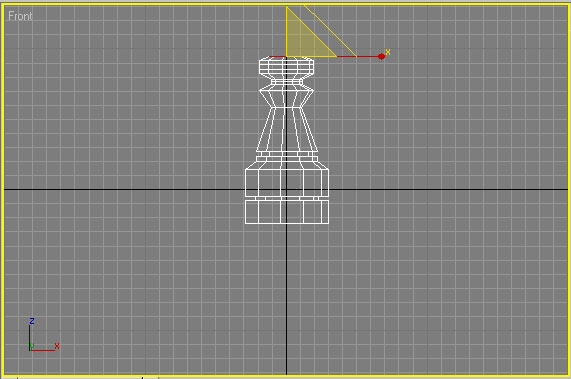


Рис. 73. Объект после масштабирования верхнего ребра

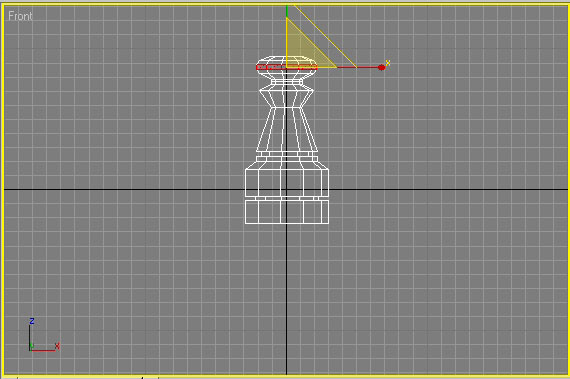


Рис. 74. Масштабирование 3-го и 4-го ребер сверху

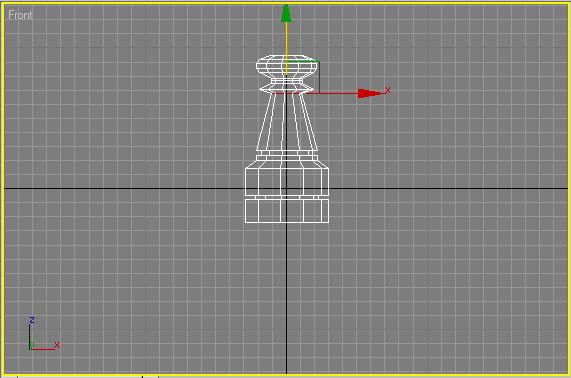


Рис. 75. Перемещение 10-го ребра

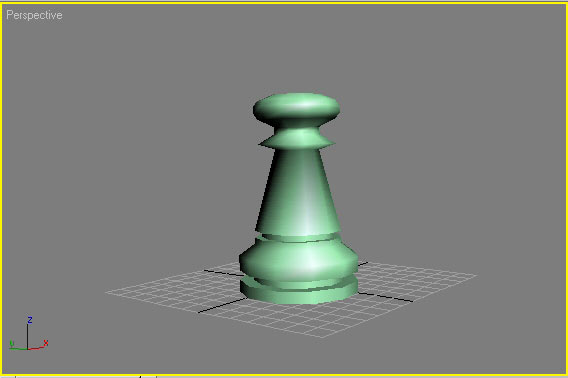


Рис. 76. Шахматная пешка

**Вопросы для проверки**

1. Что такое сеточное моделирование?
2. Что можно делать с подобъектами?
3. Какие геометрические модели относятся к объектам типа **Editable Mesh**?
4. Какие геометрические модели относятся к объектам типа **Editable Poly**?
5. Что представляют собой полигоны?
6. Что такое полисетка?

**Обеспеченность лабораторно-практических занятий**

**Учебно-методическое и информационное обеспечение**

Реализация программы обеспечивается доступом каждого обучающегося к библиотечному фонду – Электронной библиотечной системе BOOK.RU.

**Основные источники:**

1. Информационные технологии в профессиональной деятельности: учебник / Е.В. Филимонова. — Москва: КноРус, 2017. — 482 с.
2. Информационные технологии. Задачник (для СПО). Учебное пособие: учебное пособие / С.В. Синаторов. — Москва: КноРус, 2018. — 253 с.

**Дополнительные источники:**

1. Информатика: учебник / Н.Д. Угринович. — Москва: КноРус, 2018. — 377 с.
2. Информатика. Практикум: практикум / Н.Д. Угринович. — Москва: КноРус, 2018. — 264 с.
3. Пакеты прикладных программ. Учебное пособие: учебное пособие / С.В. Синаторов. — Москва: КноРус, 2019. — 195 с. —

**Интернет-ресурсы:**

1. book.ru. Информационные технологии. Онлайн-тестирование

**Дополнительные интернет-ресурсы:**

1. <https://3dmaster.ru/uroki/>
2. <http://samoychiteli.ru/document282.html>
3. [https://compress.ru](https://compress.ru/article.aspx?id=15050)
4. [http://www.3dmax-tutorials.ru](http://www.3dmax-tutorials.ru/)
5. <http://kuzyaaaaaaqwerrfgtbvffa.blogspot.com/2015/03/3-d-max.html>
6. <http://3d-box.ru/urok__4_delaem_stul__modifikatori_loft__extrude_i_bevel_.htm>

**Материально-техническое обеспечение**

Материально-техническое обеспечение включает в себя наличие специализированного кабинета, имеющего:

* посадочные места по количеству обучающихся;
* рабочее место преподавателя;
* технические средства обучения: компьютер с лицензионным программным обеспечением и выходом в сеть Интернет, лицензионное или свободно распространяемое программное обеспечение по профилю обучения, мультимедийный проектор.

Для проведения лабораторно-практических занятий имеется учебный класс, укомплектованный всем необходимым оборудованием и инвентарем.