

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет харчових технологій
Інститут післядипломної освіти**

О.І. Герасін, О. Я. Петренко

Моделювання тривимірних об'єктів засобами 3DSMax

Навчальний посібник

Київ - 2014

Навчальний посібник присвячено використанню універсального програмного засобу тривимірного моделювання просторових об'єктів 3DS Max. Детально розглянуто інтерактивний об'єктно-орієнтований інтерфейс, показано можливості моделювання засобами просторових примітивів, використання модифікаторів, сплайнового моделювання. Розглянуті можливості полігонального моделювання.

Викладення матеріалу здійснено з урахуванням досвіду авторів у навчанні контингенту дорослих слухачів на кафедрі інформатики та обчислювальної техніки Інституту післядипломної освіти Національного університету харчових технологій.

Призначено для широкого кола науковців, аспірантів, викладачів, науково-технічних працівників, конструкторів, професійна діяльність яких пов'язана з тривимірним моделюванням та візуалізацією зображень. Може бути використаний у навчальних курсах системи післядипломної освіти та самонавчання.

Автори: О.Я. Петренко, кандидат технічних наук, доцент
О.І. Герасін, кандидат фізико-математичних наук

Зміст

Вступ	4
Інтерфейс програми	4
Створення і найпростіше редагування стандартних примітивів	6
Створення стандартних примітивів.....	7
Виділення об'єктів	7
Переміщення об'єктів	8
Поворот об'єктів	8
Масштабування об'єктів	8
Зміна параметрів об'єктів	9
Навігаційні можливості програми.....	10
Створення об'єктів на основі примітивів.....	11
Призначення і налаштування модифікаторів.....	14
Елементи стека модифікаторів:.....	14
Модифікатори.....	15
Модифікатор Edit Poly.....	16
Основи сіткового моделювання.....	18
Теоретичні аспекти.....	18
Типи підоб'єктів і принцип їх редагування.....	18
Моделювання за допомогою вершин	20
Моделювання за допомогою ребер.....	21
Моделювання за допомогою полігонів.....	21
Сіткове моделювання на конкретних прикладах	22
Яйце з кулі	22
Гантель з циліндра	23
Кубик Рубіка з куба.....	24
Ограновані кристали з геосфери.....	25
Шаховий пішак з циліндра.....	26
Література	28

Вступ.

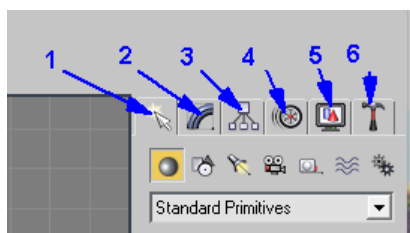
Тривимірна графіка і анімація, що відкриває двері в захоплюючий мир віртуальної реальності, займають особливе місце серед комп'ютерних технологій, а пакет 3D MAX компанії Autodesk є найпопулярнішим серед додатків для тривимірного моделювання, анімації і рендеринга. Він володіє всіма необхідними засобами для створення ігрових світів і анімаційних роликів і тому використовується більшістю розробників комп'ютерних ігор і незамінний в комп'ютерній мультиплікації і художній анімації. Дизайнерам і інженерам 3D MAX надає засоби фотореалістичної візуалізації для аналізу проекту, проведення презентацій і створення маркетингових матеріалів, що розробляються. Широко застосовується він в архітектурному проектуванні для створення дизайну інтер'єрів. Давно оцінили даний додаток і фахівці по телевізійних заставках, кліпах і спецефектах в кіно, пакет широко застосовується при підготовці рекламних і науково-популярних роликів для телебачення.

Програма володіє інтерактивним об'єктно-орієнтованим інтерфейсом, реалізує розширені можливості створення і управління анімацією, зберігає історію життя кожного об'єкту, надає можливості для створення різноманітних світлових ефектів і має відкриту архітектуру, що дозволяє розширювати можливості додатку за рахунок плагінів, що підключаються.

Пакет 3D MAX достатньо складний в освоєнні і має величезне число налаштувань, інструментів, меню і т.п. Навіть простий перелік його інструментів займе немало часу і разом з тим не дасть анінайменшого уявлення про нюанси роботи. Тому знайомитися з можливостями пакету ми будемо послідовно і на конкретних прикладах.

Інтерфейс програми

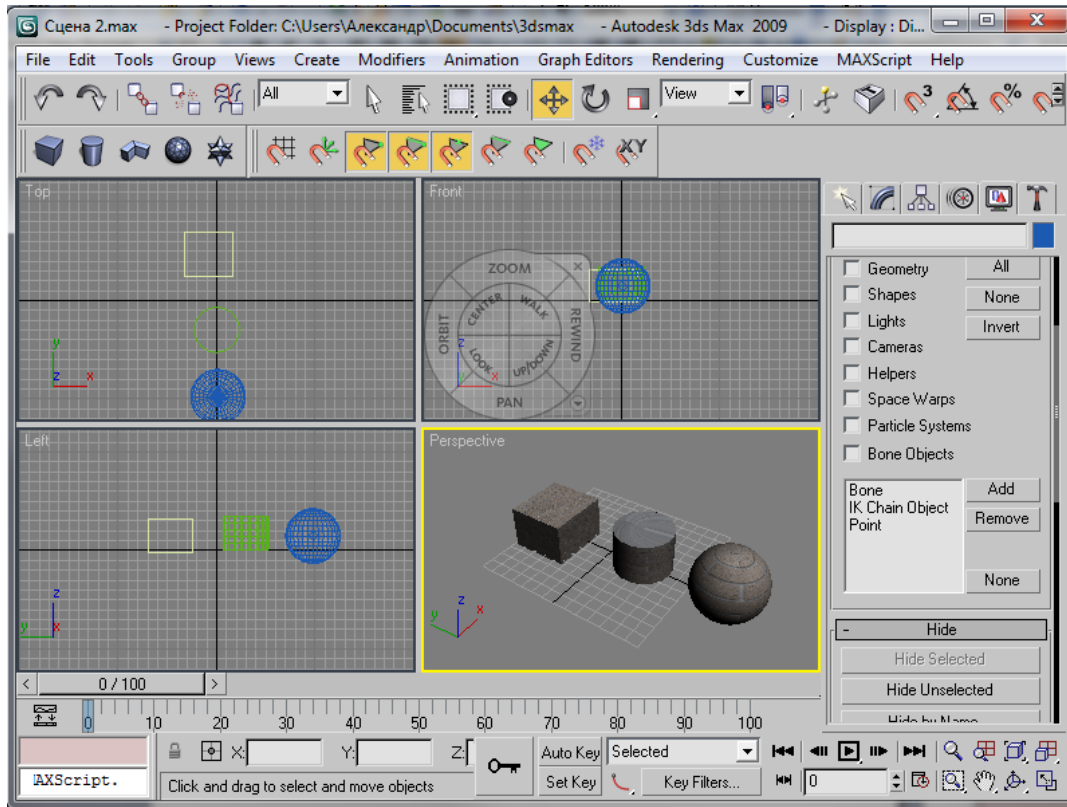
Основною по рангу є командна панель **Command Panel** (об'єднуюча шість панелей з елементами управління, кожна з яких відкривається клацанням по відповідній кнопці:



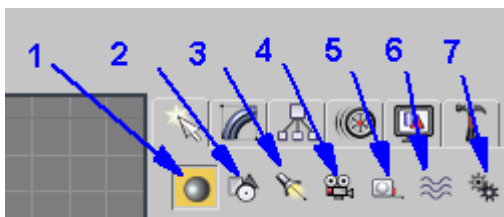
1. **Create (Створити)** — об'єднує елементи управління для створення різних типів об'єктів;
2. **Modify (Змінити)** — містить елементи управління для редагування об'єктів і використання різних модифікаторів;
3. **Hierarchy (Ієрархія)** — призначена для управління базових елементів (центру трансформації);
4. **Motion (Рух)** — об'єднує елементи управління для настройки контролерів анімації і траєкторій руху;
5. **Display (Відображення)** — дозволяє управляти відображенням об'єктів сцени у вікнах проєкцій;
6. **Utilities (Утиліти)** — містить різноманітні допоміжні програми, більшість з яких є плагінами, що підключаються.

Всі елементи, що створюються в програмі, називаються об'єктами, до них відносяться не тільки будь-які геометричні тіла, але і форми, камери, джерела світла і ін. Об'єктами можна управляти, модифікуючи їх довільним чином, об'єднуючи в групи, пов'язуючи один з одним і ін., щоб одержати кінець кінцем потрібну сцену. Процес створення об'єктів називається моделюванням. Моделювання здійснюється у вікнах перегляду проєкцій, які займають основну частину екрану і дозволяють розглянути об'єкти з різних позицій і в різних проєкціях. За умовчанням на екрані відображаються чотири однакові прямокутні вікна, відповідні проєкціям: **Top** (Зверху), **Front** (Спереду),

Left (Зліва) і **Perspective** (Перспектива). Для перегляду об'єктів якнайбільше підходить вікно Perspective (Перспектива), проте для моделювання воно не дуже зручне. В реальності список проєкцій набагато ширше і включає додатково проєкції: User (Призначена для користувача), Right (Справа), Back (Ззаду), Bottom (Знизу) і Camera (Камера). При бажанні можна змінити варіант відображення проєкцій, відмовившись від якихось проєкцій і замінивши одні проєкції на інші. В частині проєкцій, таких як Top, Front, Left, Bottom, Back і Right, об'єкти відображаються у вигляді каркасів, а в проєкціях Perspective і Camera — з розфарбованою поверхнею. Незалежно від набору проєкцій і варіанту їх відображення активне вікно проєкцій завжди виділяється жовтою рамкою.



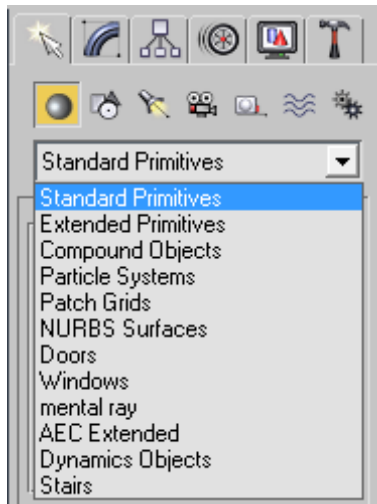
Всі об'єкти діляться на категорії, вибір яких здійснюється в палітрі за допомогою відповідних кнопок. Виділяють наступні категорії об'єктів:



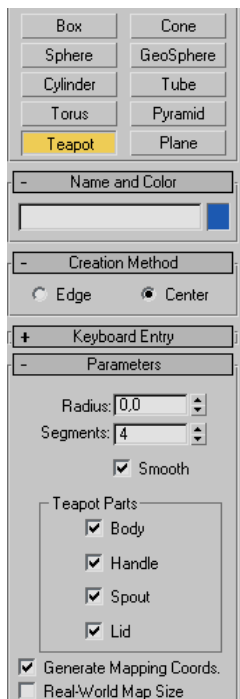
- **Geometry** (Геометрія) — об'єднує об'єкти, що мають геометричні тіла, що візуалізуються;
- **Shapes** (Форми) — призначена для створення ліній, NURBS-кривих і двовимірних форм, які без спеціальних інструкцій не візуалізуються;
- **Lights** (Джерела світла) — дану категорію складають об'єкти, освітлюючі сцену і поліпшуючі її реалізм;
- **Cameras** (Камери) — об'єднує об'єкти-камери, що є додатковими при створенні сцен;
- **Helpers** (Допоміжні об'єкти) — за допомогою об'єктів даної категорії значно спрощується конструювання складних сцен і настройка анімацій;

- **Space Warps (Об'ємні деформації)** — включає об'єкти, що відповідають за різні види спотворень навколишнього простору;
- **Systems (Системи)** — об'єднує об'єкти, контролери і ієрархії, призначені для створення геометричних тіл, з'єднаних певним видом поведінки.

У кожній категорії існує цілий список типів об'єктів, наприклад в категорію **Geometry** (Геометрія) входять типи: **Standard Primitives** (Стандартні примітиви), **Extended Primitives** (Поліпшені примітиви) і ін. Потрібний тип вибирається із списку.



Кожний тип, у свою чергу, об'єднує безліч різноманітних об'єктів, зокрема тип **Standard Primitives** дозволяє створювати коробки (Box), сфери (Sphere), циліндри (Cylinder), тору (Torus), чайники (Teapot), конуси (Cone), геосфери (GeoSphere), труби (Tube), піраміди (Pyramid) і площини (Plane).



Кожний створений об'єкт має ім'я, колір і деякі параметри. Під параметрами об'єкту розуміється набір властивостей, що описують об'єкт в тривимірному просторі, наприклад його координати, довжина, ширина і висота. Ім'я і колір фіксуються в полі Name and Color (Ім'я і колір) і їх можна змінити, параметри відображаються в процесі створення об'єкту на панелі Create (Створити), а надалі — на панелі Modify (Зміна), і їх набір визначається типом об'єкту. Наприклад, для чайника, крім його розмірів, список параметрів включає параметри Body (Тіло), Handle (Ручка), Spout (Носик) і Lid (Кришка), частину з яких при бажанні нескладно відключити.

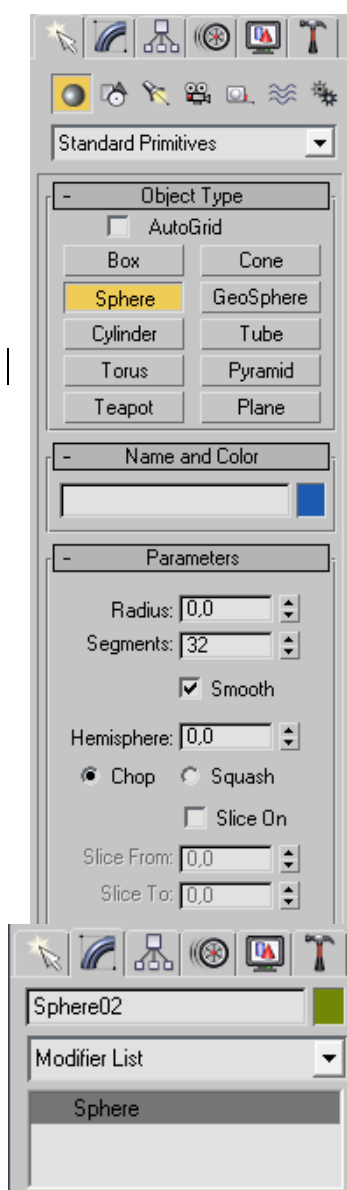
Створення і найпростіше редагування стандартних примітивів

Створювати і редагувати об'єкти можна в будь-якій проекції, але деякі можливості редагування в різних проекціях відрізняються. Принцип створення визначається самим об'єктом. Для одних об'єктів, наприклад чайників (**Teapot**) або сфер (**Sphere**), достатньо клацнути мишею в лівій верхній точці об'єкту, перетягнути мишу і відпустити її в правій нижній точці. Для інших типів об'єктів процес може виявитися більш тривалим, наприклад при створенні коробок (**Box**) або циліндрів (**Cylinder**) потрібно буде вказати ще і глибину об'єкту, а значить, послідовність виглядатиме так: клацнути => перетягнути, не відпускаючи кнопку миші => відпустити кнопку миші => перетягнути => клацнути. Відзначимо, що змінити параметри об'єкту можна у будь-який момент, оскільки в програмі запам'ятовуються всі етапи його створення і редагування.

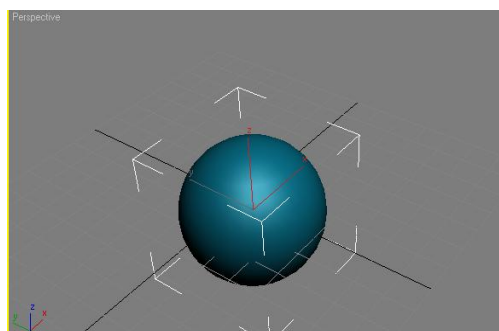
Створення стандартних примітивів

Спочатку поекспериментуємо із звичайними сферами. Для створення об'єктів відкрийте панель **Create** (Створити), клацнувши на відповідній кнопці панелі **Command Panel**, — за умовчанням дана панель відкривається автоматично. На панелі **Create** виберіть категорію об'єктів **Geometry** (Геометрія), в списку типів об'єктів вкажіть тип **Standard Primitives** (Стандартні примітиви), а потім в групі **Object Type** (Типи об'єктів) виберіть інструмент **Sphere** (Сфера).

Відразу зверніть увагу, що на панелі **Create** знаходяться декілька груп елементів: **Object Type** (Типи об'єктів), **Name and Color** (Ім'я і колір), **Creation Method** (Метод створення) і ін. Зліва від назви груп можна побачити або знак «-», що означає, що група розгорнута (тоді видні всі її параметри), або знак «+», коли група згорнута і видно лише її заголовок. Для згортання/розгортання будь-якої з груп достатньо клацнути курсором по заголовку групи.



Тепер приступимо до створення об'єкту, що, як вже наголошувалося, можна зробити в будь-якому з вікон проекцій. Для прикладу створимо сферу у вікні проекції **Perespective** (Перспектива). Для цього потрібно натиснути ліву клавішу миші в будь-якому місці вікна **Perespective**, перетягнути курсор миші, а потім відпустити кнопку миші — у результаті сфера з'явиться у всіх чотирьох вікнах проекцій.



Щоб розширити поле для експериментів, аналогічним чином створимо ще три сфери.

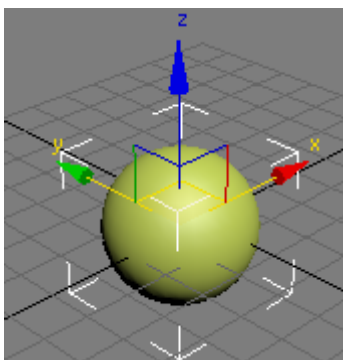
Виділення об'єктів

Натисніть кнопку **Select Object** (Виділити об'єкт), що знаходиться на головній панелі інструментів **Main Toolbar**. Активувавши цю кнопку, клацнемо на об'єкті. Про виділення об'єкту свідчить зміна його кольору. Виділяти об'єкти можна і по-іншому: натиснути ліву клавішу миші і перетягнути по діагоналі покажчик миші так, щоб об'єкти, що виділяються, потрапили всередину обкресленої області.

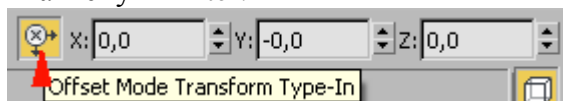
Після виділення об'єкту з ним можна проводити самі різні маніпуляції: переміщати і повертати, змінювати імена і параметри, видаляти і т.п. Спершу виділіть перший із створених об'єктів, клацнувши по ньому інструментом **Select Object** (Виділити об'єкт), і видаліть його звичайним способом, натискуючи клавішу **Delete** (Видалити). Потім виділіть другий об'єкт і змініть його ім'я, встановивши курсор в текстовому полі групи **Name and Color** (Ім'я і колір) і змінивши ім'я **Sphere02** на

Sphere01. Аналогічну операцію проведіть для всієї решти об'єктів. В цій же групі можна змінити і колір об'єкту, клацнувши на кольоровому **квадратику** **Object Color** (Колір об'єкту) і вибравши в колірній палітрі, що відкрилася, відповідний колір — для прикладу спробуйте перефарбувати всі об'єкти в інші кольори.

Переміщення об'єктів

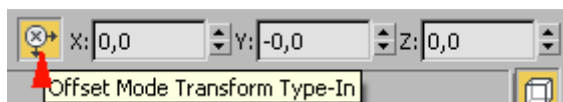
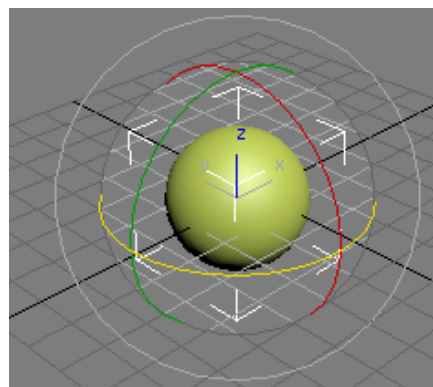


Натисніть кнопку **Select and Move** (Виділити і пересунути), що знаходиться на головній панелі інструментів **Main Toolbar**. Курсор миші при наближенні до об'єкта набуде форми у вигляді хрестика. Інструмент **Select and Move** (Виділити і пересунути) дозволяє пересувати об'єкти сцени в просторі. Технологія його вживання проста — достатньо вказати курсором миші на об'єкт, натиснути ліву клавішу миші і перетягнути його в потрібному напрямку. При цьому зовсім необов'язково, щоб заздалегідь об'єкт був виділений, оскільки виділення буде проведено автоматично. Якщо об'єкт виділено, і натиснута кнопка **Select and Move**, на об'єкті з'являється так звана *Гізмо перенесення* — три стрілки, які відображають систему координат. Для перенесення об'єкта вздовж однієї із осей треба вказати курсором миші на стрілку на осі, натиснути ліву клавішу миші і перенести її у відповідному напрямку. Для перенесення об'єкта на задану відстань треба вибрати в нижній частині видових екранів режим відносних координат (Offset Mode Transform Nype-In), ввести число в одну з клітинок X, Y чи Z і натиснути Enter.



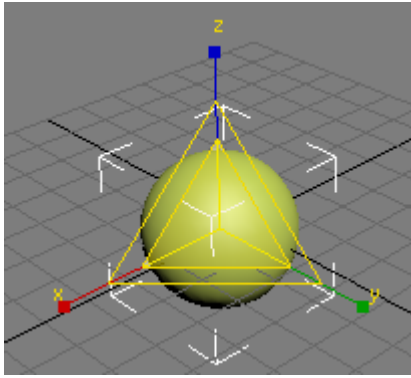
Поворот об'єктів

Натисніть кнопку **Select and Rotate** (Виділити і повернути), що знаходиться на головній панелі інструментів **Main Toolbar**. Курсор миші при наближенні до об'єкта набуде форми у вигляді хрестика. Якщо об'єкт виділено, і натиснута кнопка **Select and Move**, на об'єкті з'являється так звана *Гізмо повороту* — три кола різного кольору, які розміщені у взаємно перпендикулярних площинах. Для повороту об'єкта достатньо вказати курсором миші на одне з цих кіл, натиснути ліву клавішу миші, і виконати поворот шляхом переміщення курсору миші. Відпустивши клавішу миші зафіксуємо об'єкт. Для повороту об'єкта на заданий кут треба вибрати в нижній частині видових екранів режим відносних координат (Offset Mode Transform Nype-In), ввести число в одну з клітинок X, Y чи Z і натиснути Enter.



Масштабування об'єктів

Натисніть кнопку **Select and Scale** (Виділити і масштабувати), що знаходиться на головній панелі інструментів **Main Toolbar**. Курсор миші при наближенні до об'єкта набуде форми у вигляді хрестика. Якщо об'єкт виділено, і натиснута кнопка **Select and Scale**, на об'єкті з'являється так звана *Гізмо масштабування* — три осі різного кольору, на



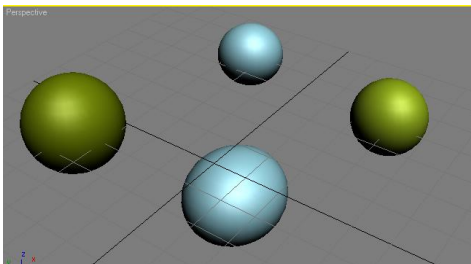
кінцях яких розміщені маленькі квадрати. Для масштабування об'єкта достатньо вказати курсором миші на одну з цих осей, натиснути ліву клавішу миші і виконати перемістити курсор миші.

В реальності під інструментом **Select and Rotate** ховаються три різні інструменти масштабування об'єктів — про це свідчить особлива мітка в нижньому правому кутку кнопки з інструментом. До числа прихованих інструментів входять:

- **Select and Uniform Scale** (Виділити і рівномірно масштабувати), призначений для рівномірного масштабування об'єктів сцени;
- **Select and Non-Uniform Scale** (Виділити і нерівномірно масштабувати), відповідаючий за нерівномірне масштабування;
- **Select and Squash** (Виділити і стиснути), дозволяючий стискати об'єкти сцени уздовж одного напрямку, при цьому об'єкт автоматично розширяється уздовж двох інших напрямків.

Для вибору прихованих інструментів в 3D Studio MAX потрібно натиснути кнопку миші на інструменті і затримати на ній курсор — це приведе до появи прихованих інструментів, а потім, не відпускаючи кнопку миші, слід навести її покажчик на одну з кнопок інструментів, що з'явилися, — і потрібний варіант інструменту виявиться вибраним.

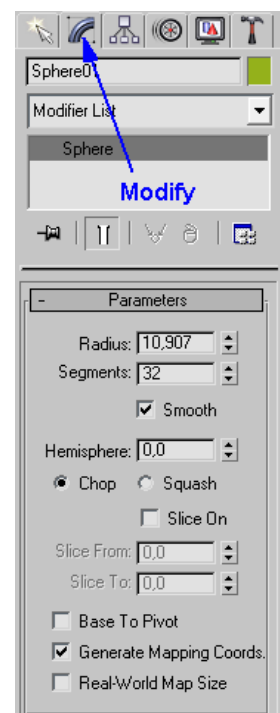
Виберіть інструмент **Select and Uniform Scale** і відкорегуйте масштаб всіх сфер так, щоб він поступово зменшувався від першої сфери до кожної подальшої, а потім зробіть копію останньої сфери за допомогою команди **Edit=>Clone=>Copy** (Редактировать=>Клонировать=>Копия), зменште її масштаб, привласніть об'єкту ім'я **Sphere03** і розмістіть сфери, наприклад, так, як показано нижче.



Зміна параметрів об'єктів

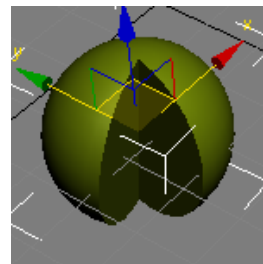
Виділіть об'єкт **Sphere01** і відкрийте панель **Modify** (Зміна), на якій стане доступний цілий перелік характерних для даного об'єкту параметрів, будь-який з них можна змінити. Далеко не завжди всі параметри видно на панелі **Modify** — багато об'єктів мають великий список параметрів, який не уміщається в призначеній для цієї мети області, і тоді параметри доводиться перегортувати по черзі або збільшувати розміри області параметрів. Здогадатися про призначення багатьох параметрів нескладно, наприклад зміна параметра **Radius** (Радіус) приведе до збільшення або зменшення об'єкту; параметр **Segments** (Сегменти) відповідає за ступінь деталізації об'єктів: при його збільшенні опуклі об'єкти стають більш рівними, а при зменшенні — матимуть більш нерівну межу; параметр **Smooth** (Згладжування) призначений для налаштування ступеня згладжування об'єкту і т.д.

Поекспериментуйте з розмірами, а потім, корегуючи значення параметра **Segments** (Сегменти), спробуйте добитися формування сфер з більш чіткими



краями, оскільки при налаштуваннях параметра **Segments** (Сегменти), встановлюваних за умовчанням, сфери виходять недостатньо гладкими. Потім аналогічні налаштування проведіть для всієї решти куль. Відзначивши пташкою **Slice On**, ми включимо режим усікання сфери сегментом, кут розтину якого можна змінювати в світках **Slice From** і **Slice To**.

Параметр **Hemisphere** задає висоту горизонтального перетину сфери, відсікаючи при цьому її нижню частину.





Навігаційні можливості програми



Навігацією називається переміщення по простору сцени без зміни її стану — при навігації змінюється тільки вид сцени, оскільки переміщається лише точка огляду, з якої спостерігають сцену, але не її об'єкти. На відміну від двовимірних графічних пакетів, в тривимірній графіці навігації надається набагато більше уваги, оскільки розмір вікон проєкцій, призначених для огляду сцени, обмежений. Навіть при найкращих параметрах устаткування він виявиться недостатнім, і в процесі створення сцени її не раз доведеться оцінювати з різних ракурсів, в різному масштабі і в декількох проєкціях. За рішення цієї задачі відповідають інструменти навігації, які знаходяться в нижньому правому кутку вікна програми 3D MAX.




Освоювати навігаційні можливості програми потрібно на якомусь прикладі, тому створимо нову порожню сцену командою **File=>Reset** (Файл=>Перезавантажити), зберігши при бажанні сцену з сферами. На новій сцені створимо довільний об'єкт з групи стандартних примітивів.

Змінити масштаб активного вікна проєкції можна інструментом **Zoom** (Масштаб), що знаходиться в лівому верхньому кутку вікна програми. Вибравши даний інструмент, клацніть мишею в одному з вікон проєкції і, не відпускаючи клавішу миші, перетягніть її покажчик вгору — відображення сцени в даному вікні збільшиться. Аналогічна операція, але з переміщенням покажчика миші вниз приведе до зменшення масштабу. Для зміни масштабу відразу у всіх вікнах проєкцій призначений інструмент **Zoom All** (Масштаб для всіх) — операція проводиться аналогічним чином.

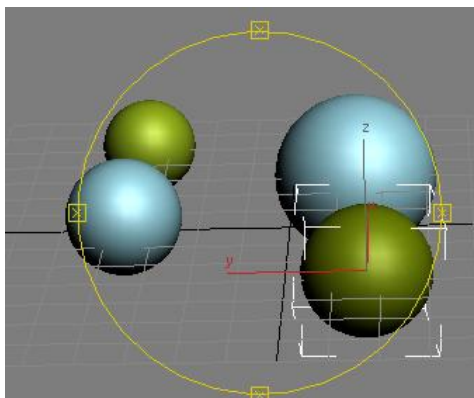
Додайте до сцени ще пару об'єктів, свідомо створюючи їх так, щоб їх не було видно у вікні **Perspective**, активізуйте вікно **Perspective**, а потім клацніть на інструменті навігації  **Zoom Extents** (Масштаб сцени). В результаті програма автоматично встановить такий масштаб для активного вікна, при якому в ньому будуть відображені всі об'єкти сцени. Зверніть увагу, що під кнопкою **Zoom Extents** ховаються два інструменти: **Zoom Extents** (Масштаб сцени), яким ми тільки що користувалися, і  **Zoom Extents Selected** (Масштаб виділених об'єктів сцени), вживаний для автоматичної установки масштабу для активного вікна проєкції, при якому виділений об'єкт сцени розташовуватиметься в центрі і займатиме основну частину вікна проєкції. При виділенні декількох об'єктів зміна масштабу відноситиметься до всіх виділених об'єктів. Інструменти **Zoom Extents All** (Масштаб сцени для всіх вікон) і **Zoom Extents All Selected** (Масштаб виділених об'єктів сцени для всіх вікон) по своїй дії аналогічні інструментам **Zoom Extents** і **Zoom Extents Selected**, за винятком того, що зміна масштабу розповсюджується на всі вікна проєкцій відразу.


Тепер зверніть увагу на інструмент  **Field-of-View** (Зона огляду), призначений для зміни перспективи, і  **Region Zoom** (Масштаб області), відповідаючий за зміну масштабу області. За умовчанням видно інструмент **Field-of-View** (Зона огляду), який доступний у вікнах проєкцій **Perspective** і **Camera**, а інструмент **Region Zoom** (Масштаб області) прихований під ним і призначений для зміни масштабу у всіх проєкціях, окрім **Perspective** і **Camera**. Щоб зорієнтуватися, спочатку виберіть інструмент **Field-of-View**

(Зона огляду), активізуйте вікно **Perspective** і, не відпускаючи кнопку миші, перемістіть покажчик миші спочатку вгору, а потім вниз, що і приведе до зміни перспективи. Після цього виберіть інструмент **Region Zoom** (Масштаб області), клацніть в будь-якому іншому вікні, окрім вікна **Perspective**, і перетягнете покажчик миші так, щоб укласти в прямокутну рамку ту ділянку сцени, яка необхідно розглянути більш детально. Після відпуску кнопки миші обкреслена область займе весь простір поточного вікна.

Не менш важливі інструмент  **Pan View** (Прокрутка) і група інструментів **Orbit** (Орбіта). Перший відповідає за переміщення сцени усередині вікна, а другий дозволяє обертати сцену в довільному напрямку навколо центру огляду, завдяки чому можна вивчити ті об'єкти сцени з усіх боків.

При виборі інструменту **Orbit** — на сцені з'явиться зображення допоміжного кола з чотирма невеликими квадратами. Переміщаючи курсор миші усередині вікна **Perspective**, і не натискаючи ніяких кнопок, звернемо увагу на зміну зовнішнього вигляду курсора: на допоміжному колі у нього буде один вигляд, а при попаданні в квадратики — інший. Відповідно і результати повороту напряму визначатимуться тим, з якої точки і при якому виді покажчика буде початий поворот. На відміну від звичного повороту точки огляду сцени навколо центру огляду, при повороті з квадратиків-покажчиків одночасно з обертанням проводитиметься переміщення об'єктів щодо центру огляду.



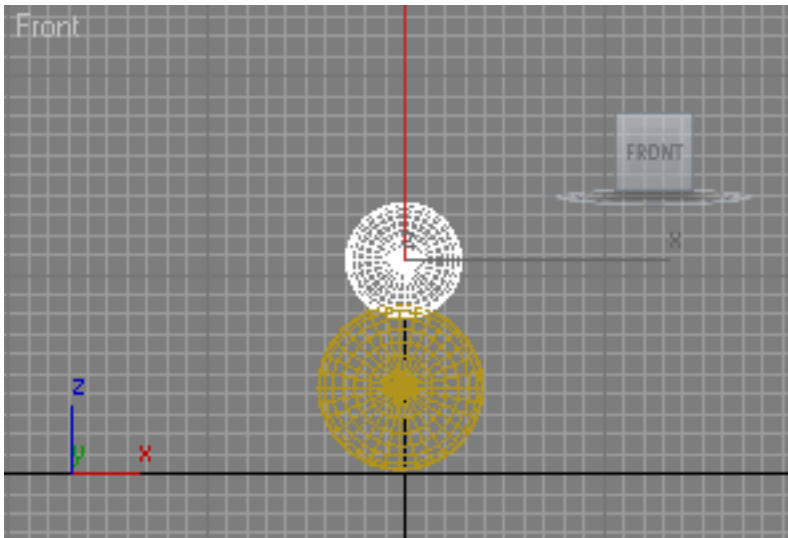
Останній з навігаційних інструментів —  **Minimize Viewport Toggle** — дозволяє перемикатися в режим одного вікна: активне вікно займає всю область перегляду, завдяки чому можна розглянути всі деталі сцени.

Створення об'єктів на основі примітивів

Як нескладно здогадатися, безліч вікон проєкцій в програмі 3D MAX надається в розпорядження користувача не просто так. Розбираючи приклади, ми створювали стандартні примітиви в тих проєкціях, в яких просто захотілося це зробити; спостерігали зовнішній вигляд сцени у вікні **Perspective** і абсолютно не звертали уваги на інші вікна проєкцій. Так було простіше і зрозуміліше розібратися з деякими початковими прийомами роботи, проте в реальній роботі даний шлях невірний. Створювати той або інший об'єкт слід з урахуванням його положення в кожній перспективі, інакше результату не добитися.

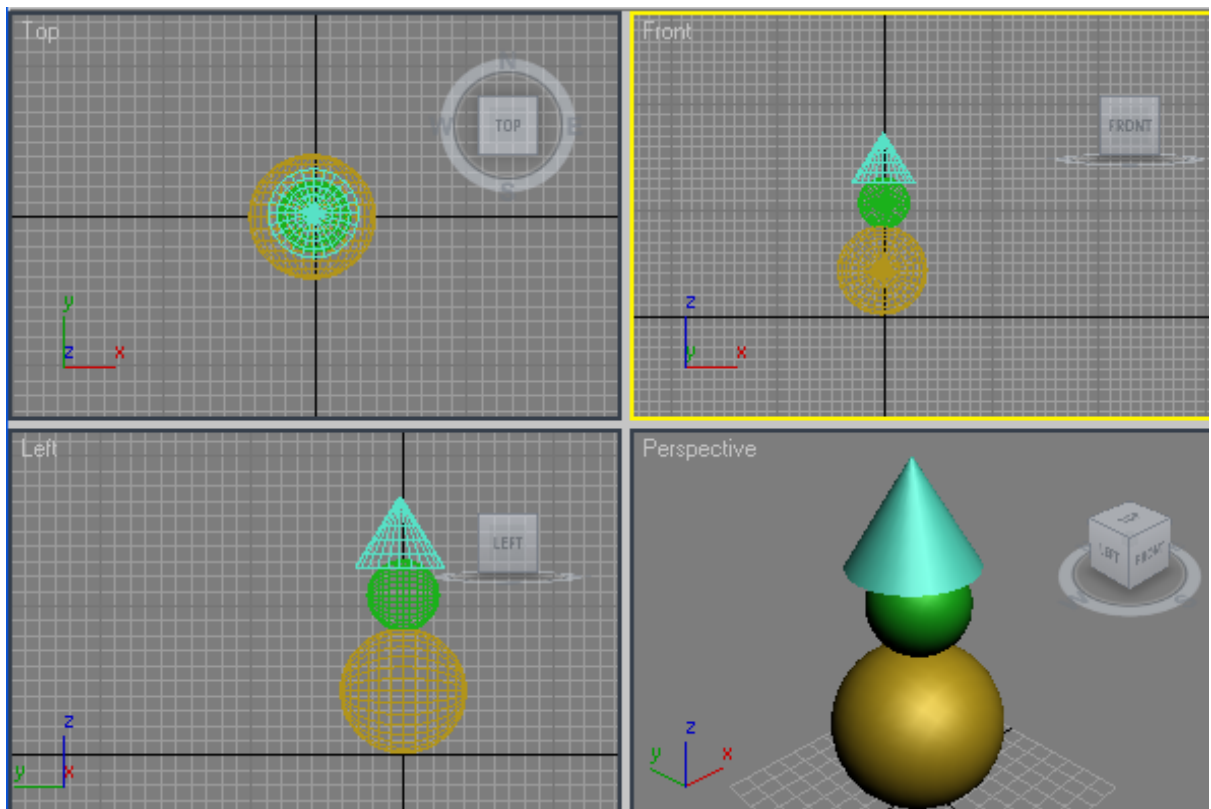
Спробуємо з декількох примітивів змоделювати найпростіший тривимірний об'єкт у вигляді сніговика і добитися того, щоб сніговик був дійсно єдиним цілим, а не був просто набором розрізнених примітивів. Умовно вважатимемо, що сніговик складається з двох сфер і одного конуса, який гратиме у нього роль капелюха. В цьому випадку в проєкціях **Front** (Спереду) і **Left** (Зліва) ми повинні бачити всі три примітиви, намальовані один на одному, а в проєкції **Top** (Зверху) — всі примітиви повинні бути накладені один на одного.

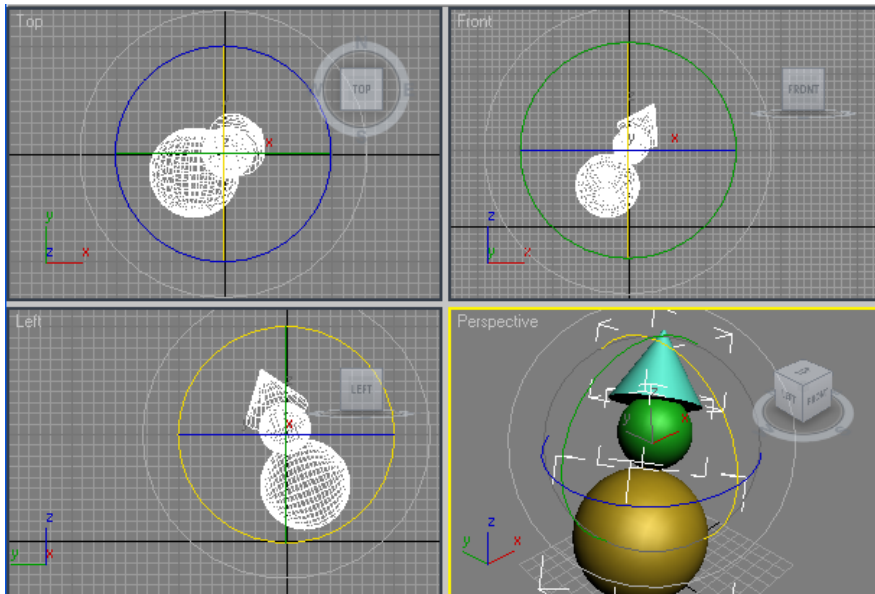
Створіть нову сцену, перемістіть інструментом **Pan** (Прокрутка) сцену усередині вікна проєкції **Left** вниз, візьміть інструмент **Sphere** (Сфера) з групи **Standard Primitives** і намалуйте у вікні проєкції Left дві кулі одну поверх іншої, при необхідності підкоригуйте їх положення один щодо одного.



Потім активізуйте інструмент **Cone** (Конус) і постарайтеся створити конус, який стане капелюхом сніговика. Майте на увазі, що створювати конус набагато зручніше у вікні **Perspective**, принаймні на стадії початкового освоєння програми. Тепер необхідно пересунути конус на призначене йому місце, причому відрегулювати положення конуса слід у всіх трьох проєкціях — **Front** (Спереду), **Left** (Зліва) і **Top** (Зверху). Щоб переконатися,

що потрібний результат досягнутий, пообертайте сніговика інструментом **Orbit**, а також пообертайте його в просторі інструментом **Select and Rotate**.

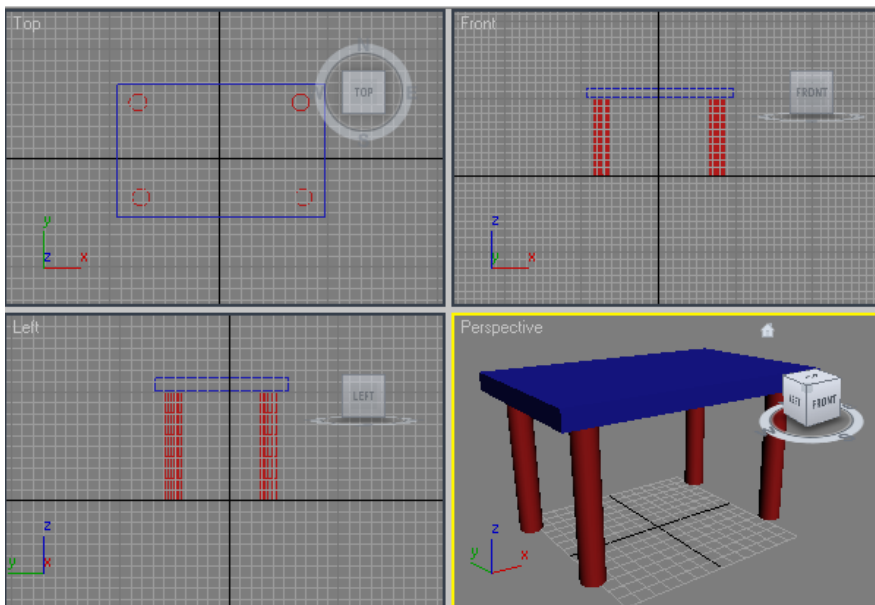




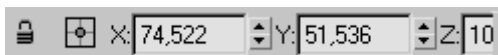
З обертання сніговика інструментом **Select and Rotate** — видно, що всі складові елементи знаходяться на своїх місцях, а значить, задача виконана.

Спробуємо виконати тепер складнішу задачу — створити по аналогії з сніговиком стіл, також узявши за основу п'ять стандартних примітивів: бокс як кришка столу і чотири однакові циліндри, які послугують для нього ніжками.

У даному прикладі розумніше створювати всі примітиви у вікні проекції **Top** (Зверху), а потім коректувати зовнішній вигляд зображення в інших проекціях. Зверніть увагу на те, що ніжки столу однакові (значить, спочатку створюється перша ніжка, потім вона копіюється командою **Clone** (Дублювати), яку можна вибрати з контекстного або головного меню).



Щоб симетрично розташувати ніжки, зверніть увагу на координати об'єкту, які з'являються в нижній частині вікна програми при виділенні об'єкту інструментом **Select and Move** (Виділити і пересунути). Зовсім необов'язково переміщати об'єкт мишею — у ряді випадків (зокрема, при переміщенні ніжок столу) набагато зручніше ввести його



координати, і об'єкт так само переміститься. Крім того, не забувайте, що досить часто набагато зручніше визначати потрібні розміри примітивів не переміщенням миші, а на панелі **Modify** шляхом ручного введення відповідних параметрів.

Призначення і налаштування модифікаторів

Одним з найпростіших методів моделювання є вживання параметричних модифікаторів до об'єктів.

Модифікатором називається спеціальна функція 3ds max, яку можна застосувати до об'єкту. Кожний модифікатор має певну назву і наділяє об'єкт додатковими властивостями. Зручність роботи з модифікаторами полягає в тому, що до одного об'єкту можна застосувати декілька модифікаторів, міняти послідовність їх дії на об'єкт, а також переналаштовувати і видаляти модифікатори.

Для роботи з модифікаторами існує **стек модифікаторів**, який знаходиться на вкладці **Modify** командної панелі.



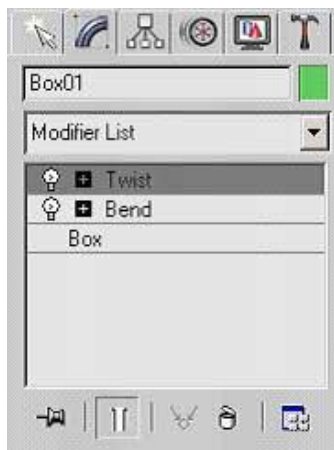
Стек модифікаторів

Елементи стека модифікаторів:

1. Вкладка **Modify** командної панелі (Command Panel).
2. Список всіх модифікаторів. Щоб призначити модифікатор на виділений об'єкт потрібно відкрити випадаючий список і вибрати потрібний модифікатор. Для прискорення пошуку можна на клавіатурі натискати першу букву назви модифікатора.
3. Перелік вже призначених на об'єкт модифікаторів (стек). Читається стек від низу до верху. По стеку на малюнку можна сказати, що був створений примітив **Box** і до нього застосовано модифікатор **Bend**.
4. Рівень підоб'єктів **Sub-objects**. Щоб розвернути рівень підоб'єктів, необхідно один раз клацнути по плюсу, що знаходиться зліва від назви модифікаторів. Більшість модифікаторів має декілька рівнів підоб'єктів, наприклад: **Gizmo (Гизмо)** - габаритний контейнер, в рамках якого діє модифікатор. Зображається у видових вікнах як каркас (звично оранжевого кольору), який спочатку оточує об'єкт. Можна переміщати, обертати і масштабувати гізмо, тим самим змінюючи дію модифікатора на об'єкт. **Center (Центр)** - точка **або вісь**, щодо якої діє модифікатор. Можна переміщати вісь, тим самим змінюючи дію модифікатора на об'єкт.
5. Кнопка **Закріпити стек** дозволяє зафіксувати меню стека на екрані таким чином, що воно не зникне, якщо зняти виділення з об'єкту або навіть виділити інший об'єкт.
6. Кнопка **Показувати кінцевий результат** - показує кінцевий результат всіх модифікацій об'єкту, навіть якщо вибраний не останній в стеку модифікатор.

7. Кнопка Зробити унікальним - робить вибраний модифікатор або сам об'єкт незалежною копією, яка активна тільки в тому випадку, якщо об'єкт або модифікатор є Instance.
8. Кнопка **Видалити модифікатор** - видаляє виділений модифікатор із стека.
9. Кнопка виклику розширеного меню налаштування модифікаторів.

До одного об'єкту можна застосувати декілька модифікаторів. Нагадаю, що читається стек від низу до верху.



На об'єкт призначено два модифікатори

Причому кінцева форма об'єкту залежить від послідовності вживання модифікаторів.

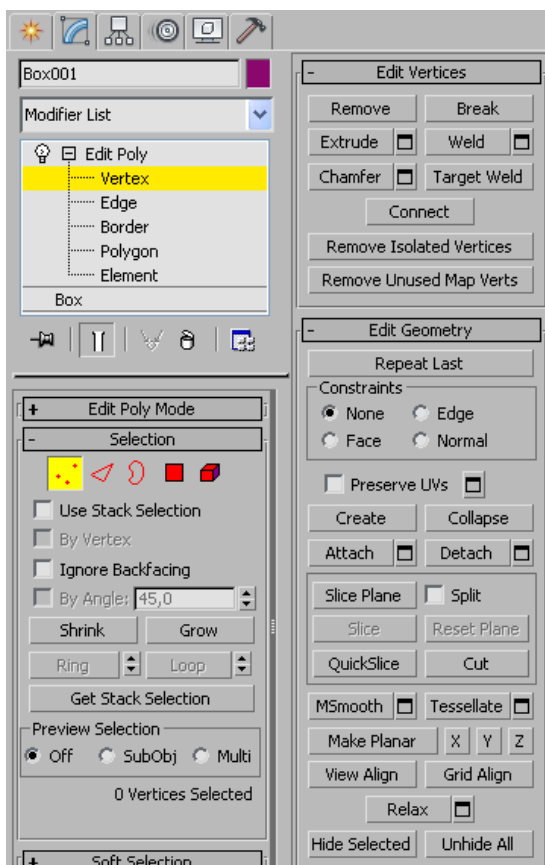
Модифікатори


№	Найменування	Призначення	Опис
1	Bend	Згинає об'єкт	Angle- кут вигину, Direction – напрямок вигину
2	Twist	Закручування	Angle- кут, Bias – зсув, Upper Limit – верхня частина, Oper Limit – нижня частина об'єкту
3	Stretch	Розтягання об'єкту в одному з напрямів і звуження в інших.	Stretch– сила розтягання, Amplify- посилення в інших напрямках, Upper Limit – верхня частина, Oper Limit – нижня частина об'єкту
4	Skew	Нахиляє (скошує) об'єкт, переміщуючи верхню частину	Amount – величина зсуву, Direction – напрям (кут від осі X), Upper Limit – верхня частина, Oper Limit – нижня частина об'єкту
5	Taper	Звуження об'єкту	Amount – сила видавлювання, Curve – крива згладжування
6	FFD box	Модифікатор вільної деформації	1. Вибираємо модифікатор 2. Активуємо модифікатор 3. Переміщаємо вузли модифікатора
7	FFD cilinder	Модифікатор вільної деформації	1. Вибираємо модифікатор 2. Активуємо модифікатор 3. Переміщаємо вузли модифікатора
8	Shell	Створення оболонки	Одностороння поверхня набуває товщини
9	Slice	Розріз об'єкту	Видаляє нижню або верхню частину об'єкту, або наносить ребро
10	Wave	Модифікатори хвиль	Amplitude 1 – амплітуда хвилі 1 Amplitude 2 – амплітуда хвилі 2 Wave Length – довжина (частота) хвилі Phase – підібрати положення хвилі Decay – ослабити вживання модифікатора
11	Ripple	Створення брижів на об'єктах	Amplitude 1 – амплітуда хвилі 1 Amplitude 2 – амплітуда хвилі 2 Wave Length – довжина (частота) хвилі Phase – підібрати положення хвилі Decay – ослабити вживання модифікатора
12	Displace	Зміна форми об'єкту за	Stretch – витягання, Decay – загасання, Planar – плоска

		допомогою растрового зображення	Cilindrical – циліндрова, Spherical – сферична
13	Spherify	Додаємо об'єкту кулястість.	На чайнику і інших овальних об'єктах.
14	Noise	Створення шуму	Roughness – шорсткість, Iterations - ітерації
15	Cap Holes	Усуває діри на поверхні об'єкту	Створимо діру модифікатором Edit Poly Усунемо діру модифікатором Cap Holes
16	Mirror	Створення дзеркальної копії об'єкту	Offset - зсув
17	Lattice	Створення ґрат на поверхні будь-якої моделі	Struts - стрижні, Joints - вузли
12	TurboSmooth	Згладжування об'єкту	Проста функція
13	Extrude	Видавлювання замкнутого контура по нормалі	Amount – сила выдавлювання Segments – к-ть сегментів по висоті
14	Slice	Розріз об'єкту	Видаляє нижню або верхню частину об'єкту
15	Taper	Створює трапецієвидну форму об'єкту	
16	EditPoly	Редагування об'єкту засобами полігону	
17	Squeeze	Здавлення об'єкту у у всіх площинах	Amount – сила здавлення Curve – кривизна

Модифікатор Edit Poly.

Edit Poly – каркасний модифікатор для редагування об'ємних тіл. Виділивши об'єкт, в



даному випадку Box01, переходимо в режим його редагування (натискуємо кнопку  на командній панелі. Командна панель відобразиться у вигляді, представленому поряд).

У стеку відображається модифікатор Edit Poly. Зліва від нього розташований знак +. Клацнувши на ньому, розкриємо стек, що складається з п'яти підоб'єктів: Vertex – вузли, Edge – ребра, Face – трикутні грані, Polygon – полігони, Element - елементи. Вибравши один з них, дістаємо можливість редагувати відповідні підоб'єкти.

Розглянемо можливості редагування вузлів. Вибираємо Vertex. У своїй Edit Vertices знаходяться засоби редагування вузлів:

Remove – команда видалення виділених вузлів при збереженні ребер і полігонів. Якщо скористатися кнопкою Delete на клавіатурі, разом з вузлами будуть видалені ребра і полігони.

Break – роз'єднання вузла, в якому зходяться декілька ребер, на окремі вузли.

Weld - об'єднання декількох вузлів в один вузол в межах встановленого радіусу обхвату вузлів.

Extrude – выдавлювання вузла у відповідності до параметрів выдавлювання.

Chamfer дозволяє створити фаску у відповідності до параметрів фаски.

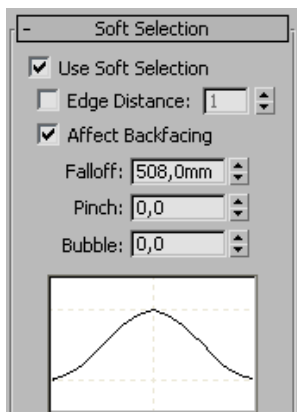
Target Weld – злиття з цільовою точкою.

Connect – з'єднує ребрами виділені точки.

Remove Isolated Vertices – видаляє точки, що не лежать на ребрах.

Кнопка **Make Planar**, що розміщена в сувої **Edit Geometry**, дозволяє розмістити вибрані наперед точки в одній площині. Кнопка **Collapse** з того ж сувою об'єднує всі виділені вузли в одну точку.

Розглянемо сувій **Soft Selection**, розташований в командній панелі модифікатора **Edit Poly**. Він призначений для плавного виділення підоб'єктів.



Use Soft Selection – включити плавне виділення підоб'єктів.

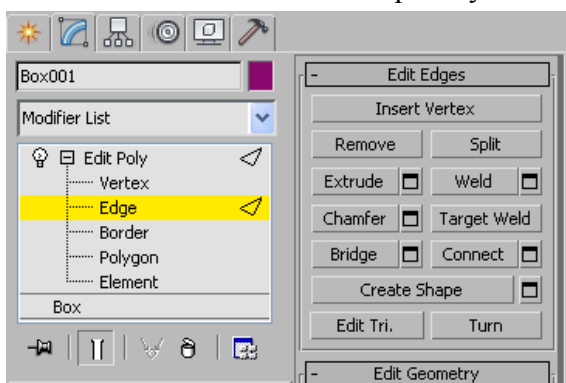
Edge Distance – межі плавного виділення.

Falloff – ступінь убуття дії команди на об'єкт.

Pinch – гострота графіка дії.

Bubble – здуття графіка дії.

Розглянемо можливості редагування ребер. Вибираємо **Edge**. Стає доступним сувій **Edit Edges**.



Кнопка **Insert Vertices** – дозволяє вставити точки в режимі редагування ребер.

Remove – команда видалення виділених ребер при збереженні полігонів. Якщо скористатися кнопкою **Delete** на клавіатурі, разом з ребрами будуть видалені і полігони.

Split – роз'єднання ребра, в якому сходяться декілька полігонів, на окремі ребра.

Extrude – видавлювання вузла у відповідності до параметрів видавлювання.

Chamfer дозволяє створити фаску у відповідності до параметрів фаски.

Bridge – засіб, з допомогою якого можна побудувати міст (полігон) між вибраними ребрами.

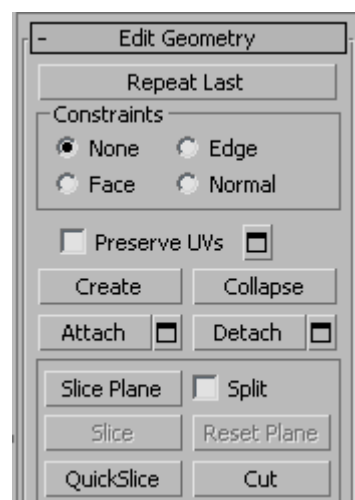
Create Shape – створити сплан з декількох вибраних ребер.

Розглянемо сувій **Edit Geometry**, в якому знаходяться цікаві команди для роботи з ребрами.

Кнопка **Slice Plane** створює площину перетину, яку можна переміщати і повертати. Після натиснення на кнопку **Slice** створюються ребра перетину площини з тілом.

З допомогою кнопки **QuickSlice** можна швидко створити нові ребра, вказуючи безпосередньо мишею місцезнаходження та положення площини перетину. Опція **Split** дозволяє розділити при перетині об'єкт на окремі елементи.

Кнопка **Cut** дозволяє побудувати ребра між точками.



Розглянемо можливості редагування полігонів. Вибираємо **Polygon**. Стає доступним сувій Edit Polygons.

Кнопка Insert Vertices – дозволяє вставити точки в режимі редагування полігонів.

Extrude – видавлювання грані по нормалі.

Bevel - видавлювання грані по нормалі з можливістю конусності.

Outline – дозволяє змінити площину полігона.

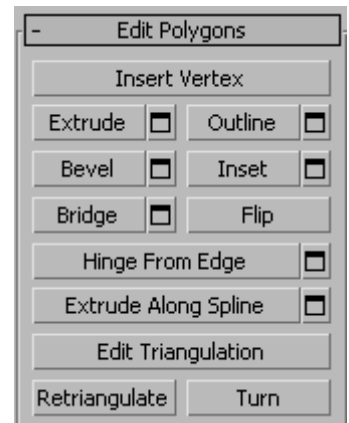
Inset – дозволяє створити еквідистантний полігон.

Bridge – засіб, з допомогою якого можна побудувати міст (полігон) між вибраними полігонами.

Flip – змінює напрям нормалі полігона на протилежний.

Hinge From Edge – створює нову поверхню шляхом обертання полігона навкруг ребра.

Extrude Along Spline – видавлювання полігона вздовж сплайна.



Основи сіткового моделювання

3D MAX підтримує багато різних варіантів створення моделей (тобто моделювання). До них можна віднести і сіткове моделювання, що є моделюванням на рівні підоб'єктів: вершин, ребер, граней і полігонів. Підоб'єкти можна витягувати, масштабувати, обертати, деформувати, видаляти, об'єднувати, додавати; можна застосовувати до них безліч інших операцій, змінюючи таким чином початковий об'єкт до повного невпізнання. Результатом подібних маніпуляцій можуть бути абсолютно різні тривимірні тіла — від абстрактних об'єктів до повністю реальних моделей. Даний прийом моделювання може бути застосований до різних об'єктів 3D MAX. Спочатку розглянемо вживання сіткового моделювання до примітивів.

Теоретичні аспекти

Будь-який параметричний тривимірний об'єкт, створений на основі примітиву, може бути перетворений в об'єкт типа **Editable Poly** (Редагована полігональний об'єкт). Такий об'єкт перестає бути параметричним і надалі модифікуватиметься як сітка, тобто на рівні вершин, ребер, граней і полігонів.

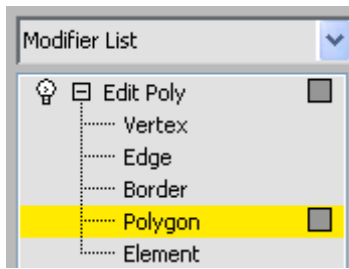
До об'єктів типа Editable Poly відносяться геометричні моделі тривимірних тіл, представлених оболонками у вигляді полігональних сіток. Полігони є багатокутниками, біля яких є як мінімум чотири вершини, і замінюють сукупність двох або більш суміжних трикутних граней, що лежать в одній площині. Тому і сітку, складену з полігонів, на відміну від сітки, складеної з трикутних граней, називають полігональною сіткою, або полісіткою.

Редагування об'єктів типа Editable Poly можливе на рівні вершин, ребер, бордюрів, полігонів і елементів.

Типи підоб'єктів і принцип їх редагування

Значна частина об'єктів 3D MAX може бути представлена у вигляді сіток, що складаються з однотипних елементів або підоб'єктів, до числа яких відносяться вершини, ребра, грані і полігони.

Призначені для роботи з ними засоби скомпоновані по рівнях: **Vertex, Edge, Border, Polygon, Element**



Вершини - це точки, в яких сходяться і з'єднується один з одним будь-яке число ребер. Для роботи з вершинами призначений рівень **Vertex** (Вершина).

Ребра — це лінії межі грані. Ребра можуть бути видимими, якщо сусідні грані не лежать в одній площині (тоді вони відображаються суцільними лініями), або невидимими; по запиту користувача невидимі ребра можуть відображатися пунктирною лінією. За управління видимістю

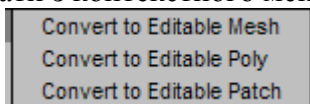
і положенням ребер відповідає рівень **Edge** (Ребро).

Контур (Border) — це декілька ребер, які утворюють замкнутий контур. Для роботи з контурами призначений рівень **Border** (Контур).

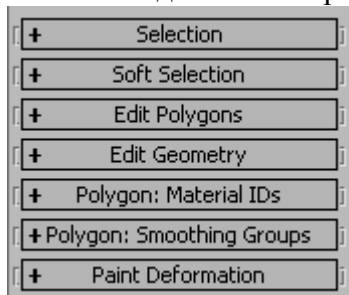
Суміжні грані, що лежать в одній площині, можуть бути з'єднані в багатокутники-полігони. У разі перетворення об'єкту до типу **Editable Poly** процес формування полігонів з граней здійснюється автоматично. В звичній сітці полігон — це просто підоб'єкт, що дозволяє виділити відразу всі суміжні грані, що лежать в одній площині. Полігональна сітка складається тільки з полігонів, причому деякі полігони можуть бути і трикутними. За роботу з полігонами відповідає рівень **Polygon** (Багатокутник).

Крім того, сіткові об'єкти можуть редагуватися на рівні **Element** (Елемент), який використовується для роботи з групами полігонів, з'єднаними в елемент каркаса.

Редагування сітчастих об'єктів можна проводити як на рівні об'єкту в цілому, так і на рівні підоб'єктів: граней, ребер або вершин. Щоб об'єкт став редагованим на рівні підоб'єктів і перетворився на редаговану полігональну сітку, необхідно виділити його і вибрати з контекстного меню команду **Convert to=>Convert to Editable Poly**.



Команда **Convert** приведе до появи на панелі **Modify** цілої серії сувоїв:



- **Selection** (Виділення) — відповідає за включення потрібного підоб'єктного рівня і управління режимами вибору підоб'єктів;

- **Soft Selection** (М'яке виділення) — призначений для розширення можливостей виділення підоб'єктів і визначає закон розповсюдження трансформацій за об'ємом редагованого каркаса;

- **Edit Geometry** (Редагувати геометрію) — містить основні інструменти зміни геометрії підоб'єктів. Деякі інструменти однакові для всіх рівнів і для обох типів сіток, а інші є особливими для кожного рівня (та/або сітки). В перелік загальних інструментів входять, зокрема, наступні:

- **Attach** (Приєднати) — дозволяє додавати до редагованої моделі нові каркасні об'єкти, при цьому всі грані приєднуваного об'єкту виявляються з'єднаними в новий елемент;
- **Detach** (Від'єднати) — відповідає за відділення вибраного підоб'єкту в окремий елемент або новий об'єкт;
- **View Align i Grid Align** (Орієнтувати по поточному виду/Орієнтувати по сітці) — здійснює відповідну зміну орієнтації вибраних підоб'єктів;
- **Make Planar** (Привести до площини) — встановлює площинну орієнтацію для вибраних підоб'єктів;



- **Collapse** (Звести в точку) — виконує колапс (стиснення) і об'єднання всіх вершин вибраних підоб'єктів в одну, розташовуючи її в геометричному центрі виділеної області;
- **Paint Deformation** (Малювання деформацій) – засіб модифікації об'єкту, подібний художньому ліпленню.

Вибір потрібного рівня підоб'єктів здійснюється або підсвічуванням рівня в списках підоб'єктів **Editable Poly**, або клацанням по відповідній кнопці в світку **Selection** панелі **Modify**. Для вибору самих підоб'єктів використовуються звичні інструменти виділення: **Select Object** (Виділити об'єкт), **Select and Move** (Виділити і пересунути), **Select and Scale** (Виділити і масштабувати), **Select and Rotate** (Виділити і повернути) і **Selection Region** (Форма області виділення). Щоб послідовно виділити декілька об'єктів, при виділенні утримують клавішу **Ctrl**.

Для того, щоб повернутися від редагування об'єкту на рівні підоб'єктів до **звичного** редагування, потрібно підсвітити в списку підоб'єктів рівень **Editable Poly**.

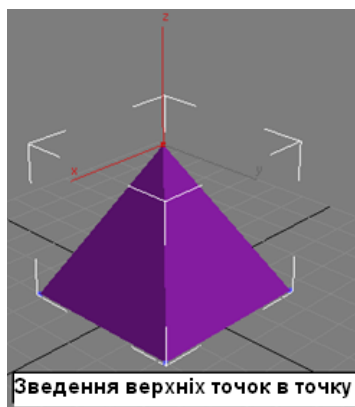
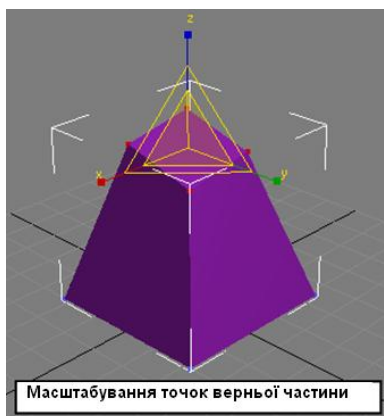
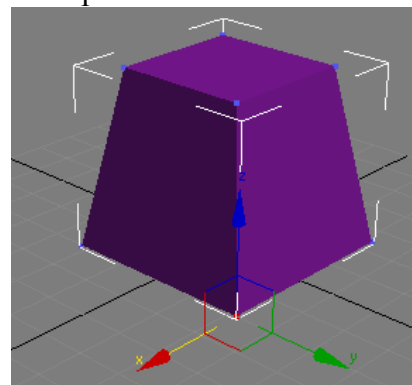
Моделювання за допомогою вершин

Вершини є основним елементом редагування сітки — достатньо декілька маніпуляцій з вершинами, щоб перетворити стандартний примітив на абсолютно інший об'єкт.

Для прикладу створіть примітив **Box** (Коробка), встановивши для нього довжину (**Length**) і ширину (**Width**) рівними 30, а висоту (**Height**) рівної 40, і збережіть об'єкт у файлі. Не знімаючи виділення, встановіть режим, в якому можливе редагування вершини, вибравши з контекстного меню команду **Convert to=>Convert to Editable Poly**. Щоб дістати можливість маніпуляції вершинами, клацніть в світлі **Selection** на кнопці **Vertex**.



Активізуйте інструмент **Select and Move** (Виділити і перемістити) і послідовно перетягніть вершини його основи так, щоб паралелепіпед перетворився на усічену піраміду. Зверніть увагу, що краще всього почати переміщення вершин у вікні проекції **Perspective**, оскільки у всій решті проекцій вершини нижньої основи біля паралелепіпеда приховані під верхніми вершинами. А потім перейдіть у вікно проекції **Top**, що дозволить забезпечити більш точне положення вершин. Не забувайте, що для більш точного переміщення вершин, рівно як і об'єктів, можна указувати координати їх нового положення в нижній частині вікна програми. При бажанні можна переміщати одночасно відразу декілька вершин, виділивши їх перед цим.



Вершини можна не тільки переміщати, але і повертати інструментом **Select and Rotate** або масштабувати інструментом **Select and Uniform Scale**. А можна звести виділені вершини в одну точку, клацнувши на кнопці **Collapse** на панелі **Modify** в світку **Edit Geometry**.

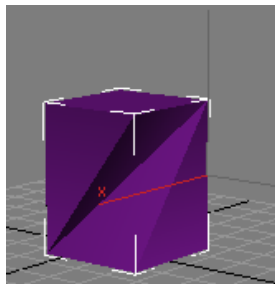
Моделювання за допомогою ребер

Для вивчення можливостей моделювання за допомогою ребер скористаємося раніше створеним і збереженим паралелепіпедом, встановивши для нього режим редагування ребер — **Edge**, клацнувши на відповідній кнопці в свиті Selection. Як і вершини, ребра можна переміщати, повертати і масштабувати приблизно таким же способом, хоча є і деякі відмінності.



Функція Ignore Backfacing дозволяє ігнорувати при виділенні ребер невидимі ребра, тобто що знаходяться по іншу сторону об'єкту.

Для повороту ребер можна скористатися інструментом **Select and Rotate** (Виділити і повернути), а можна активувати можливості сувою **Edit Edges** панелі Modify, де для повороту призначена кнопка Turn (Розвернути). Активуйте дану кнопку і клікніть на будь-якому ребрі паралелепіпеда — це приведе до повороту відповідного ребра. **Кнопка Chamfer** (фаска) призначена для створення фаски на виділеному ребрі.



Кнопка Extrude дозволяє видавити ребро.

Кнопка Chamfer дозволяє зробити фаску.

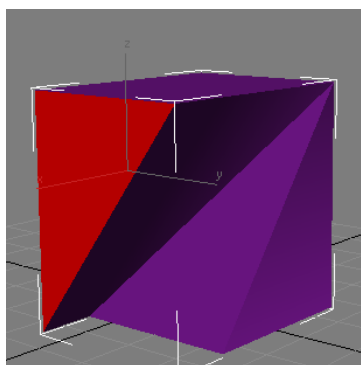
Кнопка Slice Plane створює площину перетину, яку можна переміщати і повертати. Після натиснення на Slice створюються ребра перетину площини з тілом.

Моделювання за допомогою полігонів

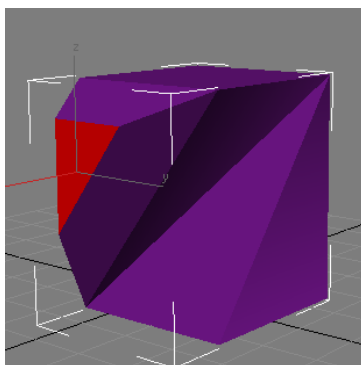
Перемкнемося в режим редагування полігонів, клацнувши на кнопці **Polygon** в свитку Selection. Багатокутники при бажанні можна переміщати, повертати і масштабувати звичайним способом. Крім того, тут можлива безліч інших цікавих перетворень, доступних з сувою **Edit Geometry** панелі **Modify**.



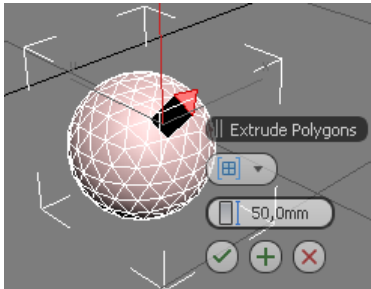
Розглянемо операцію **Extrude** (Видавлювання), за допомогою якої можна створювати опуклі елементи об'єкту. Клацніть на кнопці Extrude, потім клікніть на будь-якому багатокутнику редагованого об'єкту (при цьому багатокутник виділиться, а зовнішній вигляд покажчика миші зміниться) і перемістіть його — залежно від напрямку переміщення вибраних граней на їх основі буде створений опуклий або увігнутий фрагмент об'єкту.



Можна додати до вибраних граней пряму фаску, що здійснюється шляхом вставки площин замість загальних ребер виділених граней і абсолютно необхідне при згладжуванні форми моделі. Для додавання фаски клацніть на кнопці **Bevel** (Фаска), виділіть полігон і переміщенням миші або зміною значення лічильника поряд з копкою **Bevel** підберіть відповідний варіант фаски.

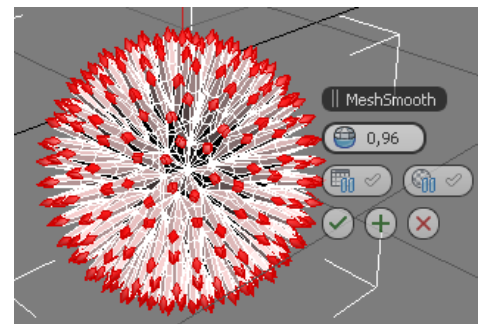
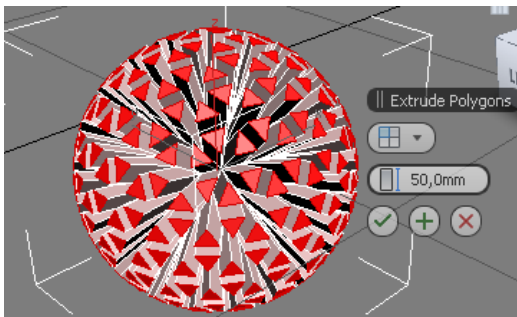


Даними операціями можна скористатися і на складніших примітивах, наприклад на геосфері радіусом 50 мм., задалегідь перетвореної в об'єкт типа Editable Poly за допомогою команди **Convert to=>Convert to Editable Poly** і переведеної в режим редагування полігонів. Виділимо один з полігонів геосфери і застосуємо до нього операцію **Extrude** із значенням параметра Extrusion Height (Висота видавлювання) рівним 50. Для цього скористаємося не самою кнопкою Extrude, а невеликою кнопкою, розташованою праворуч від неї. При цьому відкриється вікно Extrude Polygons, в якому виберемо радіокнопку Polygon і встановимо висоту видавлювання рівною 50.



Різноманітні перетворення, зокрема Extrude, можна застосувати як до одного полігону, так і до групи полігонів, виділивши їх при натиснутій клавіші Ctrl або відразу до всіх полігонів одночасно.

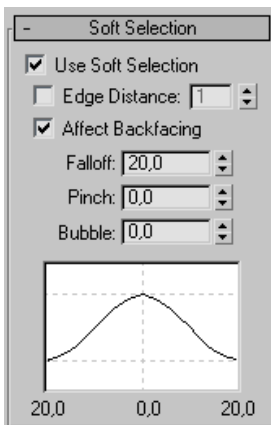
Особливо варто сказати про згладжування підоб'єктів. Як вже було відзначено, об'єкти, представлені у вигляді полігональних сіток, можуть згладжуватися без вживання модифікатора **MeshSmooth** (Згладжування сітки) — досить часто його з успіхом може замінити операція **MSmooth** (Згладжування) з сувою **Edit Geometry** (Редагувати геометрію). Застосуємо її до раніше модифікованої геосфери.



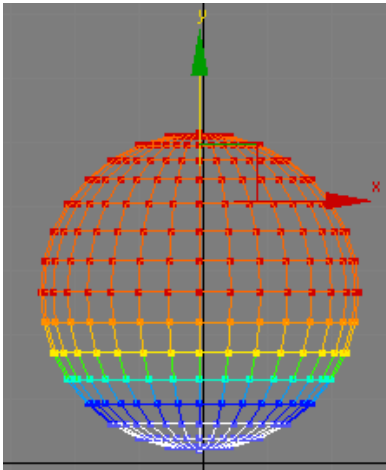
Сіткове моделювання на конкретних прикладах

Яйце з кулі

Створимо довільну кулю. Перетворимо об'єкт до типа **Editable Poly**, вибравши з контекстного меню команду **Convert to=>Convert to Editable Poly**, і перейдемо в режим редагування вершин, клацнувши на кнопці **Vertex**. Щоб забезпечити більш плавну деформацію кулі, включимо режим **Soft Selection** (М'яке виділення) і виділимо інструментом **Select Object** всі вершини, розташовані в центральній частині і у верхній третині кулі.



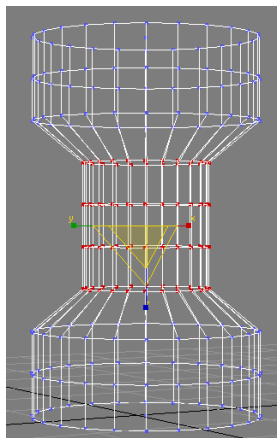
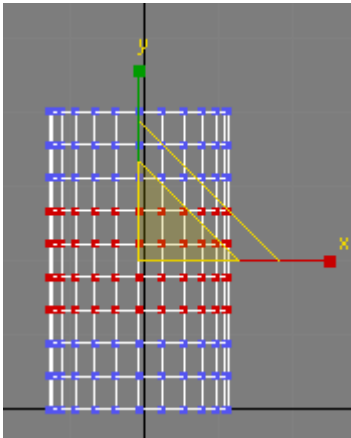
Зручніше виділяти вершини не по одній з натисканням клавіші **Ctrl**, а укласти всі вершини, що виділяються, в прямокутний контейнер.



Трохи перемістимо виділені вершини вгору за допомогою інструменту **Select and Move**, а потім злегка звузимо виділену область інструментом **Select and Squash**. Знов виділимо вершини верхньої частини кулі, але зменшимо число перетинів на одне знизу, а потім виконаємо ті ж операції. Точно такі ж операції послідовно проведемо ще кілька разів, кожного разу зменшуючи розмір виділеної області на один перетин і намагаючись надати об'єкту форму яйця. Для згладжування моделі застосуємо до об'єкту модифікатор MeshSmooth (Згладити сітку), вибравши його із списку Modifier List.

Гантель з циліндра

Створимо довільний циліндр з 24 сторонами і 9 сегментами висоти. Перетворимо об'єкт до типу **Editable Poly** і перейдемо в режим редагування вершин, клацнувши на кнопці **Vertex**. За допомогою інструменту **Lasso Selection Region** (Виділення ласо)

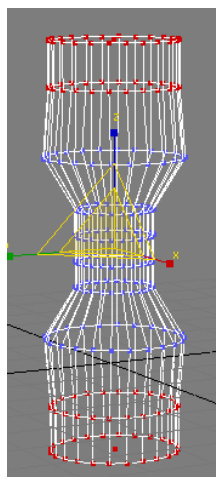
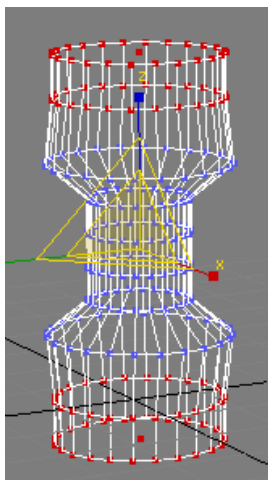


потрібно виділити вершини чотирьох середніх поперечних перетинів циліндра і масштабувати їх інструментом **Select and Uniform Scale** (Виділити і рівномірно масштабувати) у бік зменшення так, щоб сформувати найвужчу область гантелі.

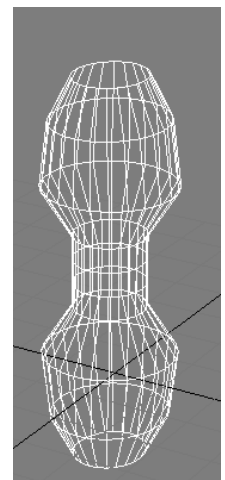
Оскільки вершини розташовані дуже близько, для того, щоб виділення проходило вдало, слід збільшити масштаб зображення і перейти в режим одного вікна. Крім того, при визначеному положенні об'єкту не кожний перетин вдасться виділити ідеально (частина

вершин із зворотною стороною об'єкту можуть виявитися не виділеними), тому можливо, що об'єкт доведеться неодноразово повертати і переходити з проекції в проекцію.

_ Одночасно виділимо по два крайні перетини циліндра (не забуваючи утримувати натиснутою клавішу **Ctrl** і відмасштабуємо вершини так, щоб відстані між перетинами



збільшилися. Виділимо третій з верхнього краю перетин і масштабуємо його так, щоб відстань між даним перетином і четвертим перетином від нього стала приблизно рівною відстані між даним перетином і другим зверху перетином. Аналогічну операцію проведемо для нижньої частини.



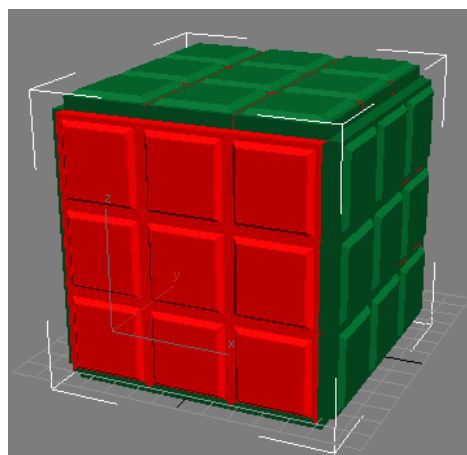
Перемкнемося в режим редагування полігонів, клацнувши на кнопці **Polygon**, і створимо фаски

для крайніх перетинів. Для цього виділіть інструментом **Select Object** крайній верхній полігон, клацнемо на кнопці **Bevel** і визначимо параметри фаски мишею або введемо потрібні значення уручну. Другий варіант набагато надійніше, особливо з урахуванням того, що доведеться створювати точно таку ж фаску з нижньої сторони. Створимо аналогічну фаску з нижньої сторони. В результаті одержимо гантель.

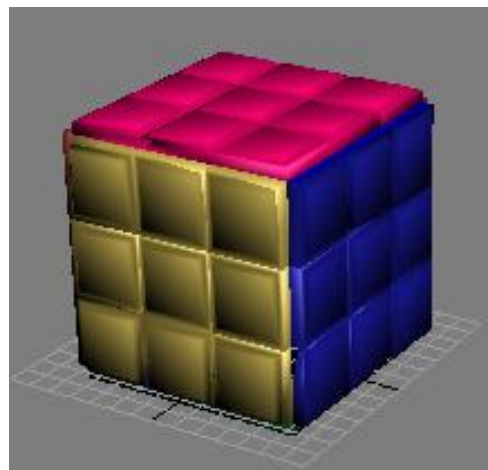
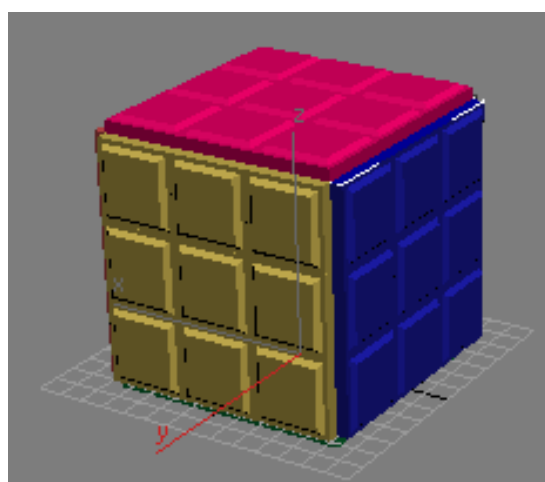
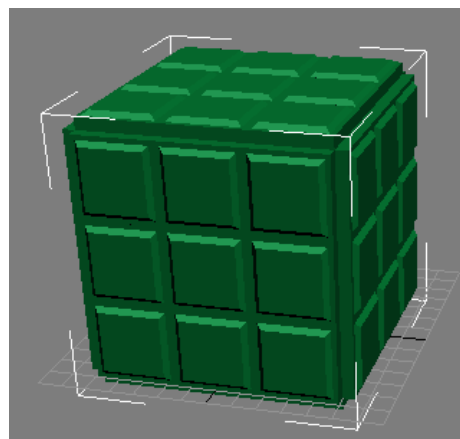
Кубик Рубіка з куба

Спробуємо створити кубик Рубіка не з набору окремих кубиків, а на основі одного куба. Створимо примітив **Box** з довжиною сторони 100 мм. і числом сегментів по глибині, висоті і ширині, рівній 3, що в точності відповідає запланованому числу кубиків на кожній із сторін. Перетворимо об'єкт до типу **Editable Poly** і встановимо режим редагування полігонів. Виділимо всі полігони і застосуємо до них операцію **Bevel** (Фаска) при параметрах: **Bevel Type** — **Polygon**, **Height** = 5, **Outline Amount** = 0. А потім повторіть дану операцію відносно полігонів, але вже при параметрах **Height** = 2 і **Outline Amount** = -2. У результаті куб виявиться розбитим на окремі кубічні фрагменти і буде дуже схожий на справжній кубик Рубіка.

При бажанні кубик можна зробити різнокольоровим, але для цього його доведеться за-далегідь розбити на окремі елементи. Виділимо полігони, розташовані на одній стороні кубика, і клацнемо в світку **Edit Geometry** на кнопці **Detach** (Від'єднати). Відкриється вікно, в якому потрібно задати ім'я від'єднаних об'єктів.



Щоб виділити відокремлений об'єкт, клацнемо на кнопці **Select Name** (Виділяти по імені) і виберемо ім'я об'єкту, а потім перефарбуємо його в інший колір звичайним способом. Знов перейдемо до куба, активуємо режим редагування полігонів і аналогічним чином виділимо полігони на іншій стороні кубика,



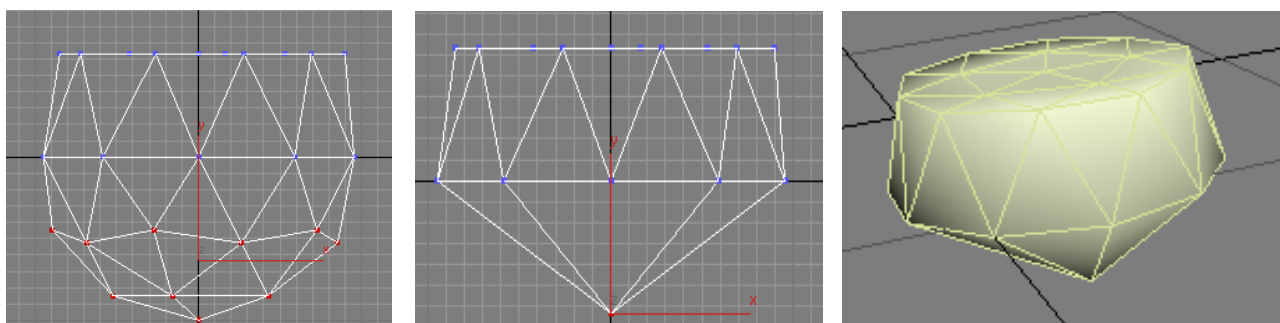
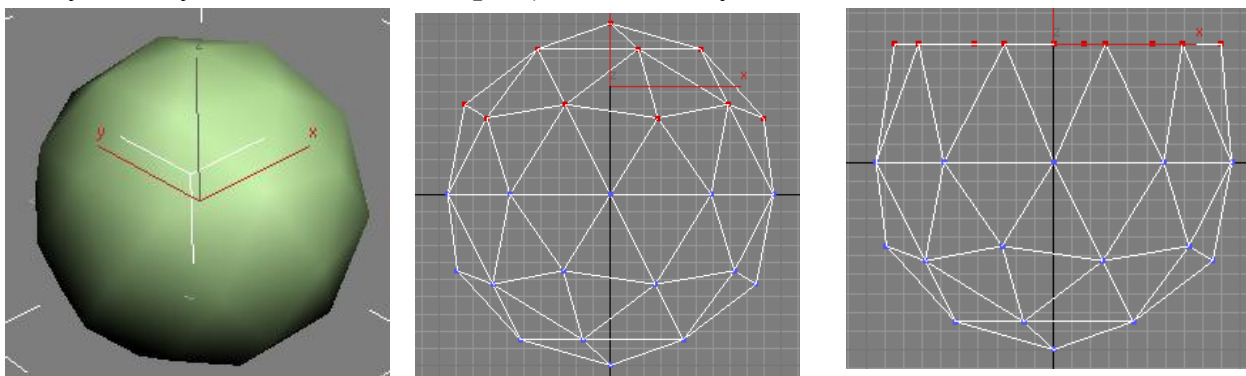
перетворимо їх на окремий об'єкт командою **Detach** (Від'єднати), виділимо створений об'єкт по імені і теж перефарбуємо. І так — для всієї решти сторін.

Для згладжування всієї моделі цілком виділимо всі вхідні в неї об'єкти, клацнувши на кнопці **Select Name** (Виділяти по імені) і вказавши варіант **All** (Все), застосуємо до них модифікатор **MeshSmooth**. Одержимо зрештою різнокольоровий кубик Рубіка.

Ограновані кристали з геосфери

Створимо примітив **GeoSphere** радіусом 100 мм при 2 сегментах, конвертуємо його в тип **Editable Poly** і перейдемо в режим редагування вершин. Виділимо всі вершини вище за центральний перетин і зведемо їх в одну площину, клацнувши в світку **Edit Geometry** на кнопці **Make Planar** (Привести до площини).

Виділимо всі вершини, що лежать нижче за центральний перетин, і зведемо їх в одну точку, клацнувши на кнопці **Collapse** (Звести в точку).



Після закінчення позбавимося гострих кутів — для цього в режимі редагування ребер **Edge**, виділимо всі ребра і застосуємо до них операцію **Chamfer**, встановивши величину скосу в 0,5 мм. У результаті буде одержаний кристал.

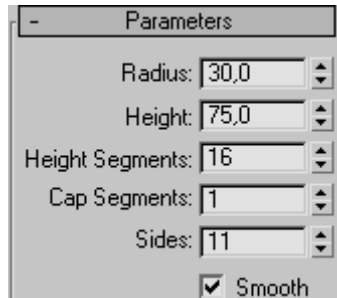
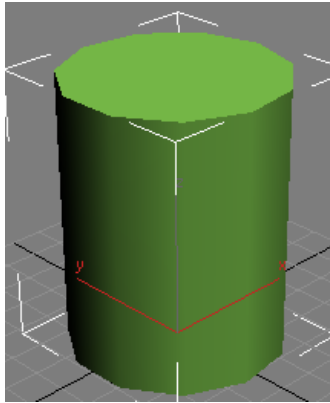
При бажанні форму створеного кристала можна змінювати, масштабуючи і переміщаючи окремі вершини. Проте заздалегідь варто об'єднати зведені воєдино вершини в одну точку. Річ у тому, що при зведенні вершин на площину або в точку вони зберігаються окремо, так що потім при моделюванні на рівні вершин виникатимуть проблеми. Наприклад, якщо частина вершин, що лежать в одній точці, виділилася, а інша — ні, то відповідно при переміщенні одні залишаться на місці, а інші пересунуться зі всіма витікаючими з цього наслідками. Для об'єднання вибраних вершин в одну призначений сувій **Weld**. При активації кнопки **Selected** операція проводиться над всіма виділеними вершинами, що потрапляють в поріг об'єднання.

Для прикладу об'єднаємо вершини основи, які були зведені в одну точку операцією **Collapse**. Виділимо ці вершини і встановимо величину порогу об'єднання рівним 5мм. Активуємо кнопку **Selected** і виділені вершини об'єднуються.



Шаховий пішак з циліндра

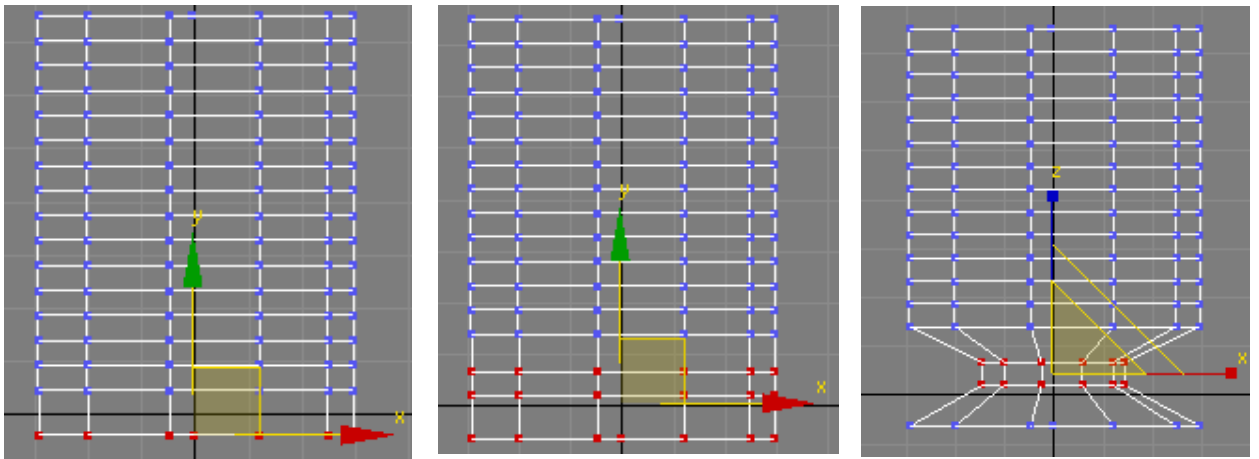
Створимо циліндр радіусом 30 параметрами, показаними на малюнку. Редагувати об'єкт будемо у вікні Front.



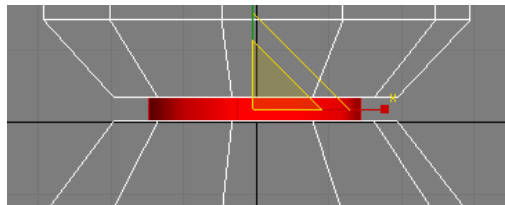
Оскільки в об'єкті задано багато сегментів (16), для зручності, ми будемо їх нумерувати в напрямку від низу до верху.

Перетворимо об'єкт до типу **Editable Poly** і перейдемо в режим редагування вершин. Встановивши варіант виділення прямокутних областей (**Rectangular Selection Region**), виділимо вершини самого нижнього перетину і трохи перетягнемо їх по осі Y вниз. Одночасно виділимо всі вершини трьох нижніх сегментів і перемістимо їх вниз на ту ж саму відстань.

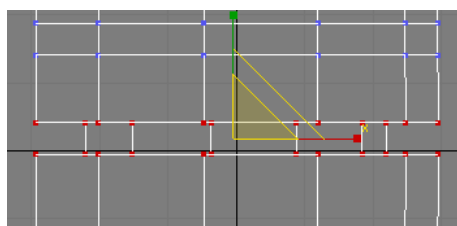
Потім виділимо вершини 2-го і 3-го сегментів знизу і відмасштабуємо їх.



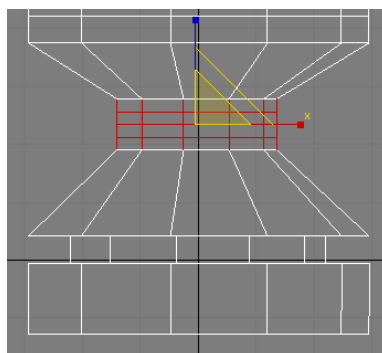
Перейдемо в режим редагування полігонів. Виділимо полігон, що об'єднує 2-й і 3-й сегменти знизу, і застосуємо до нього операцію **Extrude**, встановивши для неї режим **Local Normal** і вручну ввівши значення рівне -5 .



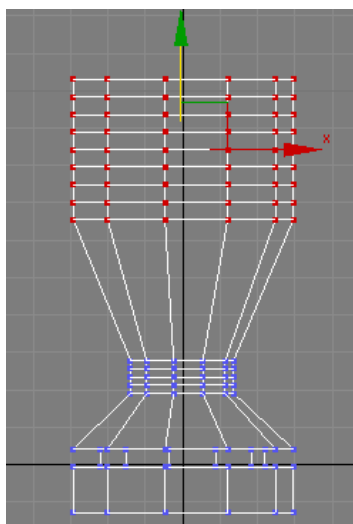
Знову перейдемо в режим вершин. Виділимо вершини 2-го і 3-го сегменту знизу і масштабуємо їх так, щоб діаметри 1-го 2-го і 3-го сегментів були однаковими.



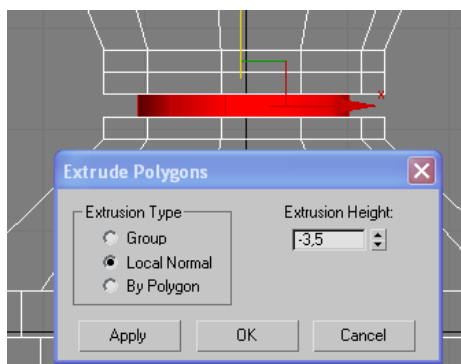
Перемкнемося в режим редагування ребер, клацнувши на кнопці **Edge**, виділимо 5-е, 6-е 7-е і 8-е ребра знизу і відмасштабуємо їх.



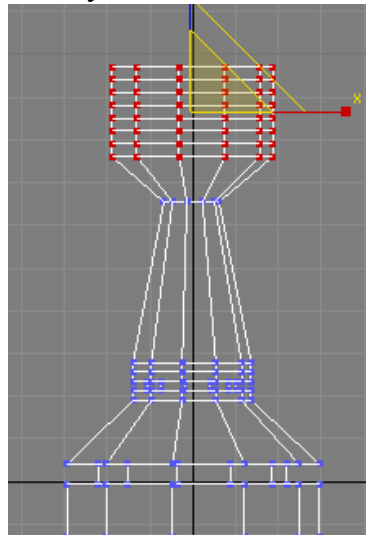
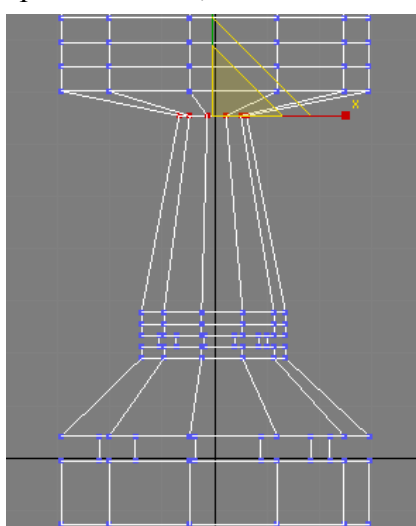
Перейдемо в режим редагування вершин, виділимо всі розташовані вище вершини і перемістимо їх вгору так, щоб відстань між 8-м і 9-м перетинами значно збільшилася.



Знову повернемося в режим редагування полігонів, виділимо полігон між 6-м і 7-м перетинами і застосуємо до нього операцію **Extrude** (Видавлювання), встановивши для неї режим **Local Normal** і уручну ввівши значення штампу рівне $-3,5$.

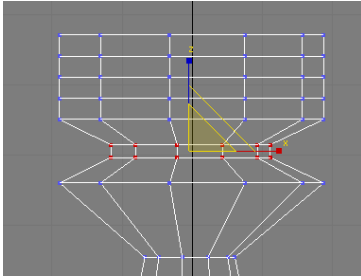


Перемкнемося в режим редагування вершин, виділимо вершини 9-го сегменту і інструментом **Select and Squash** (Виділити і стиснути) зменшимо діаметр даного перетину приблизно так, як показано на малюнку зліва.

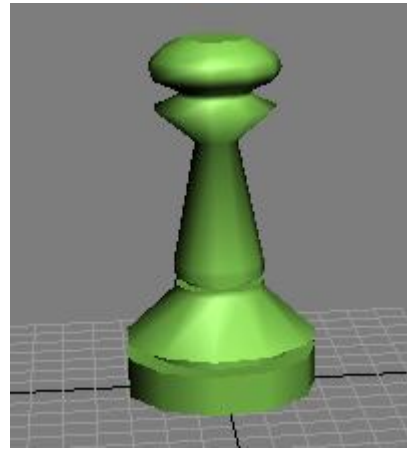
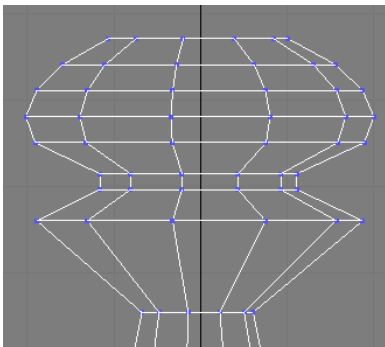


Виділіть вершини 10-го і всіх розташованих вище сегментів і пропорційно відмасштабуємо їх інструментом **Select and Uniform Scale** (Виділити і рівномірно масштабувати).

Виділимо вершини 6-го і 7-го сегментів зверху і пропорційно зменшимо їх розміри.



Виділимо вершини самого верхнього сегменту і зменшимо його, створивши фаску. Відмасштабуємо вершини 2-го 3-го і 4-го зверху сегментів, забезпечивши плавний перехід між ними. Кінець кінцем буде одержана шахова фігура, представлена нижче.



Література

1. 3 DS Max 8 /Чумаченко И.Н. — М.: НТ Пресс, 2007 — 608 с.: ил.