

**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

**Соломія ЛЯСКОВСЬКА,
Євген МАРТИН**

ОСНОВИ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ

Навчальний посібник

Львів – 2022

УДК 744:004 (075.8)

ББК 32.973я73

Л-97

Рецензенти: **ТКАЧУК Р.Л.**, доктор технічних наук, професор, начальник кафедри управління інформаційною безпекою Львівського державного університету безпеки життєдіяльності;

ТРИГУБА А.М., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційних технологій Національного аграрного університету.

**Рекомендовано Вченою радою
Львівського державного університету безпеки життєдіяльності
(Протокол №1 від 31 серпня 2022 року).**

ЛЯСКОВСЬКА, Соломія.

Основи 3D-модельовання : навчальний посібник / Соломія ЛЯСКОВСЬКА, Євген МАРТИН. – Львів: Вид-во ЛДУ БЖД, 2022. – 283 с. Бібліогр.: с. 282 (7 назв).

Навчальний посібник «Основи 3D-модельовання» розроблений для підготовки фахівців загальнотехнічного спрямування в галузі геометричного комп'ютерного модельовання об'єктів, процесів і явищ. Розглядаються основні комп'ютерні графічні засоби 3D-модельовання та редагування геометричних об'єктів в середовищі системи ілюстративної комп'ютерної графіки **3DS Max**. Приведено порівняння графічних редакторів фірми **Autodesk** таких, як система інженерної комп'ютерної графіки **Autocad** і система ілюстративної комп'ютерної графіки **3DS Max**. Більшість прикладів ілюстровані з покроковим виконанням команд. Викладання навчального матеріалу супроводжується численними прикладами як функціонального використання окремих команд, так і залучення їх для створення простих геометричних моделей технічних форм, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу курсантами та студентами і розвиткові просторової уяви.

Для курсантів та студентів вищих технічних навчальних закладів.

© Соломія ЛЯСКОВСЬКА, 2022

© Євген МАРТИН, 2022

© ЛДУ БЖД, 2022

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ВЕРСІЙ СИСТЕМИ ІЛЮСТРАТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ 3DS MAX	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 РОБОЧИЙ ПРОСТІР СИСТЕМИ ІЛЮСТРАТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ 3DS MAX.....	8
1.1. Функціональні можливості системи ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS MAX.....	8
1.2. Підготовка до роботи у системі ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS max	16
1.3. Робота з кресленнями в середовищі системи ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS MAX	18
1.4. Завершення роботи з системою ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS MAX	21
1.5. Особливості та засади роботи в середовищі системи ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS MAX	23
1.6. Практичне завдання	28
РОЗДІЛ 2 ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ЗД - МОДЕЛЮВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ 3DS MAX	31
2.1. Основи тривимірної графіки у середовищі 3DS Max	31
2.1.1. Відмінності між 2d- і 3d-моделюванням.....	31
2.1.2. Пункти меню та інтерфейс.....	32
2.1.3. Доступ до команд.....	33
2.1.4. Кнопки управління вікнами проєкцій.....	35
2.1.5. Інструменти переміщення, повороту та масштабування	36
2.2. Використання технології створення тіл обертання на основі сплайнів	37
2.2.1. Типи вершин сплайнів.....	37
2.2.2. Креслення сплайнів типу Line	38
2.2.3. Редагування форми сплайнів	39
2.2.4. Обертання сплайнів	42
2.3. Види сплайнів	44
2.3.1. Функціонал сплайнів	44
2.3.2. Об'єкт Текст	45
2.3.3. Лінії	46
2.3.4. Складові сплайнової форми.....	48
2.4. Режим редагування об'єктів editable poly. Редагована полігональна поверхня	51
2.4.1. Робота з редагованими поверхнями.....	51
2.4.2. Типи підоб'єктів та принцип їх редагування	52
2.4.3. Моделювання за допомогою складових елементів об'єкта	53
2.5. Режим редагування об'єктів editable poly. Приклади моделювання	61
2.6. Pivot point (опорна точка). Модифікатори	87
2.6.1. Pivot Point	87
2.6.2. Режими опорної точки.....	88
2.6.3. Модифікатори	90

2.7. Функція loft.....	95
2.7.1. Лофтинг і loft-об'єкти.....	95
2.7.2. Створення Loft-об'єктів.....	98
2.7.3. Редагування loft-об'єктів	103
2.8. Створення loft-об'єктів на основі сплайнів.....	111
2.8.1. Створення loft-об'єктів на основі складових сплайнів	111
2.8.2. Створення loft-об'єктів на основі розімкнених сплайнів.....	113
2.8.3. Приклади створення найпростіших loft-моделей	115
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ, АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ.....	126
3.1. Nurbs-лофтинг. Моделювання	126
3.1.1. Опис технології nurbs	126
3.1.2. Створення об'єктів за допомогою nurbs	126
3.1.3. Nurbs об'єкти: панель toolbox.....	130
3.1.4. Nurbs поверхня поперечного лофтинга (u-loft)	131
3.2. Приклади створення моделей елементів приміщення	141
3.3. Поняття рендерингу в 3д. Робота з камерами	180
3.3.1. Рендер. Загальний опис	180
3.3.2. Робота з камерами.....	182
3.4. Функція import.....	185
3.5. Анімація у моделюванні пожежного авто	190
РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ 3DS MAX У МОДЕЛЮВАННІ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ	212
4.1. Побудова моделі будинку	212
4.2. Побудова моделі шахової фігури.....	217
4.3. Побудова моделі моста.....	223
4.4. Побудова 3д моделі античної вежі	227
4.5. Побудова 3Д моделі вази.....	233
4.6. Побудова моделі флакона з парфумами.....	236
4.7. Побудова моделі корпусу мобільного телефону	253
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	271

ПЕРЕЛІК ВЕРСІЙ СИСТЕМИ ІЛЮСТРАТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ **3DS MAX**

3D Studio DOS – перша версія пакета системи ілюстративної комп'ютерної графіки 1990 року випуску.

Друга, третя і четверта версії пакета – 1992, 1993 і 1994 року випуску.

3D Studio Max – переписана версія пакета під операційну систему MS Windows у 1996 році.

3D Studio Max R2 – версія пакета 1997 року випуску.

3D Studio Max R3 – версія пакета 1999 року випуску.

Discreet 3D Studio Max 4 – Discreet 3D Studio Max 7 – версії пакета 2000 – 2004 років випуску.

Autodesk 3D Studio Max 8 – версія пакета 2005 року випуску.

Autodesk 3d Studio Max 9 – версія пакета 2006 року випуску.

Autodesk 3D Studio Max 2008 – версія пакета 2007 року випуску.

Autodesk 3D Studio Max 2009 / Autodesk 3D Studio Max Design 2009 – версія пакета 2008 року випуску.

Autodesk 3D Studio Max 2010 / Autodesk 3d studio max Design 2010 – версія пакета 2009 року випуску.

AUTODESK 3DS MAX 2017 – версія пакета 2016 року випуску.

Назви системи ілюстративної комп'ютерної графіки **3DS MAX**:

система ілюстративної комп'ютерної графіки **3DS MAX**,

редактор тривимірної графіки **3D Max**,

комплекс **3ds Max**,

пакет **3ds Max**,

програма **3ds Max**...

Офіційний логотип програмного забезпечення:



ВСТУП

В процесі бурхливого розвитку інформаційних та мультимедійних технологій сформувалися такі поняття, зокрема, як тривимірне зображення, **3D**-графіка, тривимірне моделювання тощо. Графічні комп'ютерні технології надають сучасні апаратні, програмні та інформаційні засоби, які реалізують і прискорюють процеси розроблення реалістичних **2D** і **3D-моделей** об'єктів і забезпечують введення, виведення, створення, зберігання і оброблення **2D** і **3D-моделей** геометричних об'єктів як реального так і віртуального світу за допомогою комп'ютера [1, 2]. Передумовою створення графічної комп'ютерної документації у вигляді **2D** і **3D-моделей** є досконалі знання і уміння формувати на двовимірних носіях інформації відповідно **2D** і **3D** комп'ютерні проекційні зображення технічних об'єктів [3]. Провідні розробники в галузі створення віртуальної реальності пропонують використання комп'ютерів і потужного програмного забезпечення, що дозволяє створювати моделі віртуальної реальності високої якості, оптимізувати і, відповідно, прискорити процес розроблення продукції в тому числі загальнотехнічного призначення при багаторазовому використанні необхідних вхідних даних. Спеціалізовані графічні системи збагачують, але не ускладнюють можливостей творчого пошуку конструкторів та дизайнерів, оскільки володіють високотехнологічними і зручними, простими в обігу інструментами, за допомогою яких в одному творчому проекті реалізуються як задуми цілої команди розробників, так і вимоги замовників. Всьому цьому, в першу чергу, сприяє неймовірний прорив сучасної кіноіндустрії в створенні реалістичних **3D**-спецефектів, які ми можемо спостерігати в фільмах. Проте сфера кіно далеко не єдина область застосування реалістичної тривимірної графіки. Такі напрямки життєдіяльності як архітектура і дизайн безпосередньо асоціюються зі світом **3D**. Долучимо також поширені комп'ютерні ігри останнього покоління. Віртуальні **3D**-світи настільки вражають своєю реалістичністю і правдоподібністю, що завойовують серця і уподобання людей різного віку і соціальних категорій.

Зауважимо, що існує безліч пакетів програм тривимірного моделювання, такі як **Maya**, **3DS Max**, **ZBrush**, **Blender** і багато, багато інших, з-поміж яких оберемо **3DS Max**. Перш, ніж перейти безпосередньо до даного середовища, доречно звернути увагу на те, що *створення повноцінної тривимірної сцени* незалежно від вибору програмного продукту виконується за загальним алгоритмом, що *включає* в себе такі *етапи* як [4,5]:

- створення геометричної моделі;
- налаштування параметрів освітлення;
- робота з матеріалами;
- візуалізація сцени.

3DS Max – це професійний програмний пакет, створений компанією **Autodesk**, для повноцінної роботи з **3D**-графікою [6]. Він містить потужний інструментарій не тільки для безпосереднього тривимірного моделювання, а й для створення якісної анімації. У стандартний пакет також входить підсистема візуалізації, що дозволяє домогтися досить реалістичних ефектів. Для досягнення більш фотореалістичних рендерів можна скористатися більш потужними візуалізаторами, розробленими спеціально для **3DS Max**. **3D Max** дозволяє успішно реалізувати всі перераховані вище етапи створення тривимірної моделі, чому сприяє інтуїтивно зрозумілий, дружній інтерфейс, великі бібліотеки готових моделей і матеріалів, а також широке поширення даного продукту - і, як результат, вільний доступ до безлічі цікавої і корисної інформації.

Перша версія пакета була випущена в 1990 році і мала назву **3D Studio DOS**, яку зберегла за собою аж до 1994 року: відомі чотири версії продукту 1990, 1992, 1993 і 1994 року випуску. У 1996 році пакет переписаний під операційну систему **MS Windows** і перейменований в **3DS Max**. У новій версії значно доопрацьовані редактор матеріалів та інструменти анімації. Розробники забезпечили гнучку структуру програми за рахунок

використання об'єктно-орієнтованого підходу - з цього моменту будь-яка функція могла додатково підключатися модулем, створеним незалежними розробниками: особливо широкого поширення набули підсистеми візуалізації, що перевершують стандартні рішення **3D Studio Max** в десятки разів. Іншими словами, вбудована в **3D Studio Max** мова програмування **C ++** дала можливість користувачеві написати додатковий модуль.

Наступний реліз виходить в 1997 році під назвою **3D Studio Max R2** і включає більше 1000 нових можливостей і удосконалень. Найбільш значущі з поміж них:

- реалізований метод трасування променів - можливість імітації дзеркальних і прозорих поверхонь,
- додані інструменти **NURBS** моделювання,
- підтримка **OpenGL** тощо.

3D Studio Max R3 (1999 рік) – це доробка користувальницького інтерфейсу, нові можливості роботи з розподілом часток, збільшення кількості та якості візуальних ефектів за рахунок вдосконалення методу трасування променів. **Discreet 3D Studio Max 4 - Discreet 3D Studio Max 7** (2000 - 2004) - зміна розробників призводить до зміни в назві продукту, появи нових інструментів моделювання і анімації, модифікаторів, удосконалення редактора матеріалів тобто до всебічного розвитку продукту. **Autodesk 3D Studio Max 8, Autodesk 3d Studio Max 9** (2005, 2006 рік), **Autodesk 3D Studio Max 2008** (2007 рік) – велика увага приділяється розробленню спеціалізованих функцій, що дозволяють реалізувати об'єкти, описані складними математичними виразами. Одним з таких рішень стає плагін для створення волосся, можливості текстурування органічних об'єктів. Продовжують удосконалюватися інструменти роботи з анімацією. **Autodesk 3D Studio Max 2009 / Autodesk 3D Studio Max Design 2009** (2008 рік), **Autodesk 3D Studio Max 2010 / Autodesk 3d Studio Max Design 2010** року (2009 рік) - поділ на версію для архітекторів і дизайнерів і версію для фахівців в області графіки - розробка ігор та інші проекти сфери розваг. Зауважимо, що інструментарій цих версій практично ідентичний: відмінності можна виявити в деяких налаштуваннях інтерфейсу, а також до складу пакета для фахівців графіки включений набір інструментів для розробників – **SDK**. Кардинальна зміна колірної гами інтерфейсу – перше, що кидається в очі при роботі з **Autodesk 3D Studio Max 2010 / Autodesk 3d studio max Design 2010**. Удосконалено команди для управління відображенням об'єктів, введені нові елементи інтерфейсу:

- панель доступу до інструментів моделювання,
- зручна система спливаючих вікон-підказок,
- додавання і вдосконалення модифікаторів,
- удосконалення інтеграції файлів з іншими додатками,
- набір інструментів для роботи зі звуком.

3DS Max є на сьогодні повноцінним професійним пакетом **3D-моделювання** з грамотно продуманим інтерфейсом і безліччю можливостей для реалізації творчих ідей конструктора, художника, дизайнера...

Меню, панелі інструментів, списки, свитки, зарезервовані клавіші та їх поєднання, текстурні карти, вкладки та інші геометричні засоби **3DS Max** за своїм числом, розмаїттям функціонального призначення вимагають залучати для одержання практичних навичок роботи передовсім важливіші з них і частіше використовуватися. Для кращого спілкування з **3DS Max** використаний покроковий спосіб побудови моделей у певних розділах посібника. Створення моделі тривимірного об'єкта – задача однозначна: її можна одержати, використовуючи різні геометричні засоби та у різній послідовності. Для полегшення засвоєння матеріалу інколи використовуються різні шляхи на прикладах створення моделей простіших об'єктів.

РОЗДІЛ 1

РОБОЧИЙ ПРОСТІР СИСТЕМИ ІЛЮСТРАТИВНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ 3DS MAX

1.1. Функціональні можливості системи ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS MAX

Розглянемо найбільш поширені та доступні можливості, запропоновані розробниками **3DS Max**, для створення власної тривимірної моделі об'єкта. У **3DS Max** є велика бібліотека моделей тривимірних об'єктів - сюди входять як стандартні, так і розширені примітиви. Побудова простих геометричних форм займає лічені секунди - необхідно лише вибрати потрібну модель і ввести функціональні параметри такі як довжина, висота, радіус і т.д. Є інструменти для роботи зі сплайнами, тобто моделювання на основі сплайнів, створення і редагування яких не складе особливих зусиль завдяки дружньому інтерфейсу програми. Зручною здається робота з командами для полігонального моделювання, а також з інструментами для створення кривих ліній та поверхонь Безье. Можливість редагування сітчастих поверхонь на різних рівнях, будь - то вершини, сегменти і т.д., полегшує роботу зі складними поверхнями і дозволяє домогтися максимальної наочності. Велика кількість модифікаторів з легко налаштовуваними параметрами для роботи з геометрією моделі допоможуть втілити в реальність найсміливіші ідеї (рис.1.1).

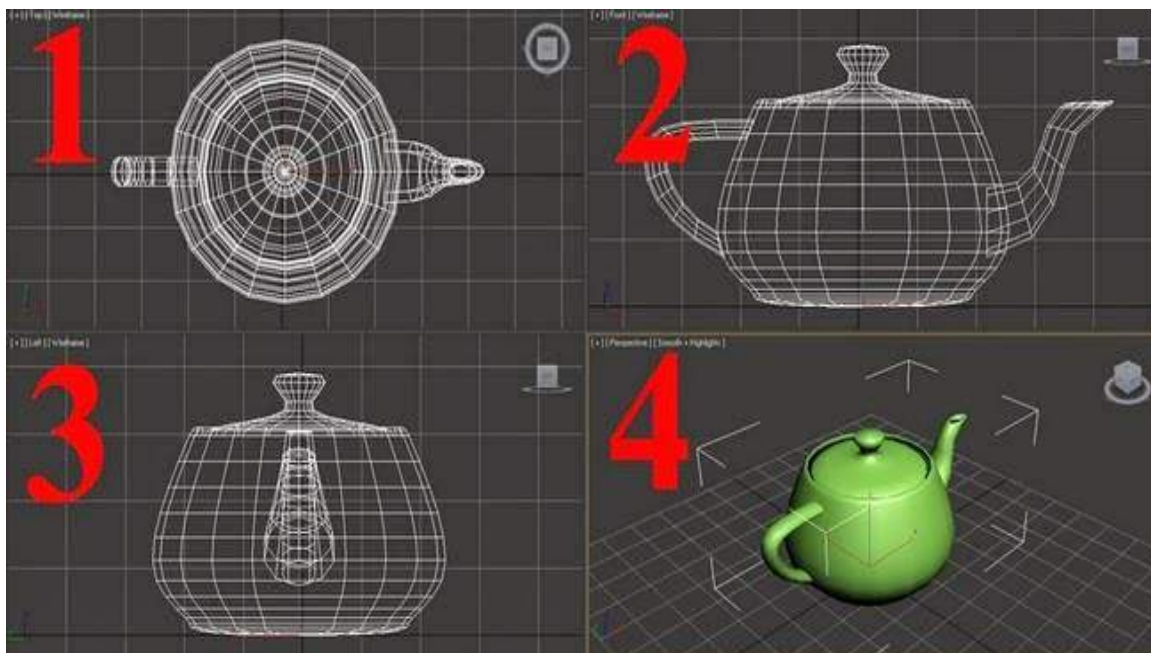


Рис.1.1. Видяк робочого простору: це чотири вікна площин проєкцій (при бажанні можна змінити їх число і розташування):

1. **Top** (вигляд зверху).
2. **Front** (фронтальний вигляд або спереду).
3. **Left** (вигляд зліва).
4. **Perspective** (перспектива).

Такі назви відповідають наступним назвам в інженерній графіці:

1. **Top** (вигляд зверху) – горизонтальна площина проєкцій.
2. **Front** (фронтальний вигляд або спереду) – фронтальна площина проєкцій.
3. **Left** (вигляд зліва) – профільна площина проєкцій.
4. **Perspective** (перспектива) – площина перспективних проєкцій.

За замовчуванням змінено також розташування площин проекцій: замість горизонтальної площини проекцій маємо профільну площину проекцій, замість фронтальної площини проекцій маємо горизонтальну площину проекцій, замість профільної площини проекцій маємо фронтальну площину проекцій.

У верхній частині екрану маємо головне меню і головну панель, справа знаходиться командна панель, в центрі – графічна зона (рис.1.2).

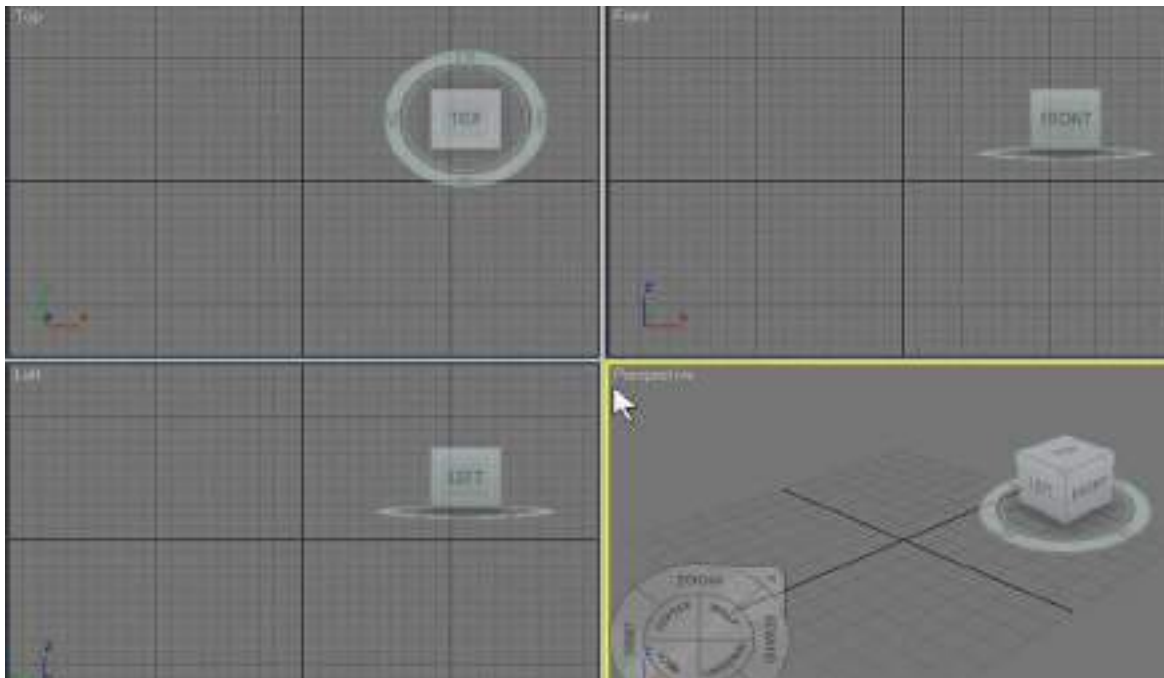
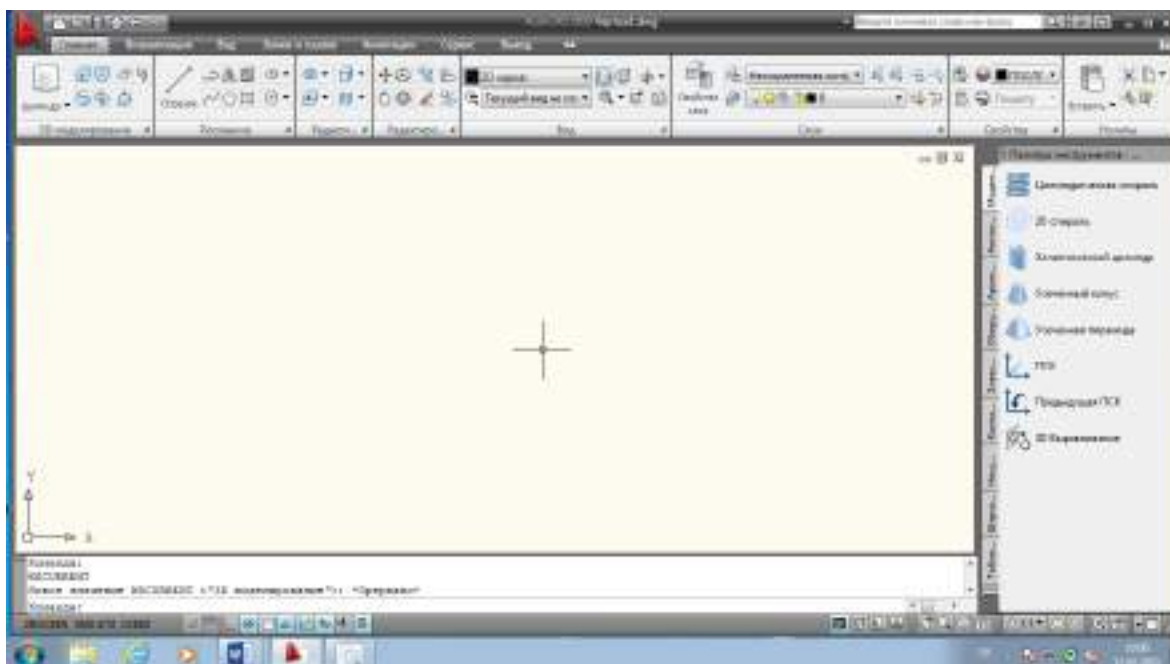
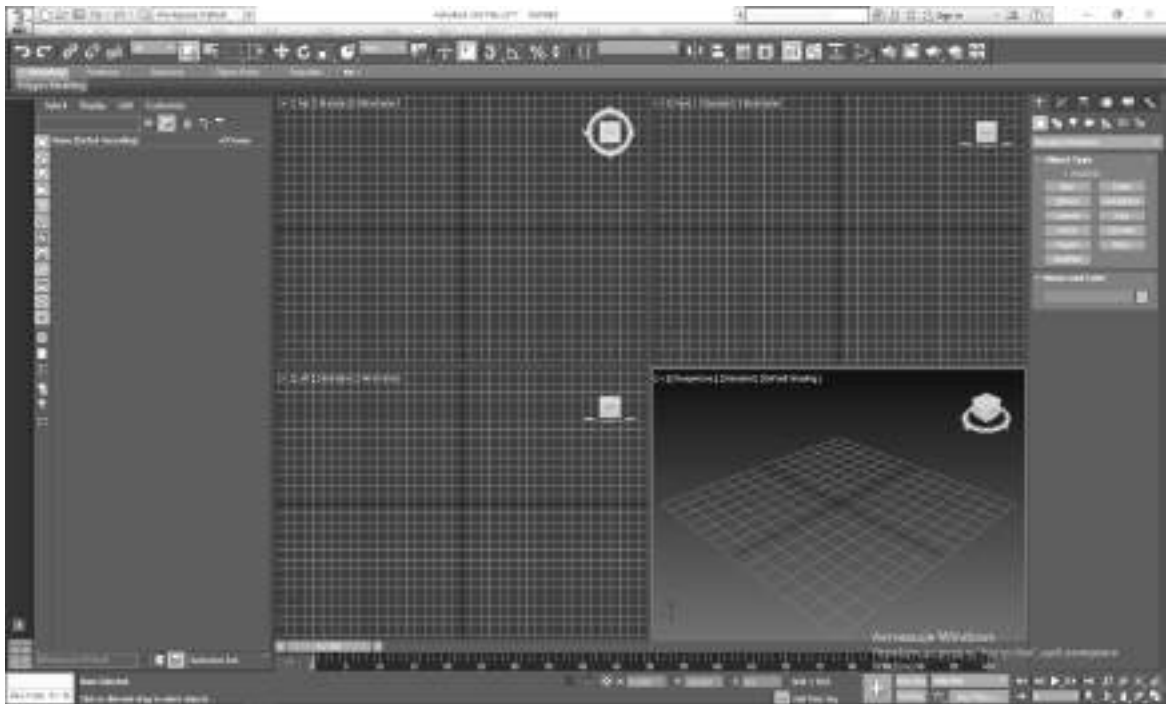


Рис.1. 2. Графічна зона екрану **3DS Max**

Відповідно до послідовності *створення* повноцінної дво- чи тривимірної сцени можемо порівняти інтерфейси графічних редакторів фірми **Autodesk**, наприклад, **Autocad** і **3DS Max** (рис.1.3).



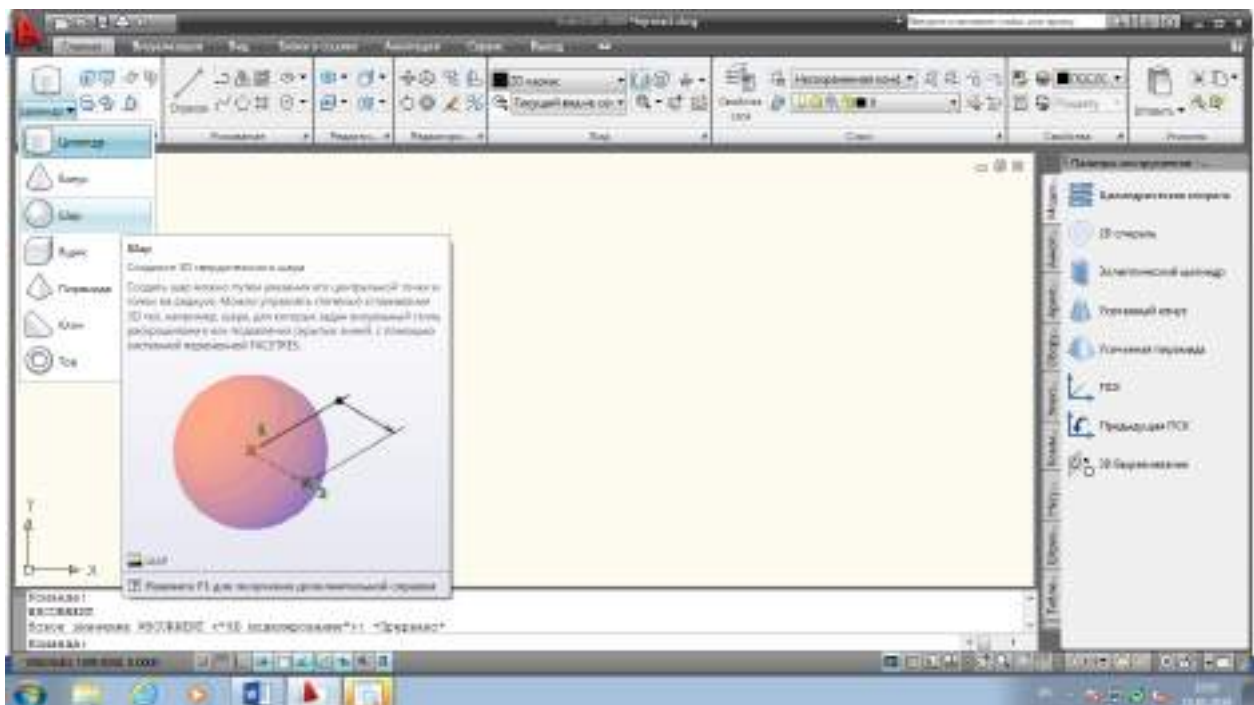
a)



б)

Рис.1.3. Интерфейсы графических редакторов **Autocad** а) і **3DS Max** б)

У **3DS Max** для створення і налаштування властивостей матеріалів служить простий в застосуванні універсальний модуль - редактор матеріалів. Створення скляних або дзеркальних поверхонь займе лічені секунди. Схожість з об'єктами реального світу досягається в процесі візуалізації. Є можливість використовувати як вбудований в **3DS Max** візуалізатор, так і сторонні візуалізатори, створені незалежними розробниками, наприклад **V-Ray**. Хочеться ще раз відзначити вдалий дружній інтерфейс програми - на робочу панель винесена мінімальна кількість необхідних при роботі інтуїтивно зрозумілих кнопок, для роботи з якими можна користуватися як звичною для нас мишею, так і графічним планшетом. Відзначимо також подібність спільних налаштувань, наприклад, вміст деяких папок **Autocad** і **3DS Max** (рис.1.4).



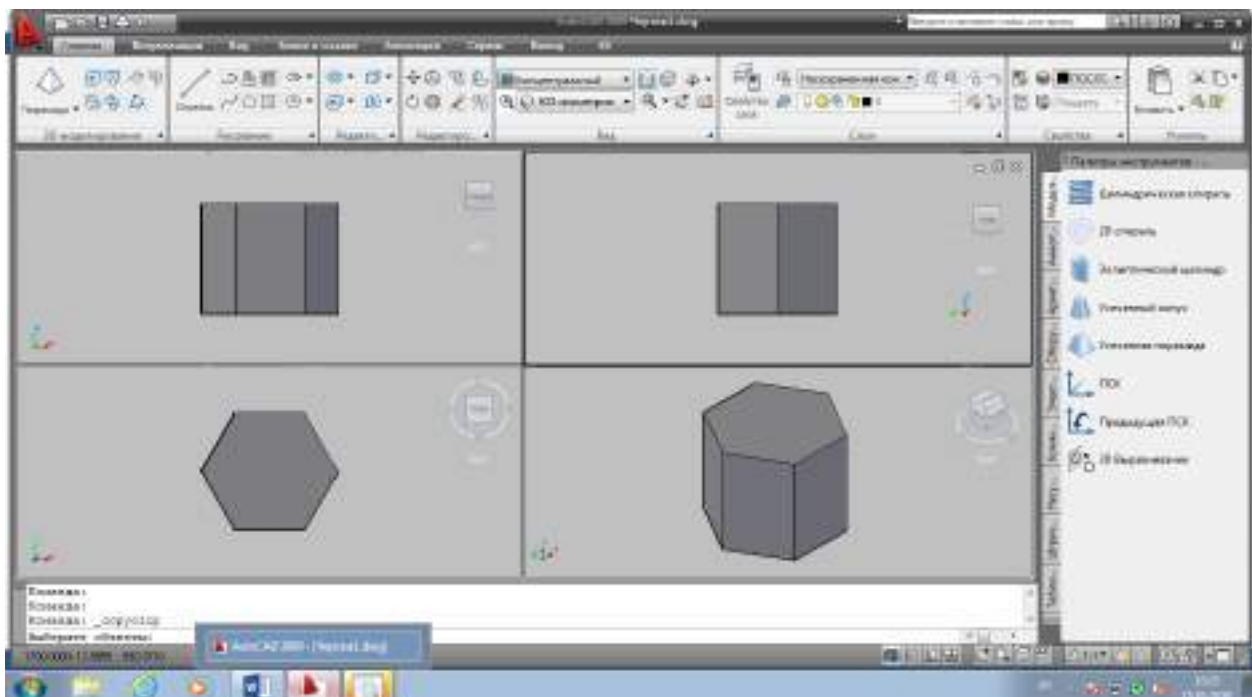
а)



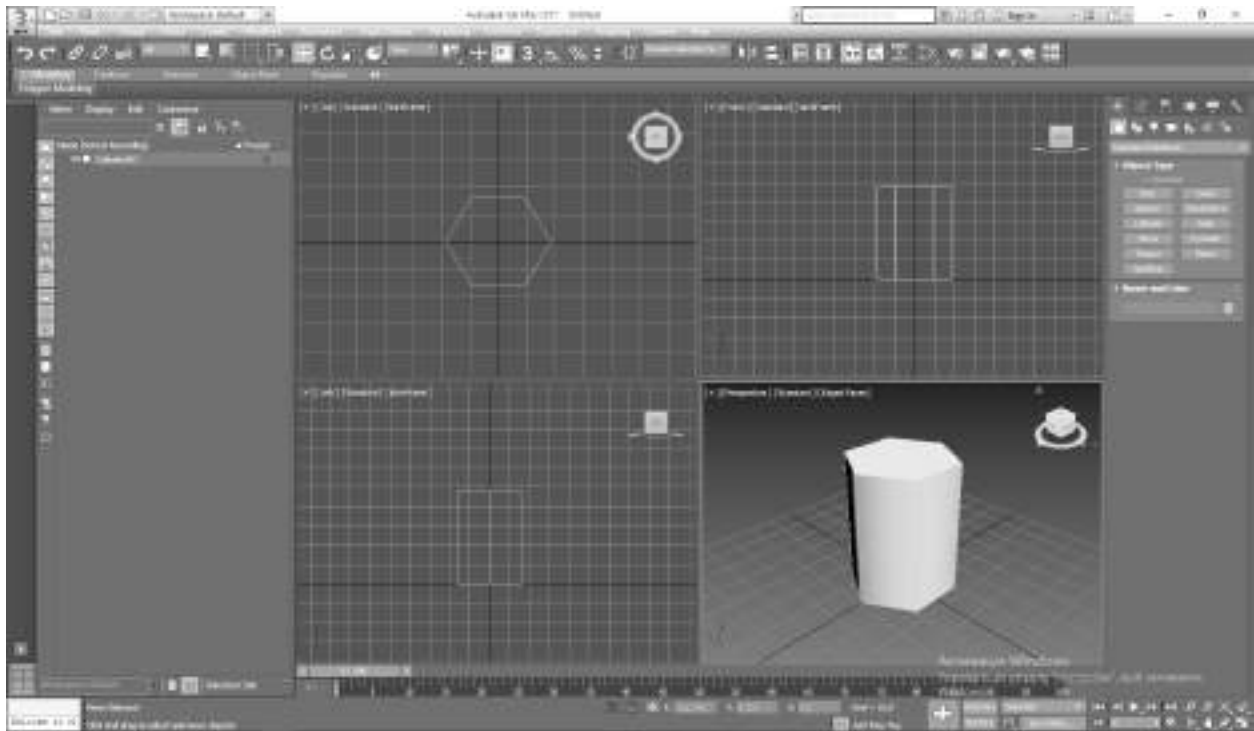
б)

Рис.1.4. Вміст папок **3D** фігур графічних редакторів **Autocad** а) і **3DS Max** б)

Зауважимо також схожість підходу до формування проєкційних зображень фігур на прикладі призми (рис1.5). Проєкційні зображення призми у графічному редакторі **Autocad** розташовані у площинах проєкцій відповідно до вимог інженерної графіки у проєкційному зв'язку, тоді як у графічному редакторі **3DS Max** положення площин проєкцій змінене за замовчуванням, а проєкційний зв'язок може бути відсутній. Проєкційні зображення фігур у графічному редакторі **3DS Max** подаються у вигляді їх каркасних моделей. Такі каркасні моделі фігур у графічному редакторі **Autocad** можна одержати, використовуючи системну змінну **isolines**. Її значення можуть бути різними, але за замовчуванням воно становить чотири. В обох графічних редакторах збільшення числа ліній каркасу призводить до зростання якості зображення.



а)



б)

Рис.1.5. Проекційні зображення призми у графічних редакторах **Autocad** а) і **3DS Max** б)

Зауважимо, що результат моделювання в системі ілюстративної комп'ютерної графіки **3DS Max**, наприклад, модель пожежного автомобіля (рис.1.6), має у більшій мірі ілюстративне призначення, а в **Autocad** – це конструкторський документ, до якого розробляються робочі креслення усіх складових деталей виробу.



Рис.1.6. Модель пожежного автомобіля з накладеними текстурами

Зауважимо також, що в системі ілюстративної комп'ютерної графіки **3DS Max** на відміну від системи інженерної комп'ютерної графіки **Autocad** передбачені програмні засоби для виконання спецефектів, наприклад, анімації (рис.1.7).



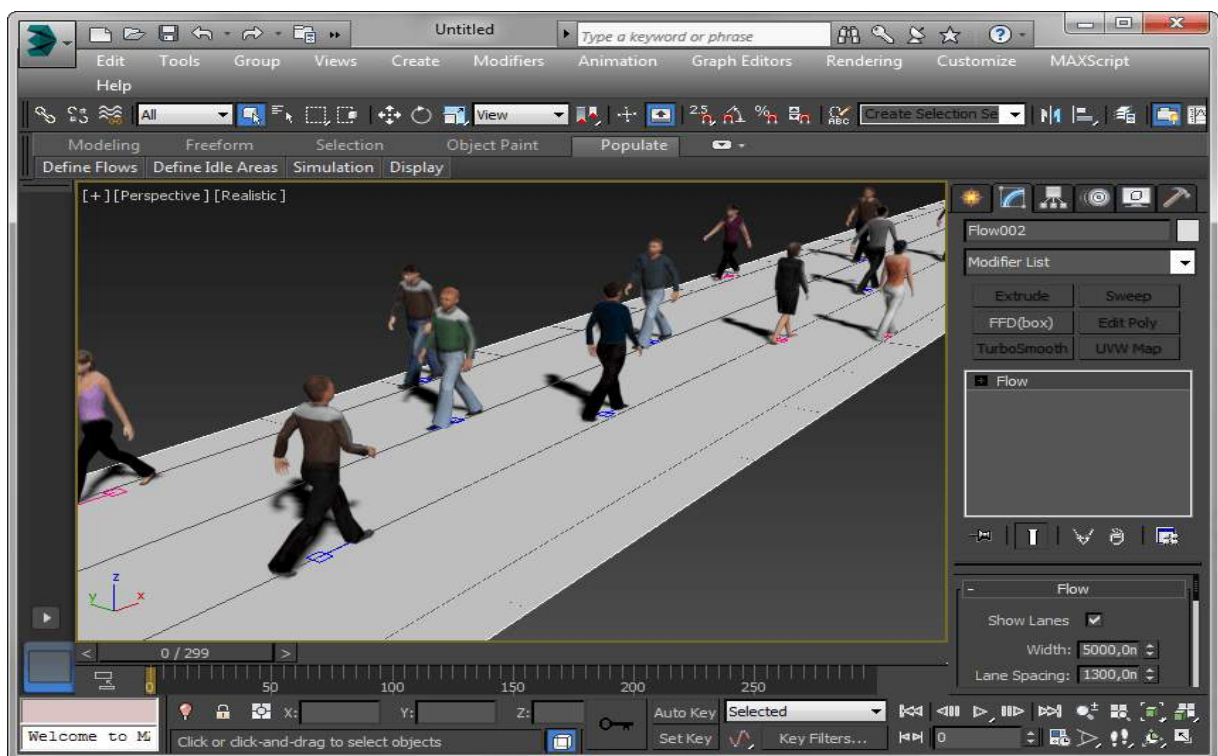
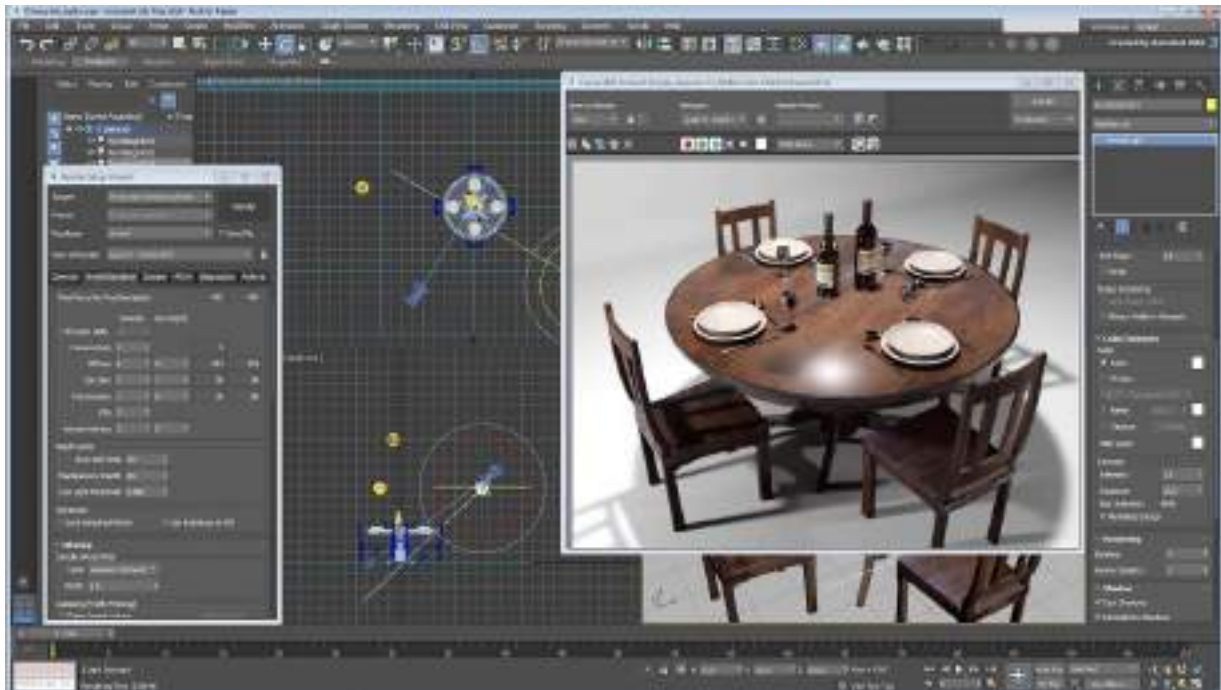
Рис.1.7. Приклад файлу анімації

Від релізу до релізу удосконалюються функціональні можливості програми, що дозволяє все з меншими витратами часу і сил, але з великою якістю втілювати в життя найсміливіші ідеї. Розширюються стандартні бібліотеки. Поява нових спеціалізованих функцій моделювання робить роботу в 3D Max ефективнішою: функції полігонального моделювання, операції для створення складних об'єктів, точні засоби двовимірного моделювання, велика кількість модифікаторів для роботи з геометрією моделі, широкі можливості творчої роботи з текстурами. Велика увага приділяється розвитку інструментарію для створення анімації. Ключові кадри, процедурна анімація, обмежена анімація – це малий список всіх можливих варіантів змусити об'єкти рухатися. Є можливості управління скелетною деформацією, створення швидкої анімації двоногих істот, управління фізичними силами, що діють на персонажів. Має місце можливість створення поведінкової моделі натовпу для анімації відразу сотень об'єктів. Можна з упевненістю сказати, що останні версії програми **3DS Max** містять абсолютно всі необхідні для роботи модифікатори. Це групи модифікаторів вибору, сіток, полігонів, оптимізації поверхні і багато інших. А якщо врахувати, що застосування кожного модифікатора має на увазі встановлення деякого числа призначених для користувача параметрів, стає ясно, що робота в **3DS Max** порівнянна з творчістю і відкриває перед користувачем необмежену кількість можливостей для реалізації його задумів. **3DS Max** містить модулі для роботи з різними системами частинок, будь то сніг або бризки. В основу управління їх характеристиками і динамікою покладені реальні фізичні закони. Сама ж середовище **3DS Max** дозволяє не тільки моделювати персонажі, але і створювати досить реалістичні предмети одягу. Причому крім створення і дизайну одягу спеціальні вбудовані модулі дозволяють анімувати будь-які об'єкти одягу, створюючи при цьому необхідні візуальні ефекти: створення складок і деформацій на згинах, ефект мокрого або липкого одягу, різні механічні пошкодження. Також програма має модифікатори для імітації власного і хутряного покриву, можливості створення ефектів стрижки і причісування, руху відповідно до заданих параметрів жорсткості, вологості і т.д. Кожну сцену при анімації можуть супроводжувати звукові ефекти. Причому програма підтримує різні звукові формати. Слід підкреслити високу якість одержуваного зображення. Сюди можна віднести вже згадуваний вище метод трасування променів, що дозволяє створювати реалістичне відображення і заломлення світла, можливості створення атмосферних ефектів (туман, вогонь), ефекти природного освітлення і можливості передачі фотореалістичного освітлення.

Розвиваючись ще з 90-их років минулого століття, пакет тривимірного моделювання **3DS Max**, можна сказати, вже досяг певної планки досконалості. Його сьогодення популярність у процвітаючій індустрії кіно, телебачення і комп'ютерних ігор – зайве тому підтвердження. Вражають своєю правдоподібністю 3D-спецефекти на екранах телевізора, неймовірно реальна віртуальна реальність тривимірних комп'ютерних світів. Та й численні високоякісні архітектурні та дизайнерські проекти, реалізовані за допомогою пакета **3DS Max**, міцно увійшли в наше життя і зайняли там аж ніяк не останнє місце.

На сьогодні система ілюстративної комп'ютерної графіки фірми **Autodesk 3DS Max** є затребуваною в ігровій індустрії, мультиплікаційній індустрії і рідше затребувана в кіноіндустрії. В ігровій індустрії **3DS Max**

використовується для створення моделей, анімації, текстур і спецефектів. У кіноіндустрії використовуються захоплення руху, спецефекти і інструменти композитингу. Можливості системи ілюстративної комп'ютерної графіки **3DS Max** ілюструє (рис.1.8).



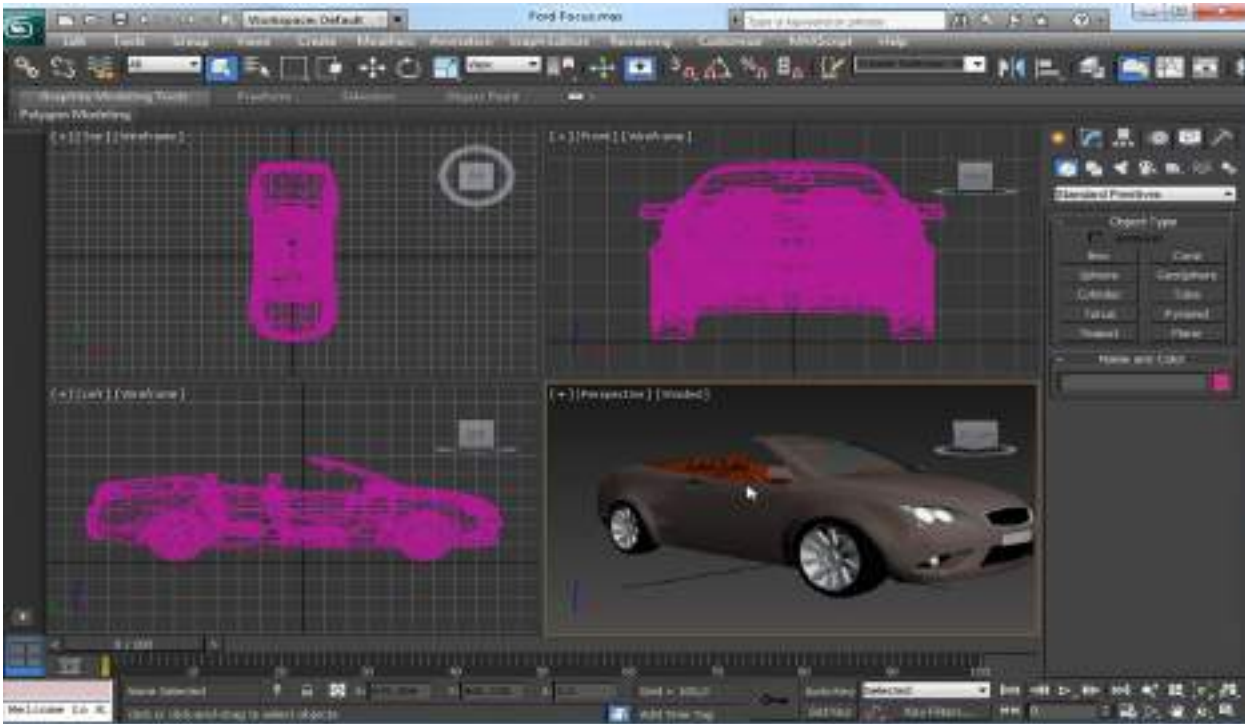


Рис.1.8. Приклади готових робіт у 3DS Max

Переваги використання системи ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS Max:

- зручний і зрозумілий інтерфейс;
- простота у вивченні;
- 3DS max універсальний редактор, а значить, дозволить користувачеві створити абсолютно все, що завгодно;
- високий ступінь реалістичності зображень;
- доступність;
- 3DS Max не вимагає великих комп'ютерних ресурсів.

1.2. Підготовка до роботи у системі ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS max

Система **3DS Max** як і **AutoCAD**, обидві – продукти компанії **Autodesk**, працює під керуванням операційної системи **Windows**. Операційна система **Windows** передбачає декілька способів запуску системи **3DS Max**, найпростішим з яких являє подвійне клацання лівою кlawішею мишки по піктограмі **3DS Max 2017** на робочому столі **Windows**. Після запуску **3DS Max** з'явився робочий екран системи **3DS Max 2017** (див. рис.1.3а) у вигляді, придатному для створення нового неіменованого креслення. Підготуємо сцену для створення нового креслення за допомогою комбінації кlawіш **ctrl+n**. З'являється вікно із запрошенням розпочати роботу (рис.1.9). Нову сцену створюємо також за допомогою запрошення **New using Selected**, яке знаходиться справа внизу вікна. Можна або почати створювати в ньому графічні об'єкти, або завантажити з диска один із вже наявних у комп'ютері графічних файлів.

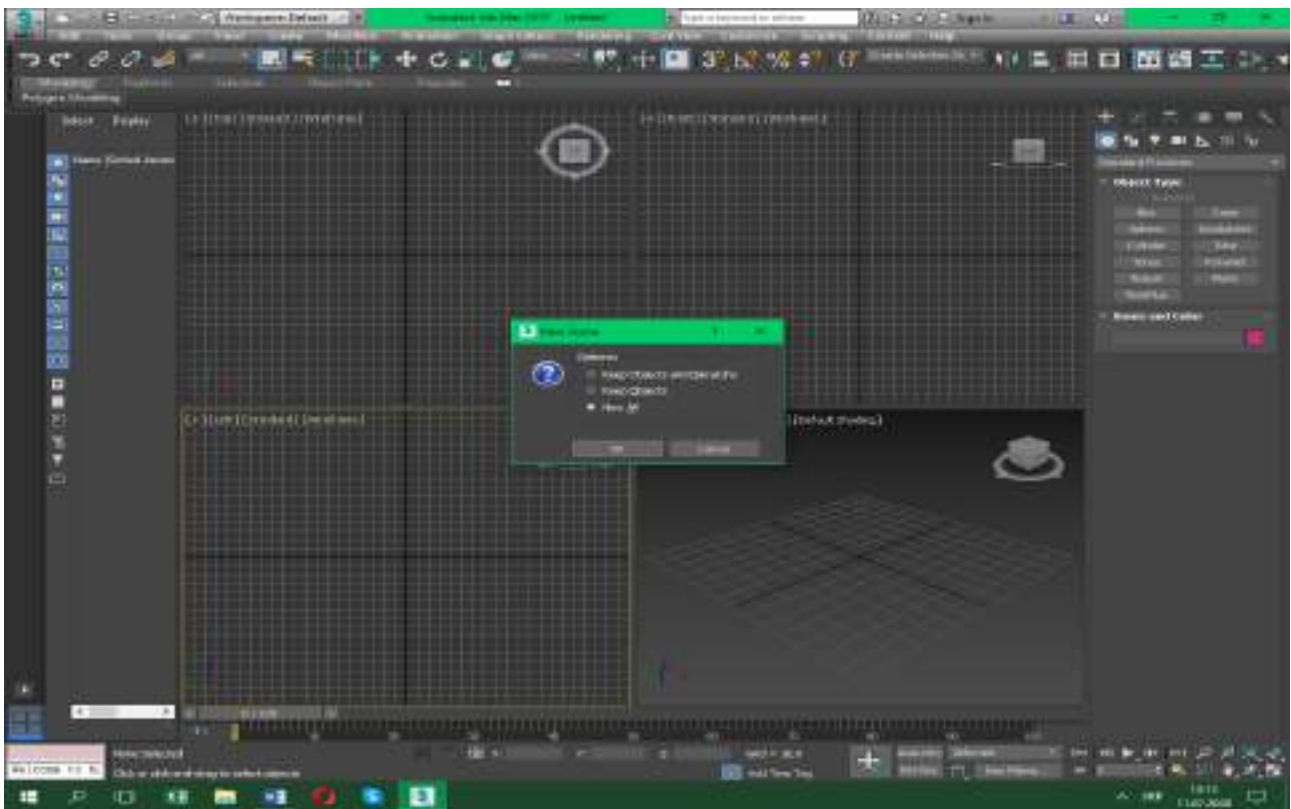


Рис.1.9. Створення нової сцени **3DS Max**

Робочий екран системи **3DS Max** можна умовно поділити на чотири функціональних зони.

Графічна зона займає найбільшу область робочого екрана. Призначена графічна зона для створення елементів креслення: кола, лінії, тексти, типові просторові фігури такі як призма, циліндр, куля тощо, а також виконувати їх редагування. Графічна зона містить чотири координатних площини (див. рис.1.3б). Перед початком процесу створення креслення графічна зона пуста. Як і на робочому екрані системи **AutoCAD 2009** піктограма системи координат **XY** тут міститься зліва внизу кожної координатної дво – і тривимірної площини. Координати довільної точки у графічній зоні задають здебільшого курсором.

Посередині внизу робочого екрана системи **3DS Max** знаходиться **рядок стану**. В ньому відображаються поточні координати **x, y, z** курсора на кресленні (рис.1.10) і знаходяться кнопки, функціональне призначення деяких з них описане у наступних розділах. Курсор (див. рис. 1.2) являє стрілку білого кольору, розташовану під кутом 120 град. до горизонталі. Через те, що креслення створюються у площині, поточне значення відповідної координати при переміщенні курсору мишкою у межах графічної зони не змінюється і

дорівнює нулю. Наприклад, на (рис. 1.10) для активованої фронтальної площини проєкції координата $x = 0$. Активуємо ізометричну площину проєкцій під назвою **Perspective** (перспектива) на (рис. 1.11).

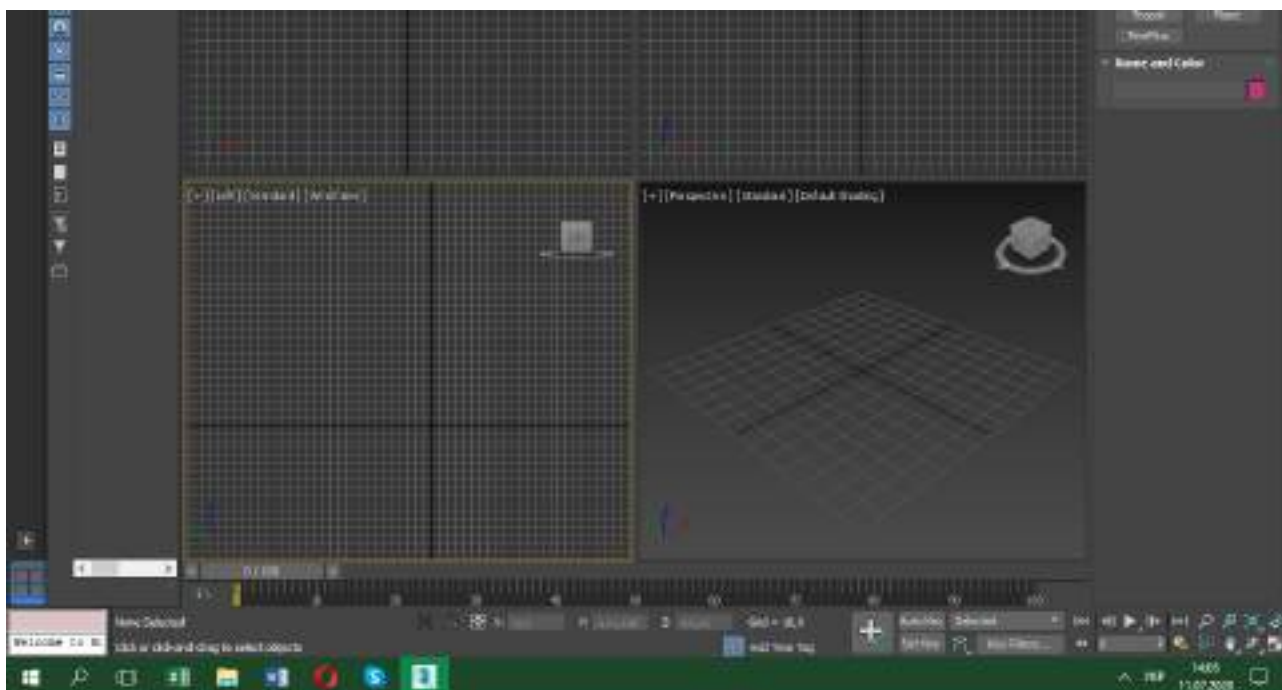


Рис.1.10. Рядок стану з відображенням координат поточного положення курсора у графічній зоні

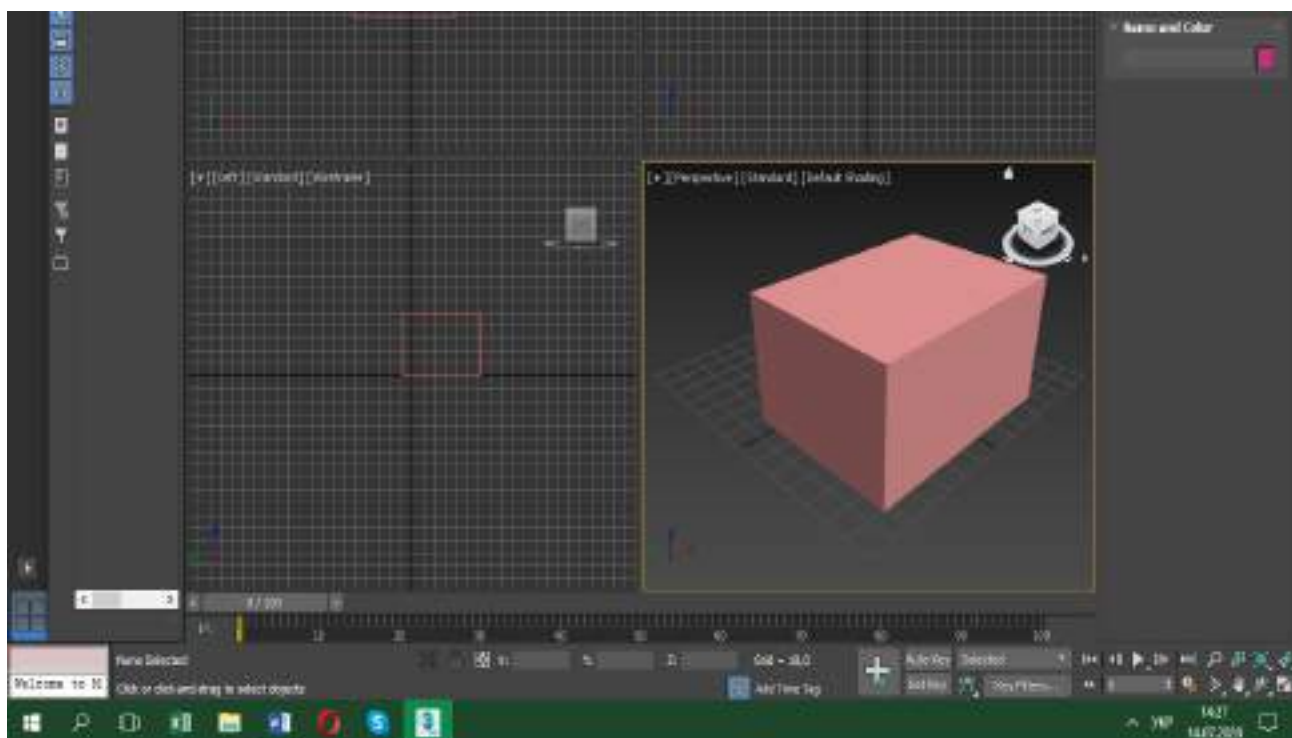


Рис.1.11. Активована ізометрична площина проєкцій **Perspective** (перспектива)

У цій площині формуємо ізометричні проєкції тривимірних об'єктів. Координата $z = 0$ тому, що ізометрична проєкція об'єкта з трьома вимірами, тобто його **3D** модель, також створюється у двовимірній площині [1, 2, 4,5]. У верхній частині робочого екрана системи **3DS Max** знаходиться **рядок заголовка** з написом посередині **Autodesk 3DS Max 2017** і кількома кнопками справа і зліва (рис. 1.12). Справа знаходиться вікно, в якому вказуємо назву файлу, наприклад, **Креслення 1**. Нижче від рядка заголовка знаходиться **рядок головного меню 3DS Max** із папками команд, які відповідають назві меню: **Edit, Tools, Group, Views, Create, ...**

Наприклад, у папці **Create** міститься набір інструментів, який повторюється справа у робочому просторі (рис. 1.13). Команди і засоби меню і панелей інструментів дозволяють створювати і редагувати креслення дво- і тривимірних технічних об'єктів будь-якої складності.

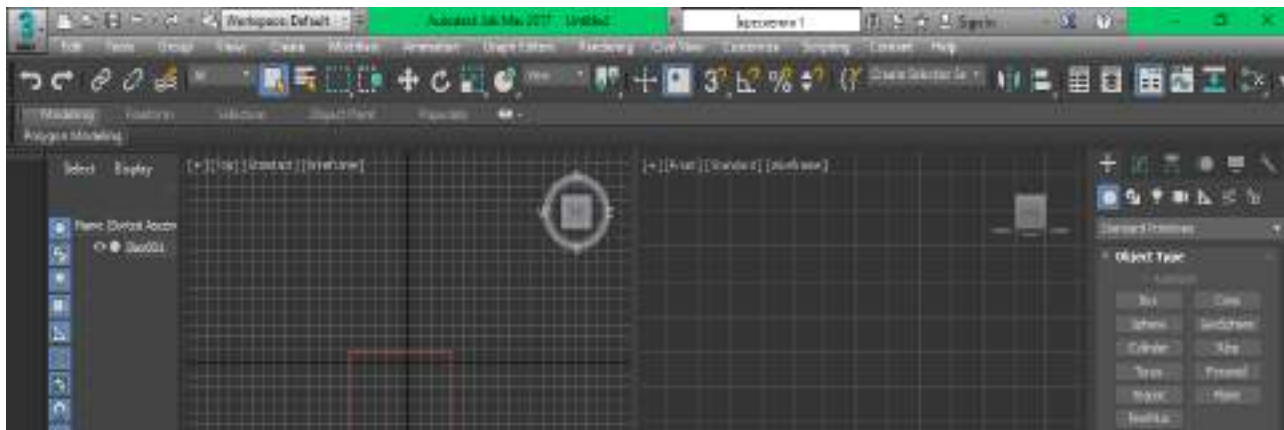


Рис.1.12. Рядки головного меню і панелей інструментів

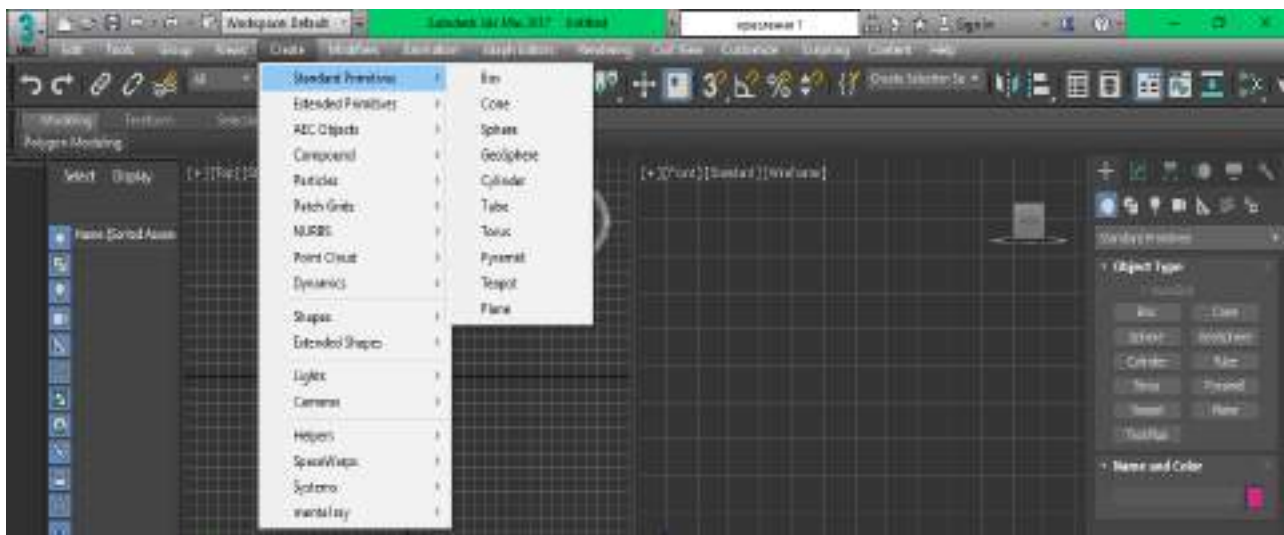


Рис.1.13. Набір інструментів папки Create

За замовчуванням панелі інструментів і меню розташовані у визначених для цього зонах робочого екрана. На відміну від **AutoCAD** у **3DS Max** відсутній командний рядок: команди виконуємо кліком лкм (лівої клавiші мишки).

Після використання назви команди, задання лкм координат і параметрів, **3DS Max**, виконуючи її, виводить у графічних зонах екрана відповідні проекційні зображення (див.рис. 1.8).

1.3. Робота з кресленнями в середовищі системи ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS MAX

Після запуску системи приступаємо до моделювання у віртуальному просторі **3DS Max**, який містить також команди попередніх версій. За замовчуванням координатні площини евклідового тривимірного простору розташовані на екрані відповідно до рис. 1.14.

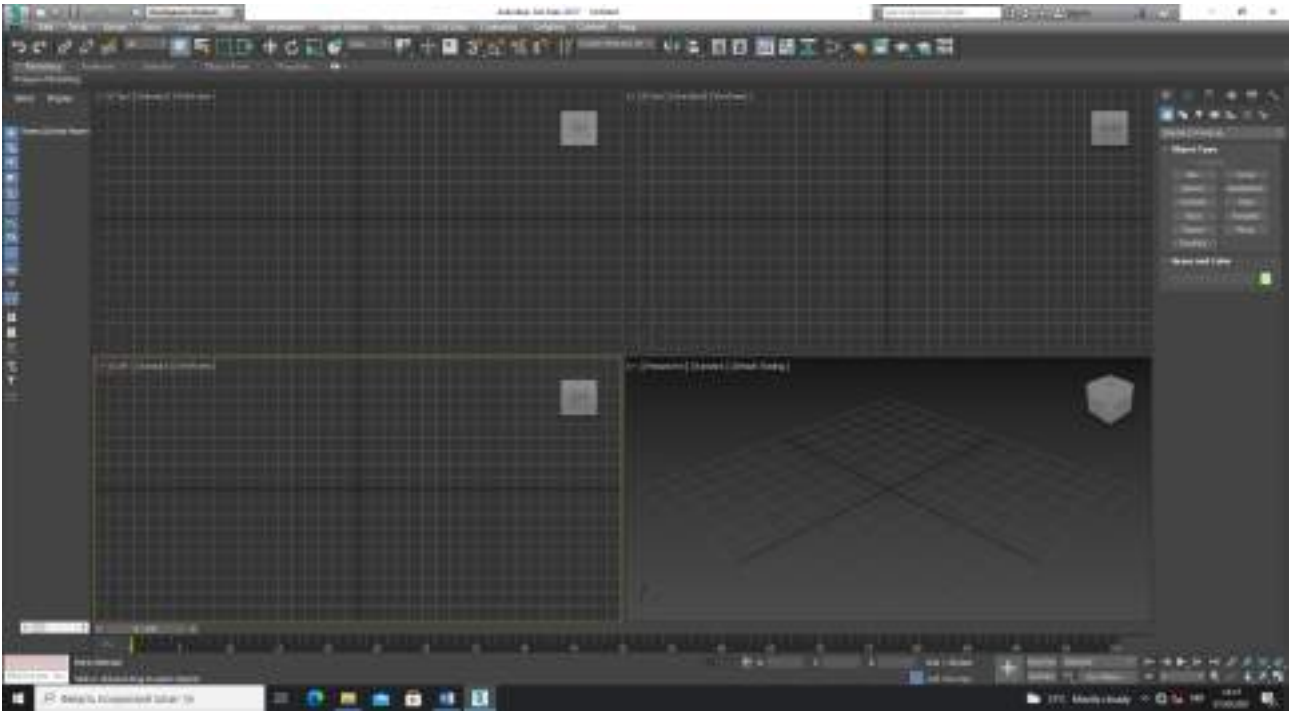


Рис.1.14. Координатні площини евклідового тривимірного простору

Горизонтальна площина проєкцій, **Top** (вигляд зверху), знаходиться вгорі зліва. Фронтальна площина проєкцій, **Front** (фронтальний вигляд або спереду), розташована поруч справа. Профільна площина проєкцій, **Left** (вигляд зліва), знаходиться внизу зліва. Площина ізометричних проєкцій, **Perspective** (перспектива), розташована поруч справа. Щоб розташування площин проєкцій відповідало їх положенню на комплексному кресленні, наприклад, замість площини проєкцій **Top** встановлюємо площину проєкцій **Front**, активуємо лкм **Top** вгорі зліва (рис. 1.15). У спадаючому меню вибираємо **Front**, призначивши площині функції фронтальної площини проєкцій **Front** (рис. 1.16).

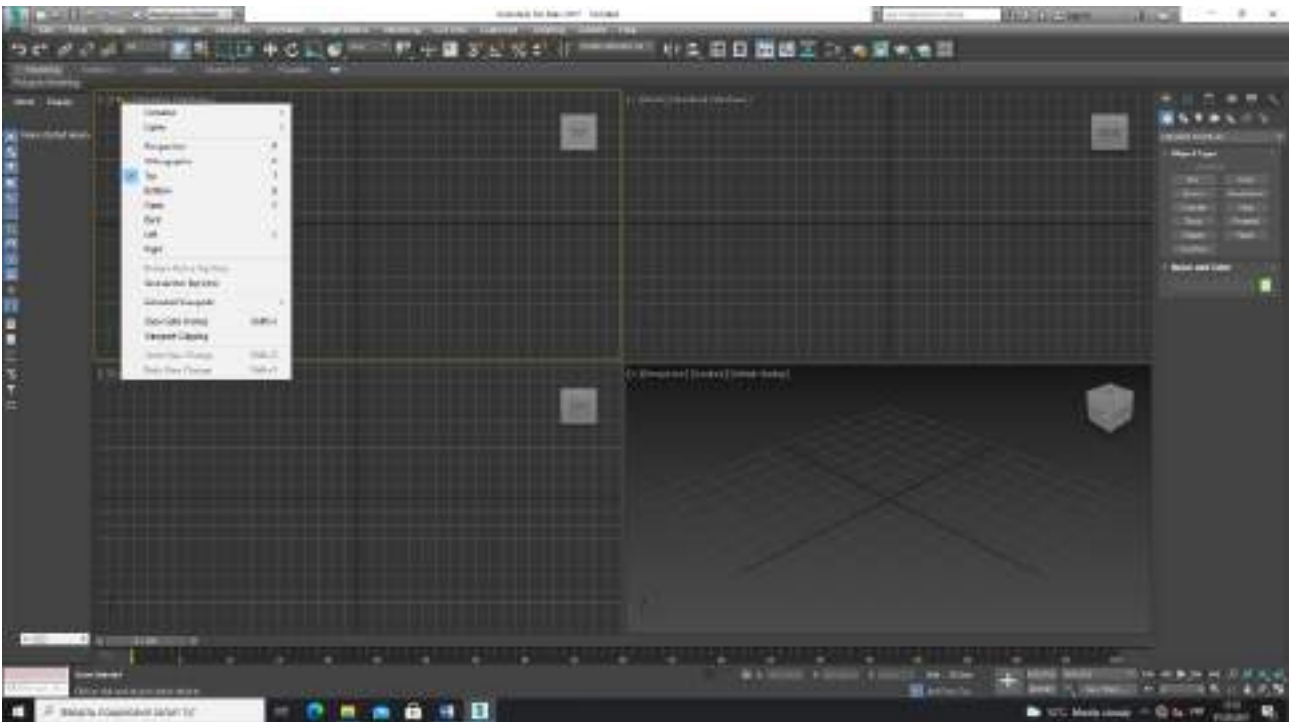


Рис.1.15. Активація опції **Top**



Рис.1.18. Робоче поле фронтальної площини проєкцій **Front**

Для повернення у початковий стан знову натискаємо на піктограму [+] вгорі зліва на полі цієї площини. У падаючому меню обираємо **Restore Viewport** або користуємося комбінацією клавіш **Alt+W** (рис. 1.19).



Рис.1.19. Робоче поле фронтальної площини проєкцій **Front**

Одержуємо на екрані комплексне креслення, яке складається з чотирьох площин проєкцій (див. рис. 1.16).

1.4. Завершення роботи з системою ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS MAX

Завершення роботи з системою **3DS Max** як і з будь-якою іншою системою фірми - виробника в середовищі **Windows*** однакове. Зокрема, завершити роботу з файлом поточного креслення можна, клацнувши

лкм на кнопці **Закрити**, яка знаходиться в правому верхньому куті рядка заголовка робочого екрану системи **3DS Max** (рис. 1.20). При відсутності потреби зберігати створене креслення, а, отже, зміни в ньому достатньо використати запрошення **Don't Save**. При потребі зберегти креслення слід обрати запрошення **Save**. У лівому куті

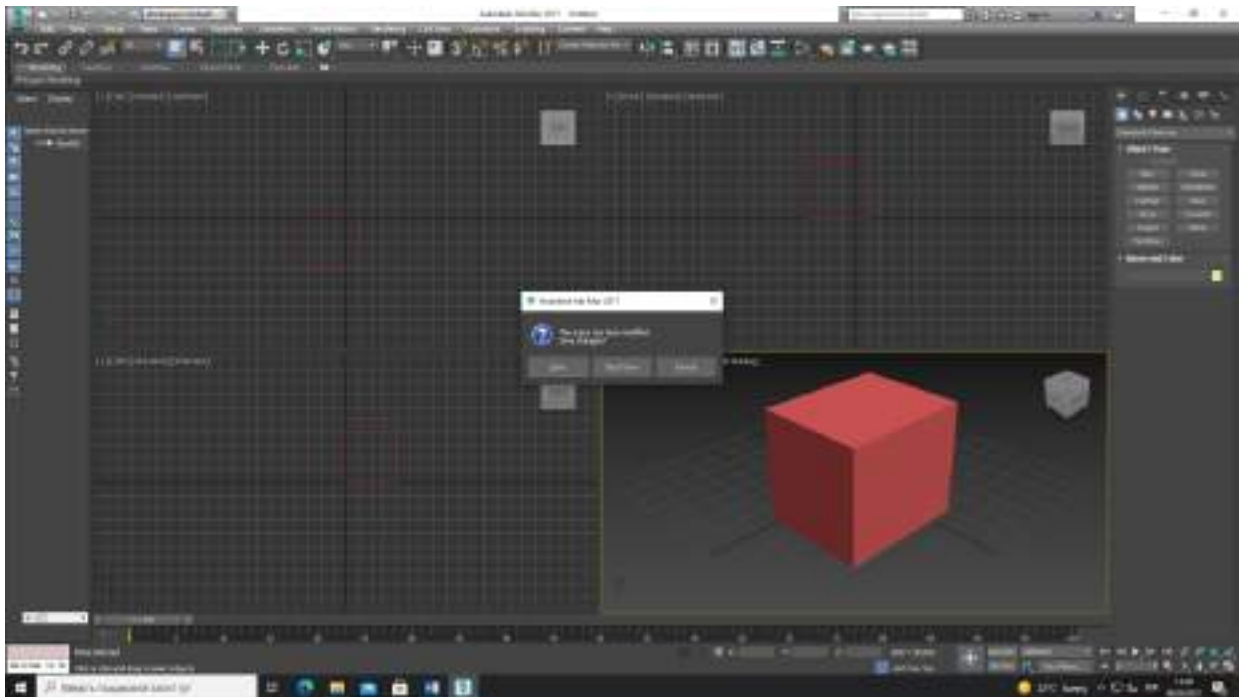


Рис.1.20. Завершення сеансу роботи

робочого простору появляється віконце (рис. 1.21), в якому надаємо ім'я створеному файлові з кресленням, наприклад, *паралелепіпед* (вікно **File name**). Вибираємо лкм опцію **Save**, за допомогою якої зберігаємо файл з кресленням у папці **scenes**.

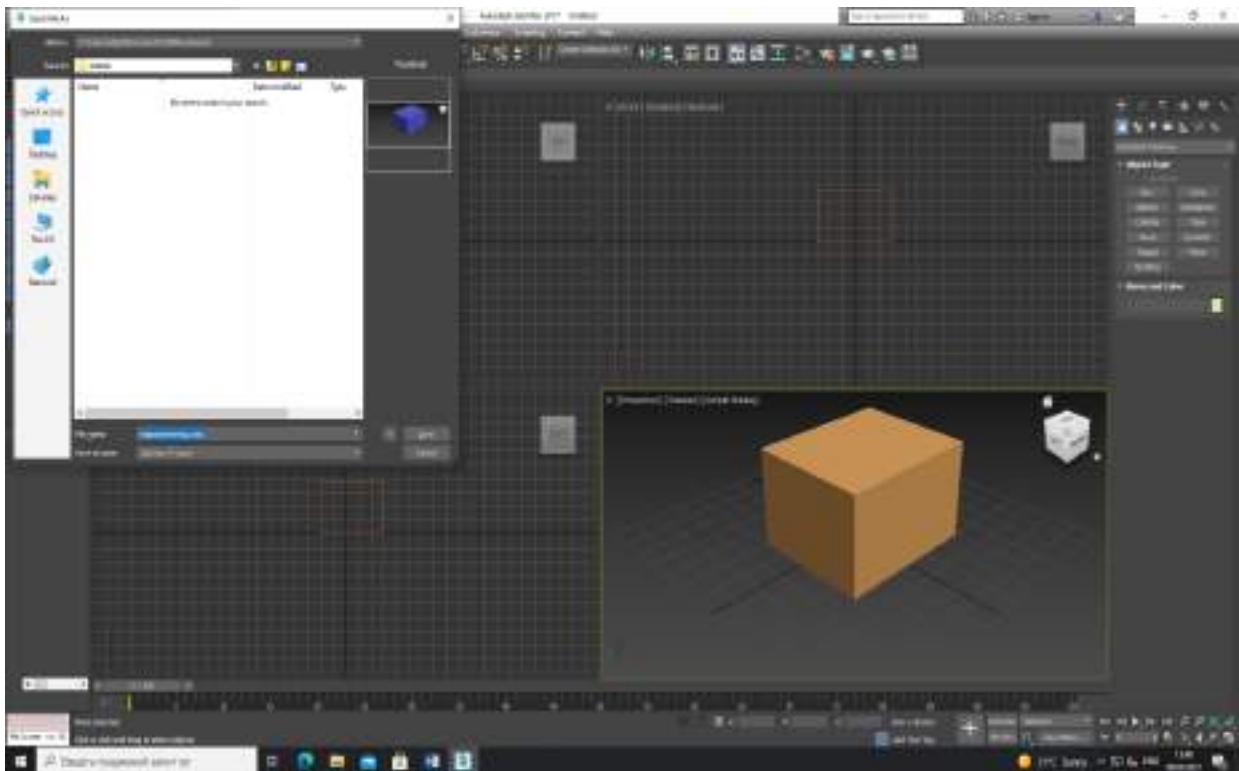


Рис.1.21. Надання імені створеному файлові з кресленням

Відновити роботу з кресленням можна, відкривши **3DS Max**. Активізуємо вгорі зліва лкм кнопку **3DS Max**. Обравши шлях **Open / Open**, знаходимо у вікні файл **паралелепіед. max** (рис. 1.22).

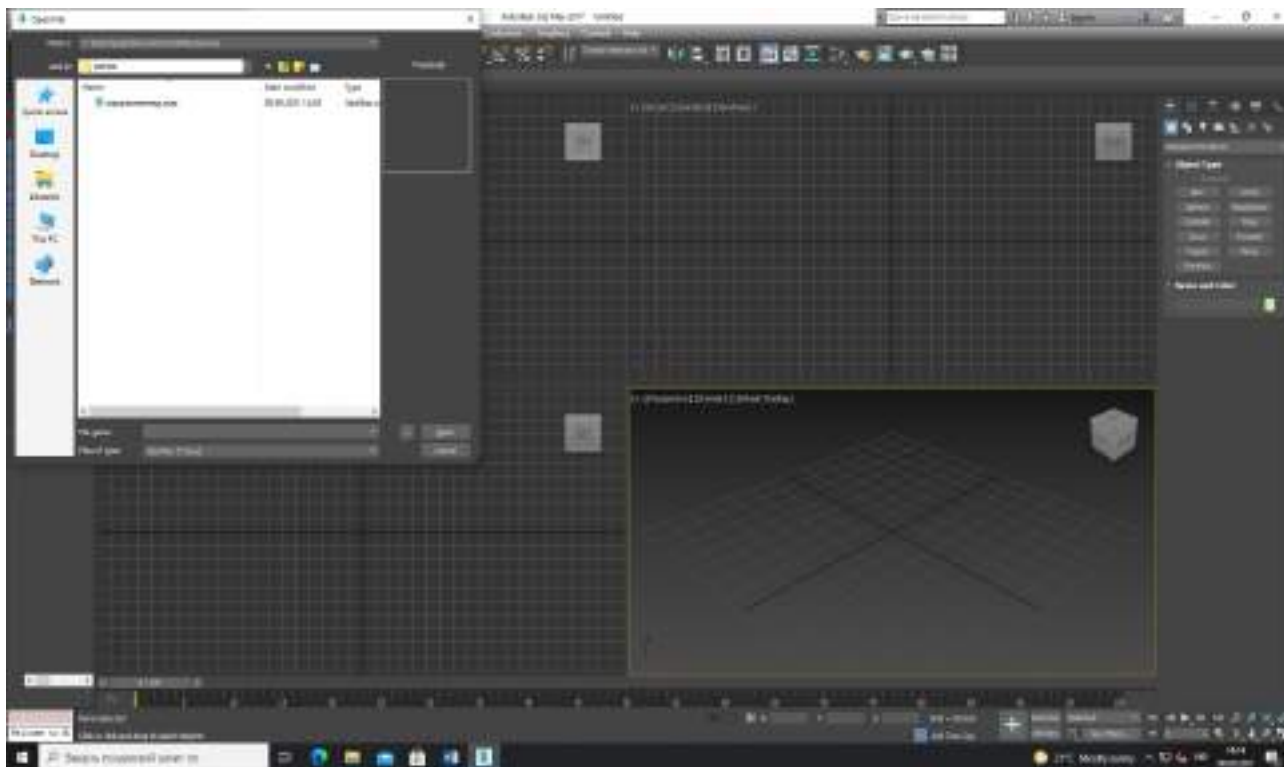


Рис.1.22. Місцезнаходження файла **паралелепіед. Max**

Відкрити його можна, клікнувши по ньому лкм. В рядку **File name** з'явилась назва потрібного файла, який відкриваємо, клікнувши лкм по віконечку **Open** (справа внизу).

1.5. Особливості та засади роботи в середовищі системи ілюстративної комп'ютерної графіки 3DS MAX

Проаналізуємо особливості та засади *початку* роботи з графічним програмним забезпеченням **3DS MAX**. Зрозуміло, що в процесі створення просторових графічних моделей важливо знати основні принципи роботи з такими моделями, а також відповідне програмне забезпечення. Залежно від поставленої мети програмне забезпечення можна розділити на різні категорії. Тому важливо знати основні засади і підходи щодо вивчення програмного забезпечення, яке максимально близько відповідає потребам графічного моделювання. Прикладом його слугуватиме **Autodesk 3DS MAX**. Коротко розглянемо його функціонал та принципи *початку роботи* у його віртуальному просторі.

Перед початком роботи у **3DS MAX** слід розуміти принципи та специфіку роботи з її інструментарієм та основні правила, відповідно до яких відбувається створення тої чи іншої просторової моделі, а також розуміти призначення кожної залученої для моделювання лінії, усвідомлювати *потребу* або відсутність потреби в ній. Відповідно до правил моделювання об'єктів існує таке поняття як топологія (структурна або топологічна сітка). Згідно з правилами топології (правилами побудови сітки об'єкту) існують два типи ліній – каркасні та підтримувальні. Каркасні лінії задають форму моделі, на основі їх розташування можна чітко визначити який об'єкт знаходиться перед нами. Підтримувальні лінії використовуються для згладження, а також підтримки існуючої форми просторової моделі. Окрім цього згідно з правилами топології полігони, які утворюються

перетином ліній, можуть складатись з трьох або чотирьох точок. Наведемо опис інструментів та функцій для початку роботи з графічним програмним забезпеченням **3DS MAX**.

Одними з основних і важливих для початку роботи інструментів трансформації об'єктів вважають наступні інструменти:

- **Select and Move** – використовується для виділення і переміщення об'єктів відносно трьох осей (xyz) та трьох площин (XY, XZ, YZ);

- **Select and Rotate** - використовується для виділення та обертання об'єктів відносно трьох осей (xyz);

- **Select And Scale** – група інструментів, що використовуються для виділення та масштабування об'єктів відносно трьох площин (XY, XZ, YZ) та трьох осей (xyz);

- **Uniform Scale**;

- **Non-uniform Scale**;

- **Select and Squash** — масштабування зі збереженням загального об'єму (тобто при взаємодії з однією з осей — інші дві змінюються протилежним чином).

Основними функціями, які доступні користувачеві за замовчуванням, вважаються наступні функції:

- **Align** – використовується для вирівнювання об'єкту чи групи об'єктів відносно іншого об'єкту;

- **Mirror** — використовується для віддзеркалення об'єкту або групи об'єктів відносно осей (xyz) або площин (XY, YZ, XZ).

Функція вирівнювання **Align** має наступні наведені на рис. 1.23 налаштування, де колонка **Current object** – це об'єкт (або група об'єктів) який вирівнюємо, а **Target Object** — відносно якого вирівнюємо. **Minimum** – це мінімальна точка об'єкту, **Maximum** – максимальна, **Center** – це центр об'єкту, а **Pivot Point** – точка, навколо якої обертається об'єкт. Окрім цього існує можливість вибирати відносно яких осей буде здійснюватись вирівнювання.



Рис.1.23. Налаштування з панелі функції **Align**

Для створення ліній існують окремі об'єкти ліній, які можна знайти в меню **Create => Shapes** (рис.1.24). Для створення лінії обраємо тип лінії після чого ставимо точку натиском **лівої кнопки миші** на одній з проєкцій, після чого повторним натисканням цієї клавіші додаємо точки, а натисканнями **правої кнопки миші** закінчуємо лінію (рис.1.25).

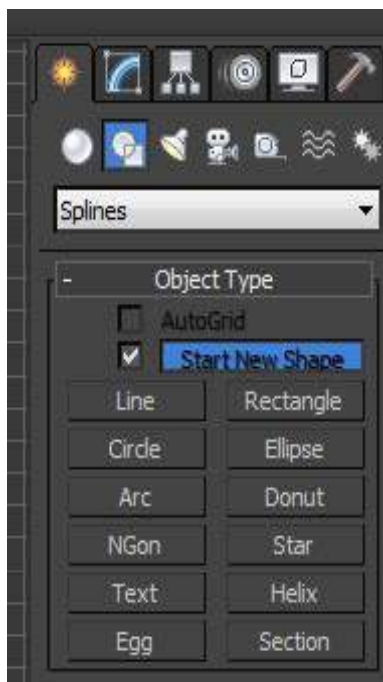


Рис.1.24. Типи ліній, які можна знайти в меню **Create => Shapes**

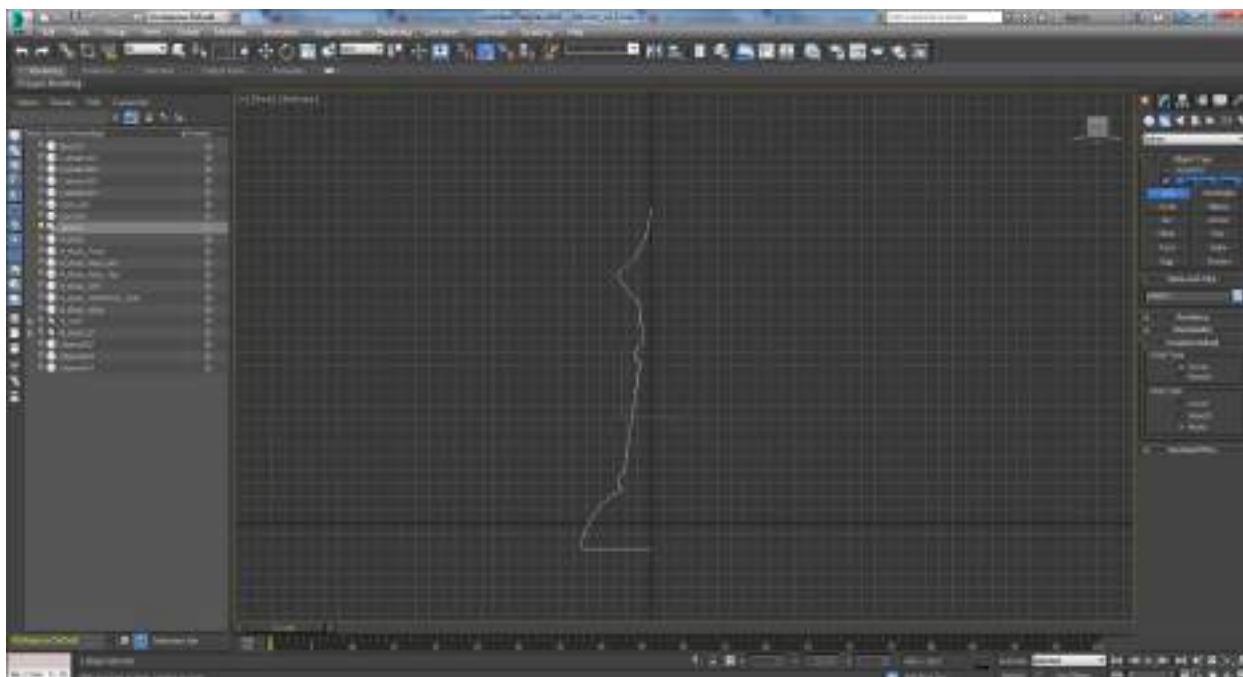


Рис.1.25. Приклад створення лінії за допомогою інструменту **Line**

Окрім цього, використовуючи модифікатор **Lathe**, можемо закрутити нашу лінію навколо осі, таким чином створивши об'ємну фігуру (рис.1.26).

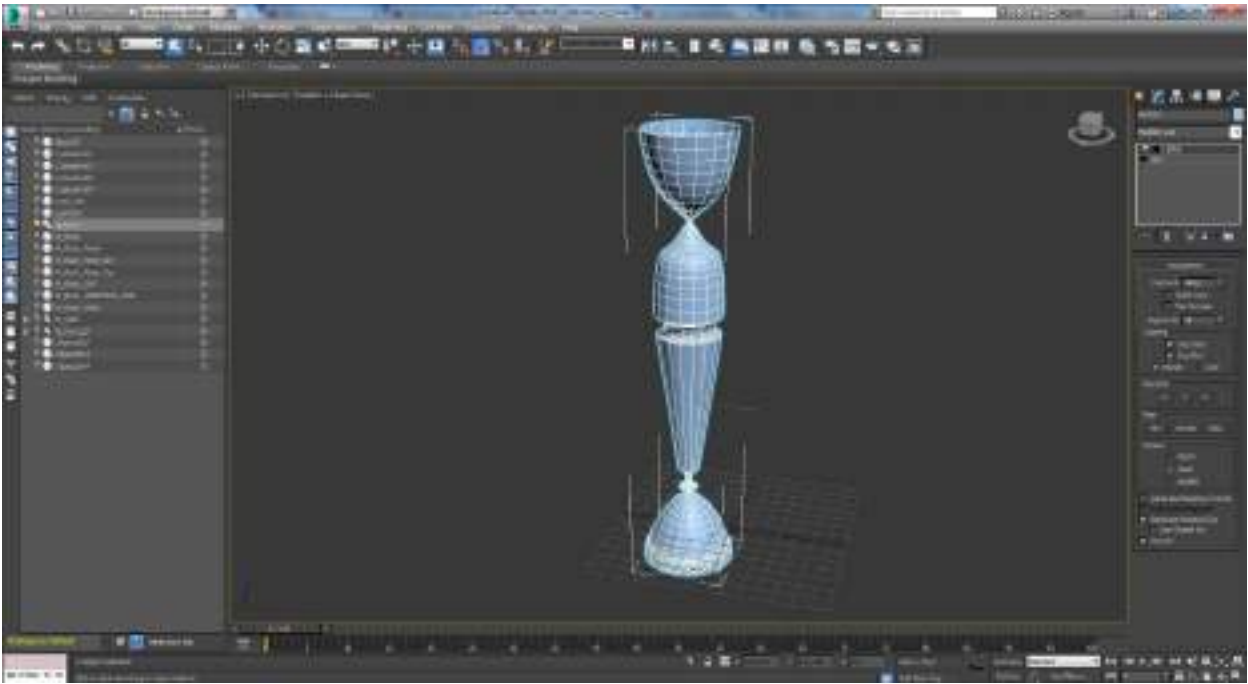


Рис.1.26. Приклад перетворення лінії в об'ємну фігуру відносно центральної точки

Для редагування зовнішнього вигляду такої моделі використовують налаштування центру повороту відносно мінімальної, максимальної або центральної точки. Наведемо приклади зовнішнього вигляду залежно від цих налаштувань (рис.1.26...1.28).

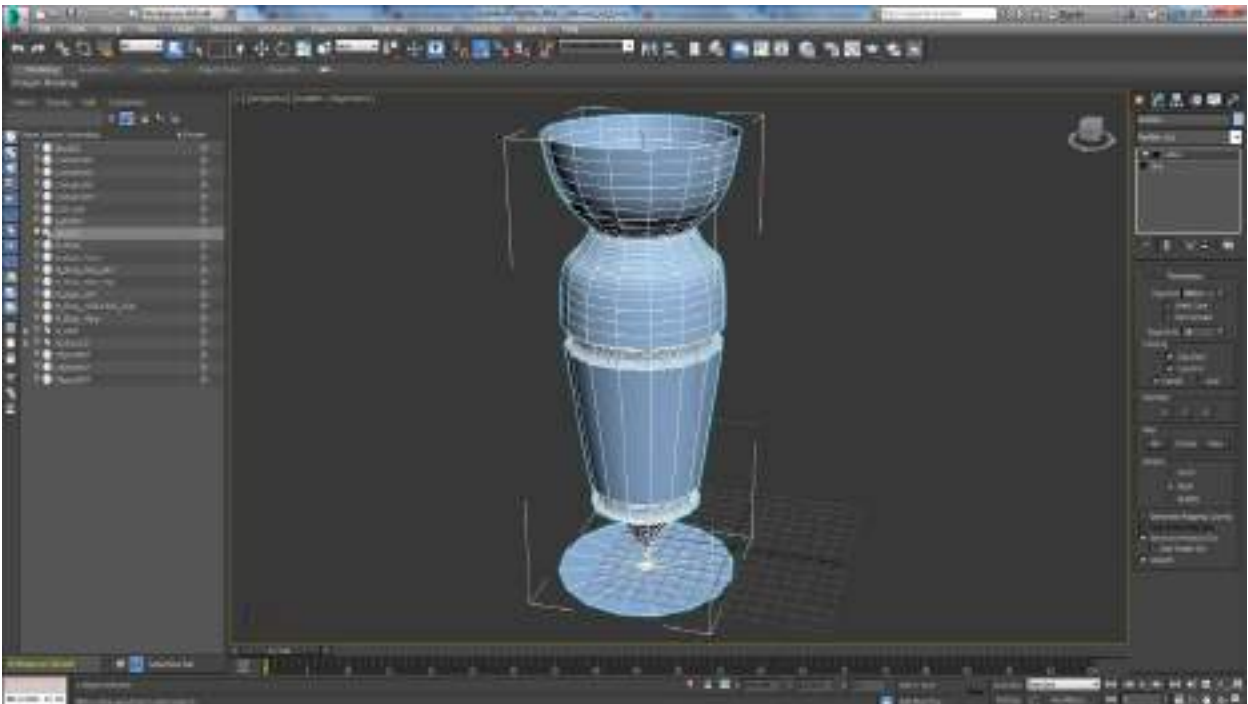


Рис.1.27.Зовнішній вигляд моделі відносно мінімальної точки

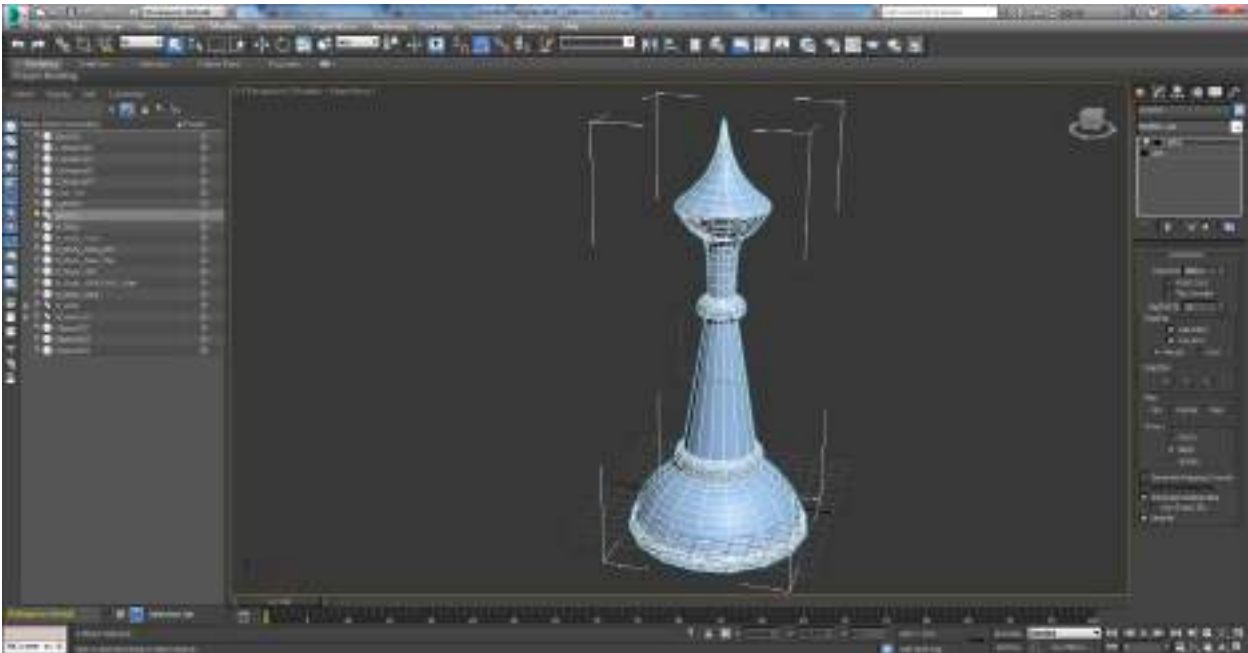


Рис.1.28. Зовнішній вигляд моделі відносно максимальної точки

Використовуючи лінії, можемо створити фігури різної форми із залученням різних модифікаторів та налаштувань цих ліній. Наприклад, моделювання шахових фігур за допомогою модифікатора **Lathe** є достатньо швидким процесом, але водночас створення такої фігури як “кінь” за допомогою ліній не є можливим у зв'язку з більшою відносно інших моделей складністю виконання, а також неможливістю застосування ліній для створення детальної форми голови, не витративши для цього занадто багато часу та перевантаживши систему числом точок. Для виконання такої задачі використовується режим редагування полігонів.

Полігон — це площина на об'єкті, обмежена трьома або не більше чотирма точками (якщо точок більше чотирьох — це вважається грубою помилкою і потребує негайного виправлення). Для роботи з полігонами може використовуватись будь-який об'єкт, для цього достатньо натиснути на ньому правою кнопкою миші. У списку, що з'явиться, обрати **Conver To** і натиснути на **Convert to Editable Poly** (рис.1.29). З цього моменту ми можемо редагувати точки, лінії та полігони нашого об'єкту, а також додавати нові, використовуючи увесь функціонал, який доступний після активації цього режиму (рис.1.30).

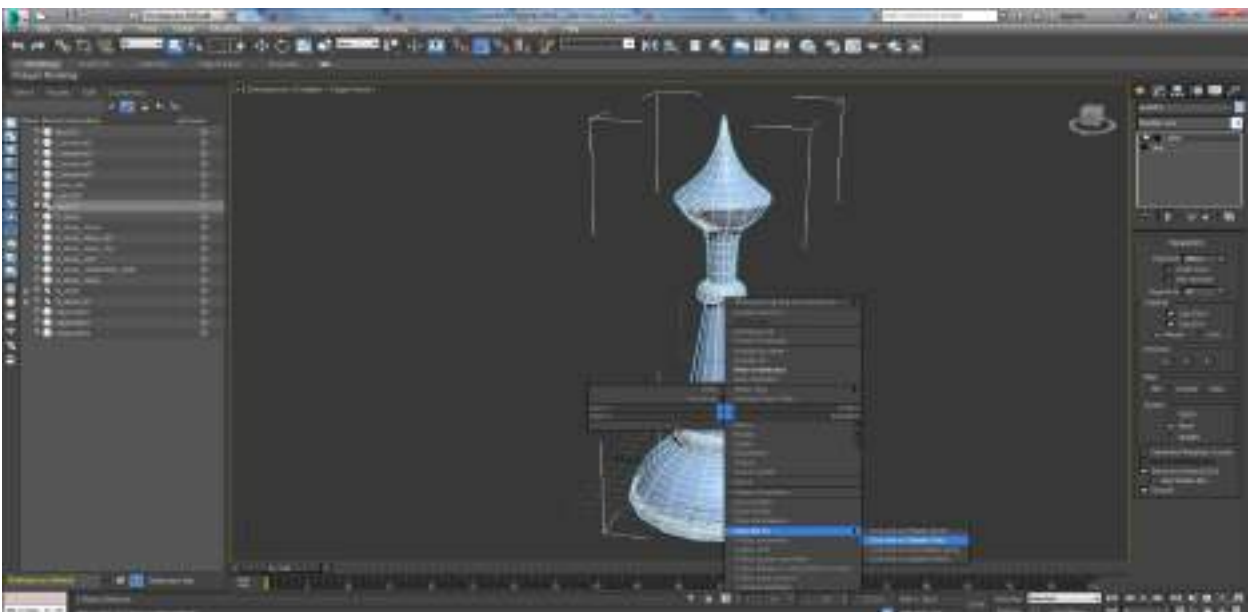


Рис.1.29. Активація режиму редагування полігонів **Editable Poly** для попередньо створеної моделі

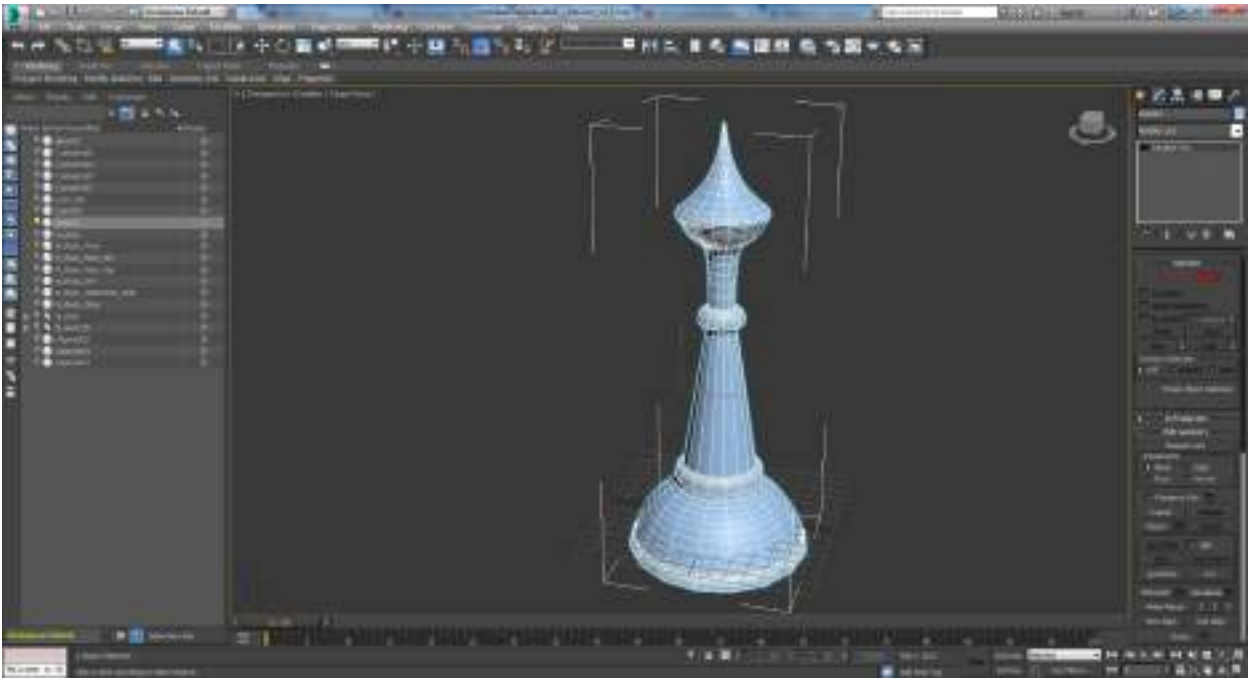


Рис.1.30. Активоване меню редагування полігонів режиму **Editable Poly**

У цьому режимі присутні кілька основних функцій для роботи з об'єктами. Наведемо приклади кількох з них:

Connect – з'єднує лінії або дві точки лінією.

Merge - з'єднує кілька точок в одну в залежності від радіусу взаємодії.

Collapse - з'єднує кілька точок в одну незалежно від їх відстані одне від одної.

Extrude – створює новий полігон «втягуючи» його на певну довжину від попередньо виділеного.

Inset – створює полігон в полігоні.

Bevel – створює новий полігон, «втягуючи» його на певну довжину від попередньо виділеного, а також надає можливість задати йому ширину.

1.6. Практичне завдання

Крок 1. Відкриваємо **3DS Max**. Якщо при запуску системи з'являється питання, яку вибрати версію (**Classic** чи **Design**), то потрібно обирати **Classic**. Якщо питання відсутнє, то за замовчуванням буде завантажена класична версія програми. Усі решта вікон, які відкриваються поверх **3DS Max**, читаємо, і якщо на екрані з'являються питання, даємо відповідь, якщо немає питань, а тільки інформація – закриваємо зайве вікно.

Крок 2. Переходимо до панелі **Create** з правого боку екрану (рис.1.31), з кнопкою **Create** вгорі зліва.

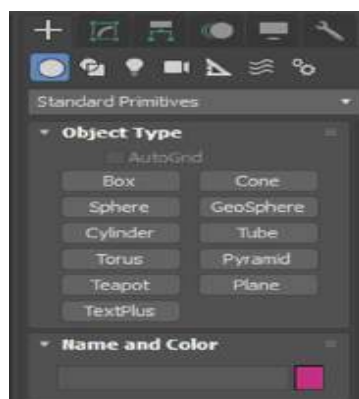


Рис.1.31. Панель **Create** (Створити)

Крок 3. Створюємо об'єкт **Box**. Для цього в **Create** (див. рис.1.31) обираємо відповідний об'єкт, у вікні **Perspective** (Перспектива – зображення об'єкту в просторі) затискаємо ліву кнопку миші і, не відпускаючи кнопку, переміщуємо мишку, щоб вибрати зручний розмір і побудувати нижню площину паралелепіпеда.

Коли потрібний розмір обрано, відпускаємо ліву кнопку миші і переміщенням мишки починаємо задавати йому висоту. Щоб закінчити створення, клікаємо ще раз лівою кнопкою миші у тому місці, в якому буде найвища точка об'єкту. Результат виглядатиме приблизно наступним чином, як це показано на рис. 1.32.

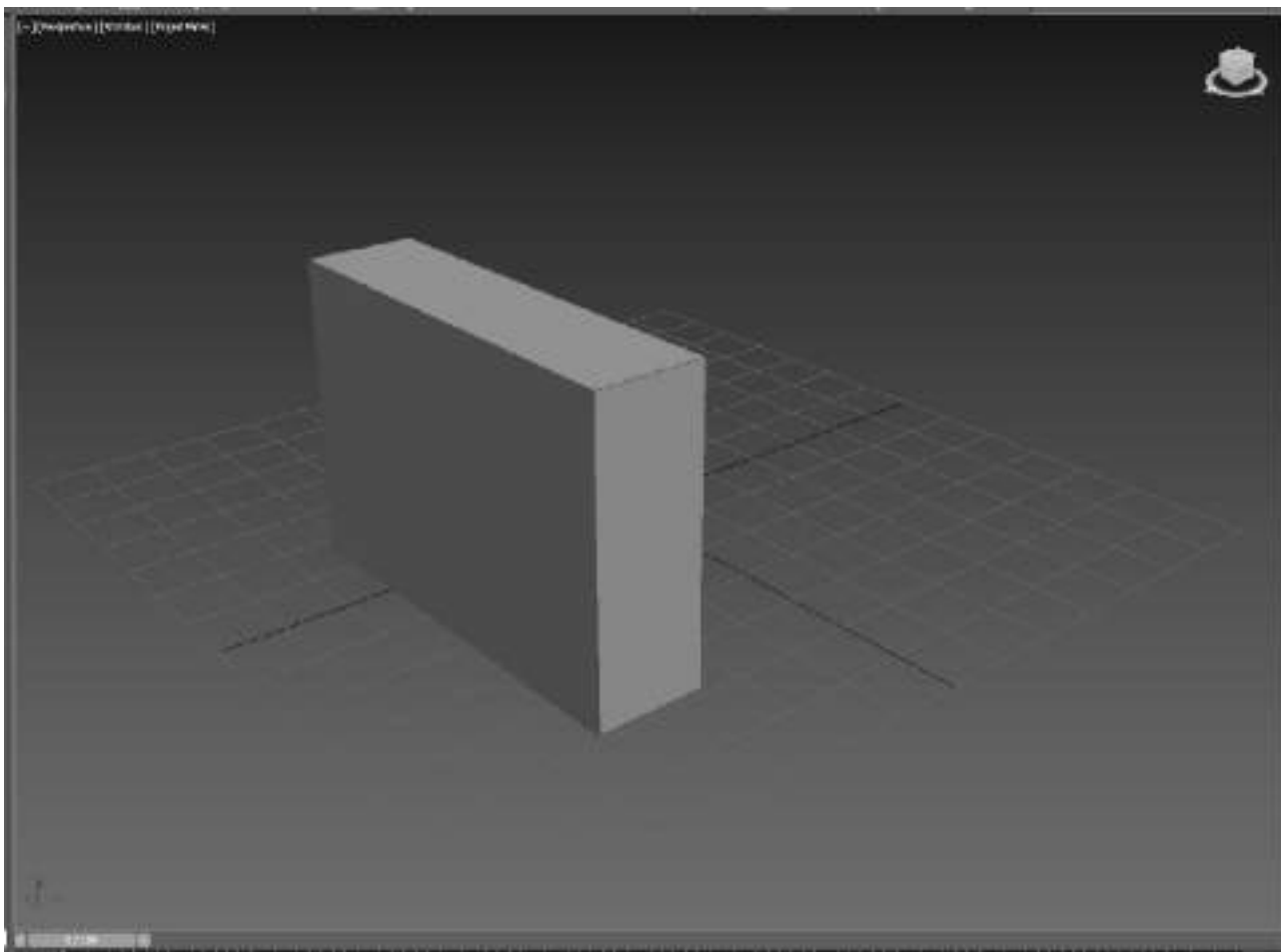


Рис.1.32. Результат створення об'єкта **Box**

Крок 4. Натискаємо клавішу **F4**. Ця клавіша дозволяє побачити або приховати сітку, з якої складається об'єкт.

Крок 5. По черзі схожим методом, як був створений об'єкт **Box**, будуємо решту об'єктів з панелі **Create** (**Cone**, **Sphere**, **GeoSphere**, **Cylinder**, **Tube**, **Torus**, **Pyramid**, **Teapot**, **Plane**). Під час їх створення, не знімаючи виділення, змінюємо їх налаштування у підменю панелі **Create**, яке з'явиться трохи нижче, і спостерігаємо за змінами. Якщо виділення було знято, то налаштування об'єкту можна знайти на панелі **Modify** (рис. 1.33), яка є другою після **Create**. Наприклад, шлях для об'єкту **Box**: кнопка **Modify-Length, Width, Height** ... показує розміри і число ліній каркасу моделі об'єкта.

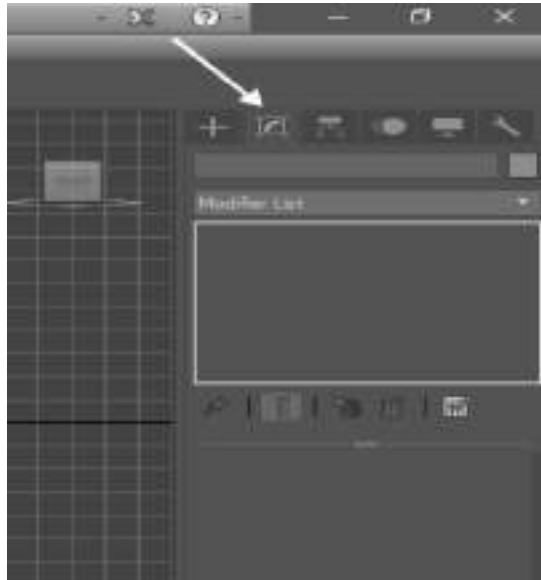


Рис.1.33. Місцезнаходження панелі **Modify**

Крок 6. Описуємо, які ще об'єкти можна створити за допомогою цих кнопок. Окрім цього звертаємо увагу на об'єкти **Sphere** та **GeoSphere**, аналізуємо відмінності між ними.

ВАЖЛИВО!

1. Призму чи піраміду можна створити відповідно з циліндра чи конуса, задавши число сторін основи.
2. Видалити один з об'єктів можна клавішею **Delete**, попередньо виділивши його.
3. Вийти з режиму викреслювання можна клавішею **Esc**.
4. Поворот фігури: клікаємо по ній лівою клавішею миші і з меню, що з'явилося, обираємо команду **Rotate**. *Вийти з режиму можна, клікнувши мишкою по вільному полі креслення.*

Заняття та завдання для самоперевірки

1. Порівняти особливості графічних редакторів **Autocad** і **3DS Max** фірми **Autodesk**.
2. Вказати основні особливості **3DS Max**.
3. Провести аналіз робочого простору **3DS MAX**.
4. Яка послідовність налаштування площин проєкцій в **3DS MAX**?
5. Який спосіб аксонометричного проєкціювання реалізований в **3DS MAX**?
6. Завершити роботу з системою без збереження створеного креслення.
7. Вказати основні інструменти та функції для початку роботи в **3DS MAX**.

РОЗДІЛ 2 ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО ЗД МОДЕЛЮВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ 3DS MAX

2.1. Основи тривимірної графіки у середовищі 3DS Max

2.1.1. Відмінності між 2d і 3d моделюванням

Будь-який об'єкт не залежно від розмірів, форми чи відношеннями між об'єктами характеризується певними базовими значеннями розміру, наприклад, для плоского об'єкту основними параметрами будуть вважатися його ширина та довжина. Геометрично ці параметри позначаються через осі **X** (абсциса) та **Y** (ордината). Тривимірний евклідовий простір містить додатково ще одну характеристику, а саме – висоту об'єкту, яка називається віссю **Z** (апліката). Схематично вісі зображають наступним чином (рис.2.1).

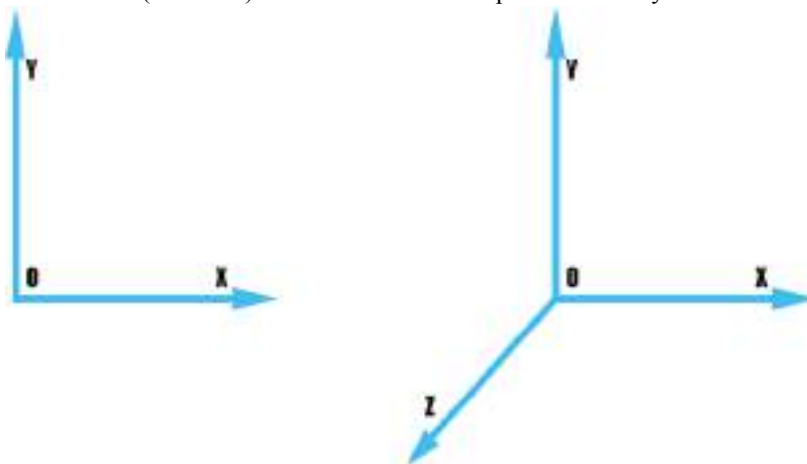


Рис.2.1. Геометричне зображення осей координат

Кожна з осей відповідає за свій конкретний напрямок, а разом вони формують площини **XY**, **XZ** та **ZY**. Ігноруючи загально-геометричні правила, **3DS Max** вважається однією з графічних програм, у якій порядок осей змінено (рис. 2.2), хоч це і не створює жодного дискомфорту для користувачів.

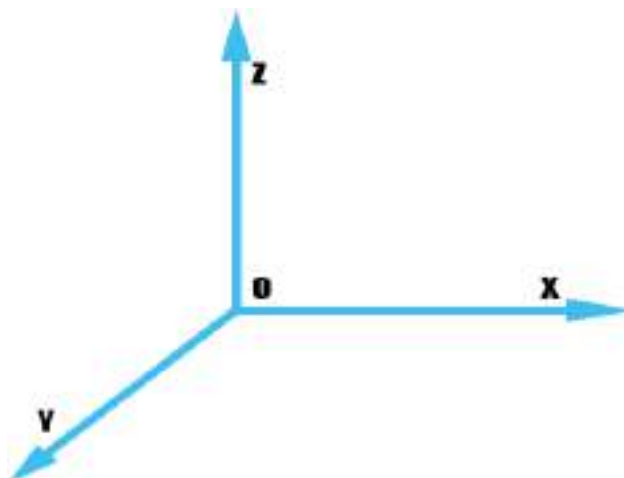


Рис.2.2. Видозмінений порядок осей у 3DS Max

2.1.2. Пункти меню та інтерфейс

Робота з файлами

Усі файли, створені в **3DS Max**, зберігаються і завантажуються з розширенням **.max**. Вибравши команду **File -> Save** (Файл -> Зберегти) або **File -> Open** (Файл -> Відкрити) (рис.2.3), можна використовувати одне із стандартних вікон операційної системи **Windows: Open File** (Відкриття файлу) або **Save File** (Збереження файлу) для відкриття або збереження файлів. Працюючи в **3DS Max**, можна приєднувати файли (**merge**), замінювати їх (**replace**) і виробляти імпорт файлів (**import**). Функція **Save** знадобиться нам під час цього курсу при роботі над лабораторними роботами. Життєво необхідно час від часу зберігати свою роботу, щоб не втратити вже виконані частини роботи. Меню **File** відкривається натисканням на логотип встановленої версії **3DS Max**.



Рис.2.3. Меню **File** та його наповнення

Робота з вікнами проекцій

Вікна проекцій є одним з основних елементів інтерфейсу **3DS Max**. З їх допомогою можна розглядати сцену під різними ракурсами. За замовчуванням **3DS Max** має чотири вікна проекцій (рис. 2.4, пункт 1): **Top** (вид зверху), **Left** (вигляд зліва), **Front** (вигляд спереду), **Perspective** (перспектива), однак загальна кількість вікон проекцій більша. До них також віднесемо проекції **Back** (вигляд ззаду), **Bottom** (вигляд знизу), **Right** (вигляд справа), **Orthographic** (ортогональна проекція). Для зміни площини проекції у одному з чотирьох вікон застосовуємо відповідну кнопку у лівому верхньому кутку кожного вікна або за допомогою відповідної гарячої клавіші. При цьому деякі проекції не мають прив'язки до клавіш, тобто для їх виклику необхідно скористатись меню, яке відповідає за вікна проекцій. Розглянемо елементи інтерфейсу **3DS Max** (рис. 2.4).

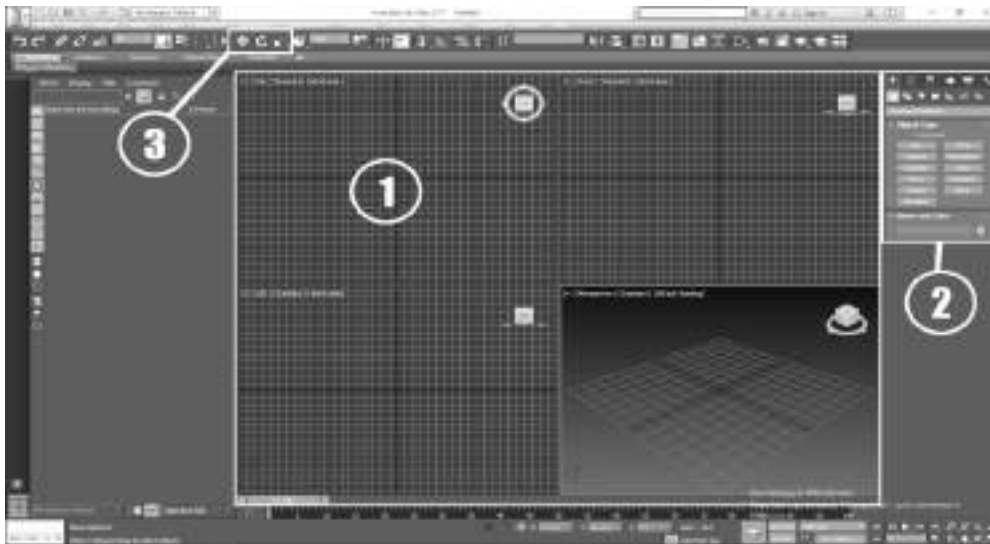


Рис.2.4. Елементи інтерфейсу 3DS Max:

- 1). Вікна проєкцій.
- 2). Основні командні панелі.
- 3). Інструменти переміщення, повороту та масштабування.

2.1.3. Доступ до команд

3DS Max надає кілька базових способів вибору команд, реалізованих в його інтерфейсі. Можна отримати доступ до команд за допомогою різних засобів. Існує шість основних командних панелей (рис.2.4, п.2):

- **Create** (Створити; позначається піктограмою у вигляді плюсіка або зірочки залежно від версії програми);
- **Modify** (Змінити) ;
- **Hierarchy** (Ієрархія);
- **Motion** (Рух);
- **Display** (Дисплей);
- **Utility** (Сервіс).

Кожна з цих панелей має власний набір команд і функціональних можливостей. Для перемикання між командними панелями слід клацнути на корінці потрібної панелі. Наприклад, на рис.2.5 представлено компонування командної панелі **Create** (Створити). Уздовж верхнього краю, в другому рядку, (під кнопками панелей) командної панелі **Create** (Створити) розташовуються сім кнопок, нижче яких знаходиться список, що розкривається. Сім кнопок представляють різні категорії об'єктів 3DS Max, які можна створювати за допомогою командної панелі **Create** (Створити):

- **Geometry** (Геометрія) - значок у формі кружечка;
- **Shapes** (Форми) - значок у формі кружечка і квадрата, що перетинаються;
- **Lights** (Джерела світла) - значок у формі лампочки;
- **Cameras** (Камери) - значок у формі камери;
- **Helpers** (Допоміжні об'єкти) - значок у формі лінійки;
- **SpaceWarps** (Об'ємні деформації) - значок у формі хвильки;
- **Systems** (Системи) - значок у формі шестерені.

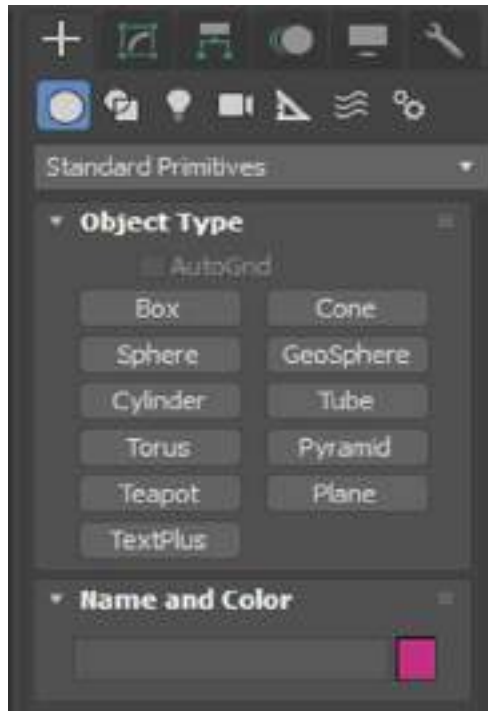


Рис.2.5. Компонування командної панелі **Create** (Створити)

Після кліку на певній кнопці, наприклад **Geometry**, в списку, що розкривається під рядом кнопок, з'являється перелік різновидів об'єктів обраної категорії. Елементи управління командної панелі ієрархічно впорядковані, що дозволяє швидко і просто знайти потрібну команду. Після того як буде обрано різновид об'єктів, наприклад **Standard Primitives** (Стандартні примітиви) з категорії **Geometry** у підпункті **Object Type** (Тип об'єкта) командній панелі, з'явиться набір кнопок, що дозволяють створювати об'єкти-примітиви різного типу. Наприклад, клацання на кнопці **Box** (Паралелепіпед) викликає появу трьох підпунктів, два з яких розгорнуті за замовчуванням (рис.2.6).



Рис.2.6. Панель створення геометричних примітивів

Підпункт **Keyboard Entry** (Клавіатурне введення) спочатку згорнутий, на що вказує знак «плюс» в лівій частині рядка заголовка. Клацання на рядку заголовка змушує його розгорнутися. У ряді випадків підпункт після розгортання не поміщається в межах екрану і йде за нижній край командної панелі. У цьому випадку

частину панелі можна прокручувати вгору або вниз, клацнувши на будь-якій ділянці поза межами текстових полів і перетягуючи його за допомогою лівої клавіші миші.

2.1.4. Кнопки управління вікнами проекцій

Кнопки управління вікнами паралельних проекцій типу **Top** (Вид зверху) або **Front** (Вигляд спереду), склад яких позначений на рис.2.7, служать для маніпулювання зображенням в цих вікнах. Деякі кнопки цієї групи після клацання фіксуються в натиснутому лівою клавішею миші положенні і підсвічуються зеленим кольором. Якщо після цього перевести курсор до одного з вікон проекцій, він набуде вигляду значка, зображеного на кнопці, вказуючи на готовність до виконання відповідної операції.



Рис.2.7. Кнопки управління вікнами проекцій

Якщо активне НЕ вікно (активним вважається вікно проекції, яке обведено жовтим або іншим кольором) центральної проекції **Perspective** (Перспектива), то кнопка **Field of View** (Поле зору) замінюється на кнопку **Region Zoom** (Масштаб області). Збільшення і зменшення масштабу всього зображення, яке можна переглядати у одному вікні проекції, величезний. Якщо потрібно змінити масштаб тільки в окремому вікні, то слід клацнути на кнопці **Zoom** (Масштаб) в групі кнопок управління вікнами проекції в правій нижній частині вікна **3DS Max**. Потім слід клацнути кнопкою миші і, утримуючи її, перемістити курсор вгору для збільшення масштабу або вниз для його зменшення. Якщо при переміщенні мишею курсор досягає верхнього краю екрану, він автоматично переноситься до його нижнього краю. Це дозволяє продовжувати безперервно перетягувати курсор вгору для подальшого збільшення масштабу. Або достатньо прокрутити колесико миші для збільшення чи зменшення масштабу.

Розгортання вікна проекції на повний екран

Якщо в складі робочого простору багато дрібних деталей, то для зручності редагування іноді має сенс розгорнути вікно проекції на повний екран. Це робиться клацанням по кнопці **Min/maxToggle** (Розгорнути/Відновити) або за допомогою комбінації клавіш **Alt+W**. Коли буде потрібно повернутися до

вихідного компонування вікон проєкцій, необхідно знову натиснути на цій кнопці або використати вказану комбінацію клавіш.

2.1.5. Інструменти переміщення, повороту та масштабування

У функціоналі **3DS Max** є великий перелік інструментів, розглянемо частину з них. Основні інструменти розглянемо одразу ж. Існує три основних інструменти (рис. 2.8):

- 1) **Select and Move** (Переміщення) – гаряча клавіша “**W**”;
- 2) **Select and Rotate** (Поворот)– гаряча клавіша “**E**”;
- 3) Блок інструментів для масштабування– гаряча клавіша “**R**”:
 - **Uniform scale**;-
 - **Non-uniform scale**;-
 - **Select and Squash**-.

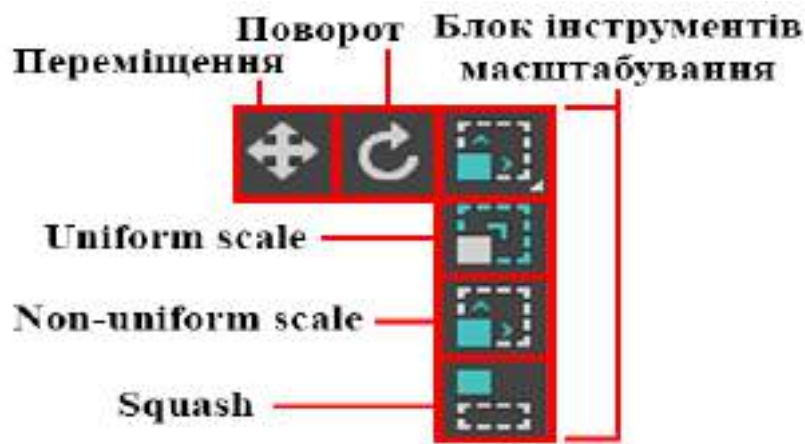


Рис.2.8. Інструменти переміщення, повороту та масштабування

Для переміщення об'єктів відповідним інструментом виділяємо потрібний об'єкт та використовуємо одну з трьох осей або змінюємо координати в панелі знизу (рис.2.8). Для повертання об'єктів існує подібний механізм роботи.

Для масштабування об'єктів передбачено три інструменти. **Uniform Scale** та **Non-uniform Scale** не мають значних відмінностей для користувача, що не скажеш про **Select and Squash**: він масштабує об'єкти зі збереженням загального об'єму: тобто при зменшенні ширини збільшується висота і довжина і т. д. Між інструментами масштабування перемикаємось клавішею “**R**” (англійська).

Для вирівнювання використовується інструмент **Align** (вирівнювання), який розташований на головній панелі інструментів і містить прикріплену панель з інструментами вирівнювання. Щоб вирівняти об'єкт (групу об'єктів) відносно іншого об'єкта, слід виконати такі дії:

1. Вибираємо об'єкт (групу об'єктів), який планується рівняти.
2. Натискаємо кнопку **Align** (Вирівнювання) на головній панелі (рис.2. 9). Можна також вибрати відповідну команду в меню **Tools** (Інструменти) або натиснути комбінацію клавіш **Alt + A**.



Рис.2.9. Кнопка **Align**, яка відповідає за інструмент вирівнювання

- 3.Вибираємо об'єкт, по якому буде проводитися вирівнювання (**Target Object**).

4. У діалоговому вікні **Align Selection** (Вибір вирівнювання) вказуємо осі вирівнювання і точки вирівнювання в групі параметрів **Align Position** (Позиція вирівнювання). Варіанти **Minimum** (Мінімальна) і **Maximum** (максимальний) відповідають різним краям габаритного контейнера (рис. 2.10).

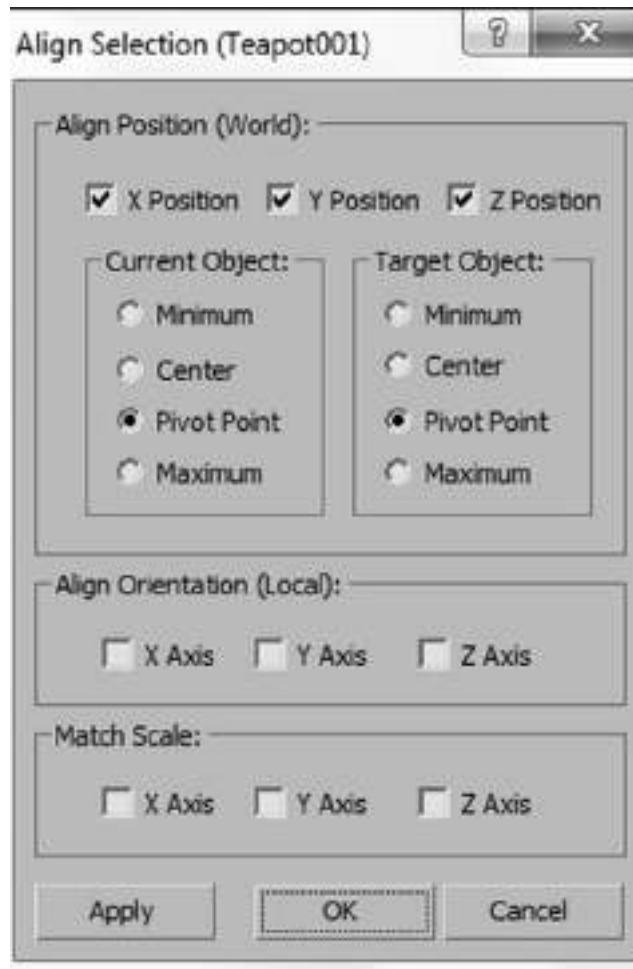


Рис.2.10. Діалогове вікно **Align Selection**

5. Вказуємо параметри орієнтації та масштабування.

6. Натискаємо кнопку **Apply** (Застосувати) для застосування параметрів вирівнювання або **OK** для застосування параметрів і закриття вікна - об'єкт (група об'єктів) буде вирівняний по даному об'єкту.

2.2. Використання технології створення тіл обертання на основі сплайнів

2.2.1. Типи вершин сплайнів

Сплайни (**Spline** - кусочно-поліноміальна функція) - це двовимірні геометричні об'єкти, які абсолютно самостійні і можуть служити основою для побудови більш складних тривимірних тіл. Зовні сплайни є різноманітними лініями, а форма лінії визначається типом вершин, через які вона проходить. Сплайнами можуть бути як найпростіші геометричні фігури: прямокутники, зірки, еліпси і ін., так і складні ламані або криві, а також контури текстових символів.

Сплайни складаються з сегментів і вершин, що представляють собою підоб'єкти кривих цього типу. Сегмент (**segment**) - це ділянка лінії сплайна між двома сусідніми вершинами. Криволінійні сегменти подаються набором прямолінійних відрізків (часто непомітних для ока), число яких задається при створенні сплайна. Вершини (**vertex**) сплайна розрізняються за типом і визначають ступінь кривизни сегментів сплайна, прилеглих до цих вершин.

Перша вершина, що позначає початок сплайна, в момент створення подається квадратиком білого кольору. В **3DS Max** підтримуються чотири типи вершин сплайнів як показано на рис. 2.11 на прикладі сплайна-лінії:

- **Corner** (зі зломом) - вершина, в якій сплайн зазнає злам. Ділянки сегментів поблизу такої вершини не мають кривизни.
- **Smooth** (згладжена) - вершина, через яку крива сплайна проводиться з плавним вигином, без зламу, маючи однакову кривизну сегментів при вході в вершину і виході з неї.
- **Bezier** (Безьє) - вершина, подібна до згладженої, але дозволяє управляти кривизною сегментів сплайна при вході в вершину і при виході з неї. Для цього вершина забезпечується дотичними векторами з маркерами у вигляді квадратиків зеленого кольору на кінцях. У вершин типу **Bezier** (Безьє) дотичні вектори завжди лежать на одній прямій, а видалення маркерів від вершини, якій належать вектори, можна змінювати. Переміщення одного з маркерів вершини Безьє завжди викликає центральньо-симетричне переміщення другого. Переміщаючи маркери дотичних векторів навколо вершини, можна змінювати напрямок, під яким сегменти сплайна входять в вершину і виходять з неї.
- **Bezier Corner** (Безьє зі зломом) - вершина, яка, як і вершина типу **Bezier** (Безьє), забезпечена дотичними векторами. Однак у вершин **Bezier Corner** (Безьє зі зломом) дотичні вектори не пов'язані один з одним, і маркери можна переміщати незалежно.



Рис.2.11. Типи вершин сплайнів

2.2.2. Креслення сплайнів типу Line

Команда **Line** викликається кнопкою **Line** в командній панелі **Create**, у підпункті **Shapes** і дозволяє створювати лінії практично будь-якої необхідної форми. При виконанні команди мишею фіксуються місця розташування вершин і налаштовується їх кривизна. Отриманий сплайн можна замкнути. У розділі

Interpolation сувою **General** встановлюється режим оптимізації числа кроків, на які розбиваються сегменти між вершинами. Щоб викреслити лінію за допомогою миші, виконаємо наступні дії:

Крок 1. Клацнемо в підпункті **Object Type** (Тип об'єкта) на кнопці **Line** (Лінія).

Крок 2. Перемістимо курсор в будь-яке з вікон проєкцій і клацнемо в тій точці вікна, де повинна розташовуватися перша вершина лінії. Лінія завжди створюється в координатній площині поточного вікна проєкції. Перемістимо курсор в точку розташування другої вершини.

Крок 3. Створимо чергову вершину простим клацанням кнопкою миші. В цьому випадку вершина придбає тип, який визначається положенням перемикача **Initial Type** (Початковий тип) в підпункті **Creation Method** (Метод створення). За замовчуванням це вершина типу **Corner** (зі зломом). Якщо при створенні чергової вершини клацнемо кнопкою миші і, утримуючи її, перетягнемо курсор, буде створена чергова вершина, тип якої визначається обраним положенням перемикача **Drag Type** (Вершина при перетягуванні). За замовчуванням це вершина **Bezier** (Безьє).

Крок 4. Продовжуємо створювати вершини і переміщати курсор. Щоб видаляти неввірно встановлені вершини, натискаємо на клавішу **Backspace**. Повторні натискання цієї клавіші будуть приводити до видалення вершин в порядку, зворотному порядку їх створення, - від кінця до початку лінії.

Крок 5. Для завершення процесу створення розімкнутої лінії клацнемо правою кнопкою миші, а щоб створити замкнений сплайн, клацнемо курсором миші максимально близько до першої вершини. Коли з'явиться запит **Close spline?** (Замкнути сплайн?), Клацнемо на кнопці **Yes** (Так) або **No** (Ні).

Для повного припинення роботи з будь-якою командою, у тому числі з командою **Line**, потрібно натиснути на клавішу **Esc**. Окрім цього, щоб змінити прийняті за замовчуванням типи вершин (під час або до створення лінії), що створюються простим клацанням кнопкою миші і клацанням з перетягуванням курсору, потрібно змінити установку перемикачів у підпункті **Creation Method** (Метод створення), показаному на рис. 2.12.

Зміна типу вершини безпосередньо впливає на зовнішній вигляд лінії, наприклад, при обраному варіанті **Corner** лінія по замовчуванню буде рівною.

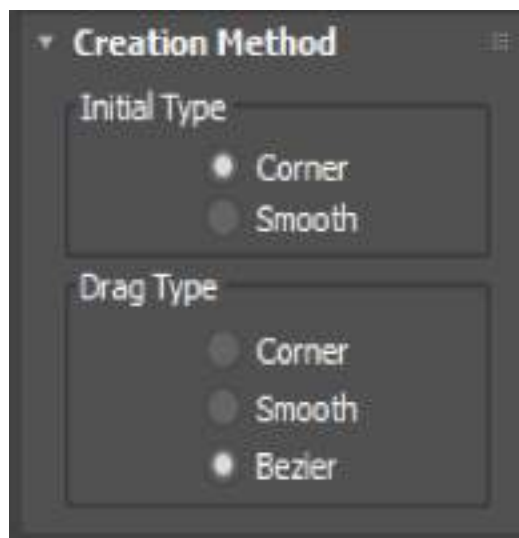


Рис.2.12. Підпункт **Creation Method** (Метод створення)

2.2.3. Редагування форми сплайнів

Для редагування форми сплайнів слід виконати наступні дії:

Крок 1. Виділимо отриманий сплайн і перейдемо на командну панель **Modify** (Змінити). Якщо сплайн є лінією, то кнопка **Sub-Object** (підоб'єкти) в підпункті **Modifier Stack** (Стек модифікаторів) буде доступна відразу. Якщо ж сплайн є один зі стандартних геометричних об'єктів, таких як **Circle** (Коло), **Rectangle** (Прямокутник) або **Ellips** (Еліпс), або є об'єктом **Text** (Текст), то для забезпечення можливості вибрати для редагування рівень підоб'єктів-вершин необхідно клацнути на кнопці **Edit Spline** (Правка сплайна) в підпункті **Modifiers** (Модифікатори).

Крок 2. Клацнемо на кнопці **Sub-Object** (підоб'єкти) і виберемо в списку **Selection Level** (Рівень виділення) варіант **Vertex** (Вершина). У виділеному сплайні всі вершини позначаються хрестиками, а перша вершина - квадратиком. У ряді випадків вершину або групу вершин для редагування слід спочатку виділити, використовуючи для цього будь-які відомі методи виділення об'єктів. Мітки виділених вершин фарбуються в червоний колір.

Крок 3. Для переміщення однієї або декількох вершин виділимо їх і переміща як будь-який інший об'єкт сцени за допомогою інструменту **Select and Move** (Виділити і перемістити). Форма прилеглих до вершин сегментів сплайна буде при цьому змінюватися автоматично.

Крок 4. Для зміни типів вершин виділимо одну або кілька вершин, вкажемо курсором на будь-яку з них і клацнемо правою кнопкою миші. З'явиться контекстне меню вершини. У нижній частині меню є перелік чотирьох типів вершин. Виберемо команду потрібного типу і клацнемо кнопкою миші.

Крок 5. Для налаштування форми сегментів, що примикають до вершин типу **Bezier** (Безьє) або **Bezier Corner** (Безьє зі зломом), виділимо одну з таких вершин. У вікнах проєкції з'являться зображення дотичних векторів, забезпечених на кінцях маркерами у вигляді квадратиків зеленого кольору, як показано на рис. 2.13.

Крок 6. Для зміни кута, під яким сегмент сплайна входить в вершину, виберемо інструмент **Select and Move** (Виділити і перемістити), клацнемо на маркері і перемістимо його навколо вершини (рис. 2.13), спостерігаючи за зміною орієнтації сегмента, якому відповідав би переміщуваний маркер для вершин типу **Bezier Corner** (Безьє зі зломом) або обох сусідніх до вершини сегментів - для вершин типу **Bezier** (Безьє).

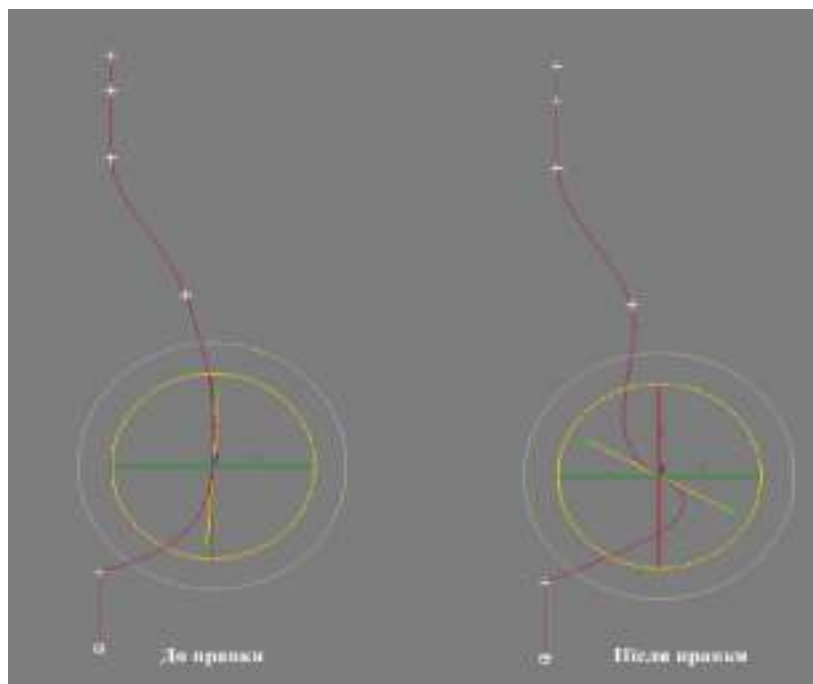


Рис.2.13. Приклад редагування форми сплайнів

Для зміни кривини сегмента переміщасмо маркер до вершини або від неї. Наближення маркера до вершини збільшує кривизну сегмента для вершин типу **Bezier Corner** (Безьє зі зломом) або обох сегментів для вершин типу **Bezier** (Безьє), а видалення - зменшує кривину сегмента (сегментів) в районі вершини (рис. 2.14).

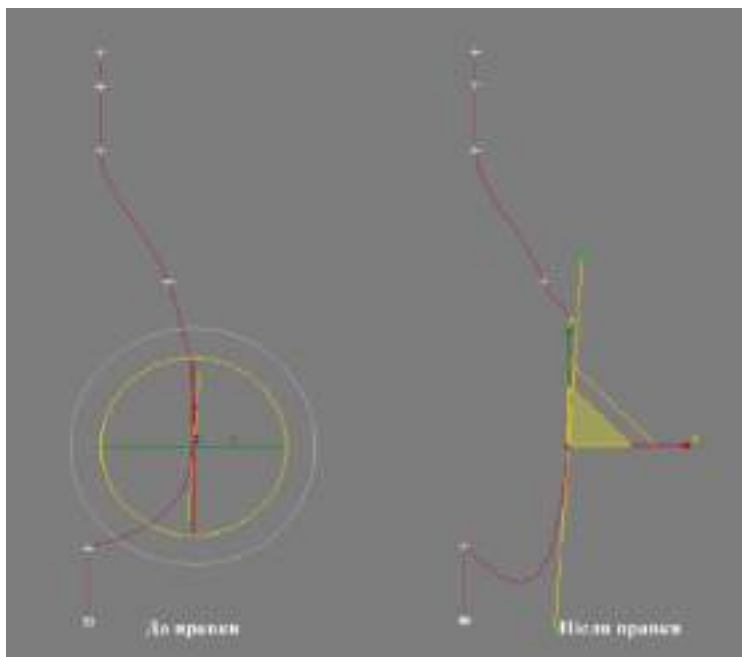


Рис.2.14. Приклад зміни кривини сплайна

Крок 7. При необхідності можна забезпечити синхронне переміщення маркерів дотичних векторів відразу декількох виділених вершин: це іноді допомагає уникнути непередбаченого спотворення форми сплайна. Для цього слід встановити прапорець **Lock Handles** (Блокувати маркери) в підпункті **Selection** (Виділення), показаному на рис. 2.15. Якщо при цьому встановлений перемикач **Аlike** (Подібні), то переміщення одного з маркерів буде змушувати переміщатися маркери подібних дотичних векторів (тільки входять в вершини або тільки виходять з вершин). Якщо встановлений перемикач **All** (Все), то переміщення будь-якого з маркерів змушує синхронно переміщуватися і всі інші.



Рис.2.15. Прапорець **Lock Handles** (Блокувати маркери)

2.2.4. Обертання сплайнів

Форма-сплайн, до якої застосовується метод обертання, обертається навколо заданої осі, що проходить через одну з точок цієї форми. При обертанні сплайна поверхня обертання перетворюється в оболонку тривимірного об'єкту. Метод підходить для створення об'єктів, що мають центральну симетрію.

Обертання сплайна здійснюється за рахунок застосування до нього модифікатора **Lathe** (Обертання). Застосування модифікатора **Lathe** зводиться до вибору вихідної форми та налаштування ряду параметрів. У підпункті **Parameters** можна задавати величину кута обертання (визначається лічильником **Degrees**), на який буде повернуто перетин, число сегментів (для управління гладкістю бічної поверхні).

Встановлення осі обертання в глобальній системі координат (параметр **Direction**, за замовчуванням це вісь **Y**), вибирається кнопками **X**, **Y**, **Z** групи **Direction** (Напрямок) на рис.2.16.

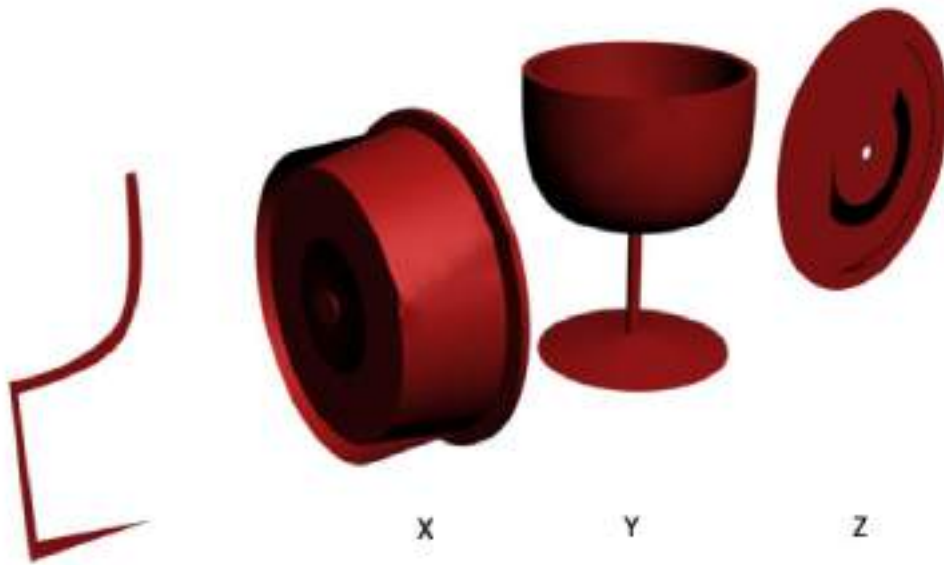


Рис.2.16. Встановлення осі обертання

Група **Align** (Орієнтація) керує положенням осі обертання, встановлюючи її в положення **Min** (Мінімум), **Center** (Центр) і **Max** (Максимум) (рис.2.17).



Рис.2.17. Положення осі обертання

За замовчуванням вісь обертання проходить через центр габаритного контейнера сплайна (параметр **Center**), але її можна перемістити на лівий край сплайна (точка мінімуму - параметр **Min**) або на правий край (точка максимуму - параметр **Max**). Прапорець **Weld Core** (Об'єднати головні вершини) об'єднує вершини на осі обертання, а **Flip Normals** (Вивернути нормалі) змінює напрямок нормалей на протилежний.

Найпростіший процес редагування форми тіла обертання. Твірна крива лінія моделі, приведеної на рис. 2.18, розрахована на створення методом обертання моделі тіла на зразок плафона гасової лампи. Щоб отримати потрібну модель тіла, вісь обертання слід помістити лівіше лівого краю габаритного контейнера форми-профілю. Для цього слід виконати наступне:

Крок 1. Виділимо тіло обертання і клацнемо на кнопці **Sub-Object** (підоб'єкти) в підпункті **Modifier Stack** (Стек модифікаторів) командної панелі **Modify** (Змінити). За замовчуванням в списку **Selection Level** (Рівень виділення) буде обраний варіант **Axis** (Вісь). Вісь обертання відіб'ється в вікнах проекцій у вигляді лінії жовтого кольору.

Крок 2. Виберемо інструмент **Select and Move** (Виділити і перемістити), клацнемо на осі і перетягнемо її вліво, спостерігаючи за зміною форми тіла обертання, як показано на рис. 2.18.

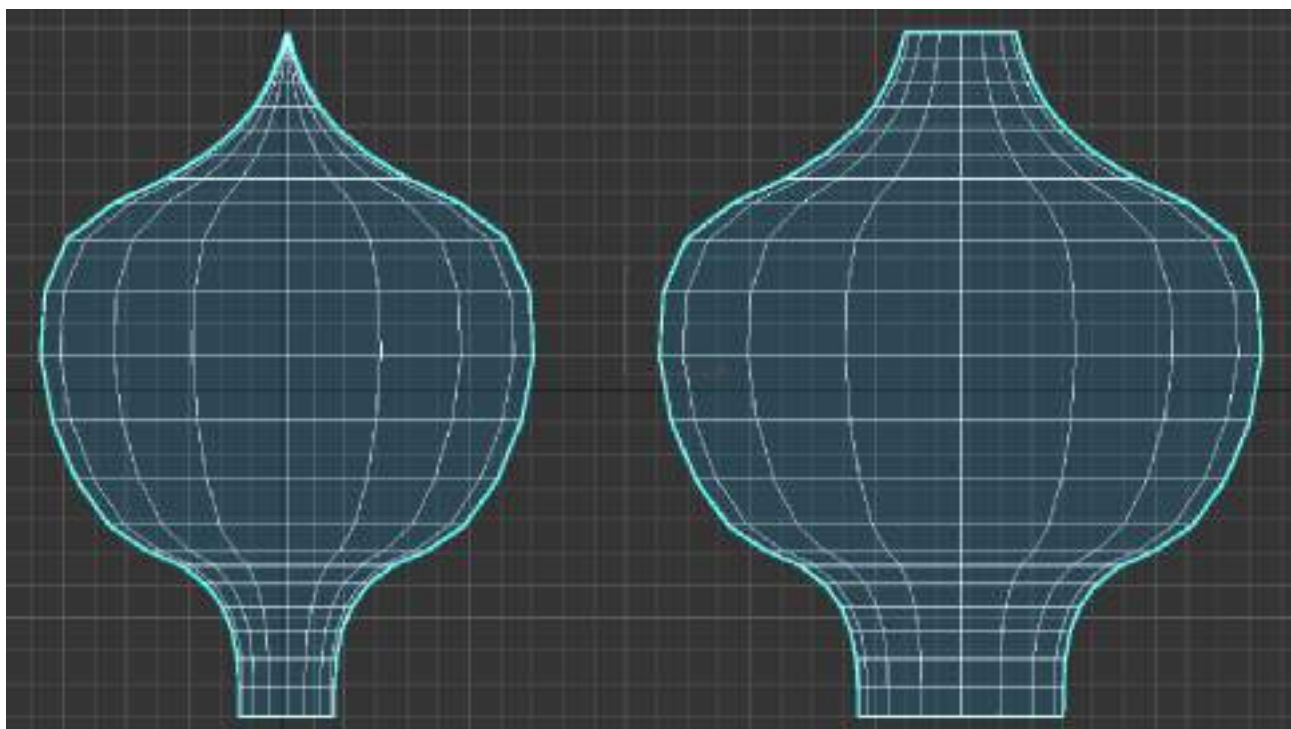


Рис.2.18. Зліва - вихідний вид тіла обертання, праворуч - воно ж після переміщення осі обертання

Центральну і найбільшу частину вікна займають вікна проекцій (рис.2.19). За допомогою вікон проекцій виконується значна частина роботи.

Існує два основних види проекцій: аксонометричні (у томі числі ортографічні) та перспективні (центральної). Прикладом аксонометричних проекцій служить вигляд зверху, знизу, спереду, ззаду, зліва і справа, а також ізометрична проекція об'єкта. Прикладом перспективних проектів є вид з камер, перспектива. Поточний вигляд віконних проекцій зображено у верхньому кутку кожного вікна.

Для налаштування відображення вікон проекції можна використати команду головного меню **Настройка** → **Конфігурація вікон проекції**. У відкритому вікні на вкладці **Компонування** можна обрати один із 14 доступних варіантів розташування вікон проекцій.

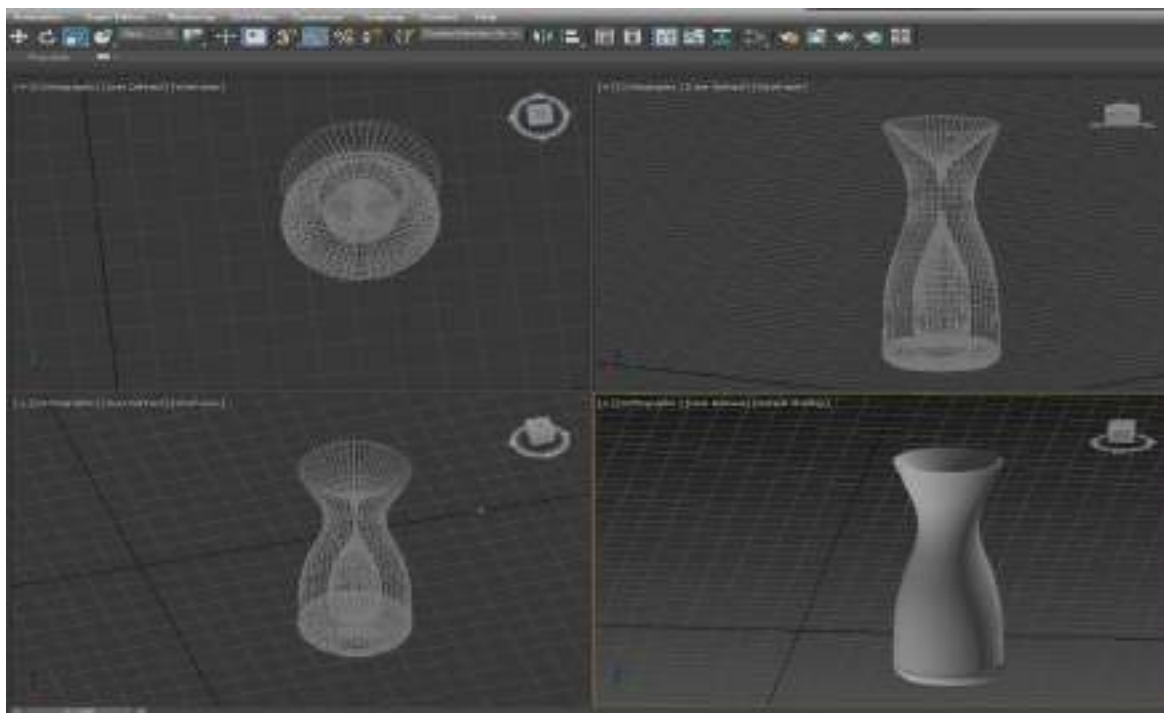


Рис.2.19. Загальний вигляд чотирьох вікон проекцій на прикладі моделі вази

2.2. Види сплайнів

2.3.1. Функціонал сплайнів

Для роботи зі сплайнами в **3DS Max** передбачений певний перелік функцій, який створено для впливу на різні аспекти ліній. Такі у свою чергу розподілені по вкладках у меню **Modify**. Ознайомимось з ними.

Вкладка **Rendering**:

- **Enable in rendering** - включає відображення сплайна при рендері.
- **Enable in Viewport** - включає відображення сплайна у вікнах проекцій.
- **Radial** - сплайн матиме форму мотузки (тобто коло в перетині).
- **Thickness** - товщина або діаметр кола в перерізі.
- **Sides** - кількість сторін кола (якщо вибрати три, то в перерізі буде трикутник).
- **Angle** - Кут повороту перетину.
- **Rectangular** - сплайн матиме форму дошки (тобто прямокутник в перетині).
- **Length** - довжина прямокутника в перерізі.
- **Width** - ширина прямокутника в перерізі.
- **Aspect** - співвідношення довжини і ширини один до одного.
- **Auto Smooth** - включає автоматичне згладжування.

Вкладка **Interpolation**:

- **Steps** - кількість сегментів між кожними двома точками сплайна (для згладжених форм потрібна більша кількість, для ламаної лінії досить нуля).

- **Optimize** - автоматично прибирає сегменти, які не впливають на форму сплайна.

- **Adaptive** - автоматично підбирає кількість сегментів для отримання ідеально гладкої форми.

Вкладка **Geometry**:

- **New vertex type** - Вибір типу новостворених точок.

- **Create line** - Створити додаткову лінію з сплайну.

- **Attach** - приєднати лінію до сплайну.

- **Refine** - Вставити точку в будь-яке місце сплайна.

- **Weld** - Злити сусідні точки в одну (праворуч вказано мінімальну відстань між точками, при якій вони будуть злиті).

- **Connect** – з'єднати дві точки лінією.

- **Insert** - Продовжити лінію (натискаємо Insert, потім на крайню точку і продовжуємо створення сплайна).

- **Fillet** - Скруглення кутів (виділяємо точку і задаємо радіус скруглення).

- **Chamfer** - Створення фаски (виділяємо точку і задаємо розмір фаски).

- **Divide** - Розділяє вибраний сегмент на вказану кількість точок.

2.3.2.Об'єкт Текст

Для створення тексту на панелі **Create** (Створення) виберемо тип **Splines** (Сплайни) і активізуємо інструмент **Text** (Текст). У відкритому підменю параметрів створення сплайна введемо потрібний текст, виберемо шрифт і встановимо його параметри (рис. 2.20). Потім клацнемо в одному з вікон проекцій - це призведе до появи фрагмента тексту, наприклад, у вікні проекції **Perspective** (рис.2.21).



Рис.2.20. Панель **Create** для тексту

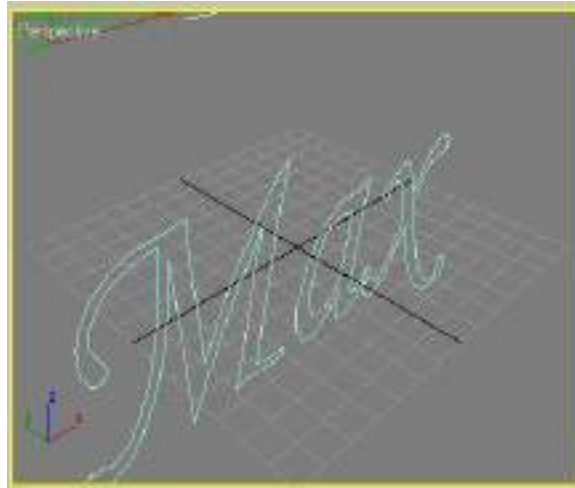


Рис.2.21. Текст у вікні проєкції **Perspective**

Перед проведенням рендерингу перемістимо текст так, щоб він весь опинився в полі зору. Активізуємо панель **Modify** (Зміна), в підменю **Rendering** (Візуалізація) встановимо прапорець **Renderable** (Що візуалізується) і збільшимо значення параметра **Thickness** (Товщина), наприклад, до 10. Проведемо рендеринг і переконаємося, що навіть такі прості маніпуляції дозволяють отримати цікавий варіант тривимірного тексту (рис. 2.22).



Рис.2.22. Текст після рендеру

2.3.3.Лінії

Залежно від особливостей побудови криві лінії будуть доповнюватися вершинами різного типу. Клацання лівою кнопкою у вікні проєкції при обраному інструменті **Line** (Лінія) будуть призводити до появи нової кутової точки (**Corner**), а переміщення миші при натиснутій лівій кнопці - до появи вершини Безьє (**Bezier**). Даний принцип створення вершин встановлений за замовчуванням. При необхідності його можна змінити в підменю **Creation Method** (Метод Створення) на панелі **Create** (Зміна) (рис.2.23). Для цього достатньо змінити положення перемикачів **Initial Type** (Тип вершин при натисканні) і **Drag Type** (Тип вершин при перетягуванні). Відзначимо, що в більшості випадків не варто змінювати методи створення вершин (щоб не плутатися). Набагато зручніше взяти за основу принцип встановлення за умовчанням і спочатку створювати контури тільки з кутовими вершинами, а потім змінювати тип у тих вершин, у яких це необхідно зробити.

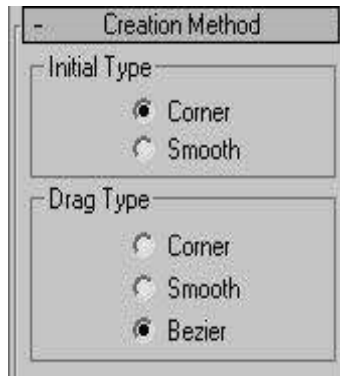


Рис.2.23. Меню **Creation Method**

Клацання правою кнопкою призводить до завершення малювання сплайна з ліній. При спробі поставити вершину в місці знаходження початкової точки сплайна на екрані з'являється питання «**Close Spline?**» («Закрити сплайн?») - ствердна відповідь призведе до отримання замкнутого контуру, в іншому випадку контур виявиться розірваним і його граничні вершини можна буде незалежно переміщати. Теоретично існує і другий метод створення сплайна з ліній - режим **Keyboard Entry** (Введення з клавіатури), який передбачає введення координат x , y і z кожної з вершин вручну з клавіатури (рис. 2.24). Безпосереднє додавання кожної нової вершини здійснюється кнопкою **Add Point** (Додати вершину), кнопка **Finish** (Закінчити) дозволяє закінчити створення сплайна, а кнопка **Close** (Замкнути) створює сегмент, який з'єднує першу вершину з останньою.



Рис.2.24. Меню **Keyboard Entry**

Щоб закріпити навички роботи з сплайнами-лініями, створимо сплайн, представлений на рис. 2.25, і збережемо його: надалі ми перетворимо його в чарку. Звернемо увагу, що такий сплайн містить тільки кутові вершини. Найзручніше починати створення контуру з правої нижньої вершини (на контурі вона відзначена білим квадратом) і, з огляду на те, що більшість сегментів з'єднуються один з одним під прямим кутом, утримуємо при побудові цих фрагментів контуру клавішу **Shift**. Це забезпечує формування ідеальних кутів.

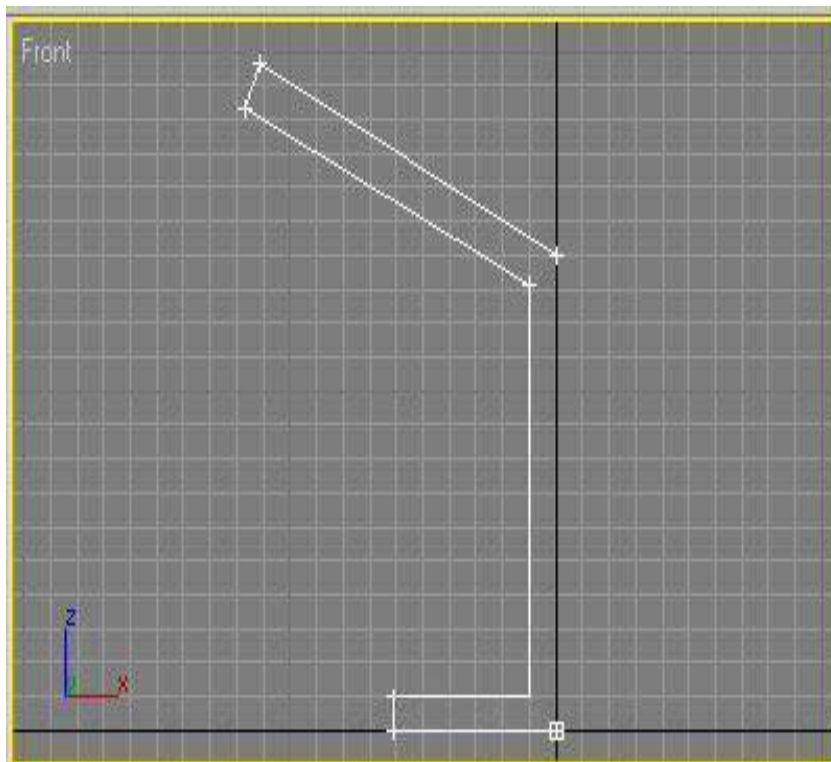


Рис.2.25. Заготовка для рюмки

2.2.4.Складові сплайнової форми

Два типи стандартних сплайнів форм **Donut** (Кільце) і **Text** (Текст) принципово відрізняються від всіх інших типів сплайнів тим, що містять більше одного сплайна в формі і тому відносяться до складових форм. Кільце містить два кругових сплайни. Число простих сплайнів, складових текстового об'єкту, як мінімум збігається з числом літер, що входять в нього, а може бути і більше, якщо в тексті присутні літери, що складаються з декількох сплайнів. Основною перевагою складеного сплайна в порівнянні зі звичайним сплайном є можливість виконувати операції відразу над всіма частинами сплайнової форми одночасно, що швидше і зручніше. Але справа не тільки в цьому: до складових форм доводиться вдаватися і в інших випадках, наприклад, при необхідності проведення щодо сплайнів булевої операції.

Для перетворення простого сплайна в складений необхідно прибрати прапорець поруч з кнопкою **Start New Shape** (Нова форма) (рис. 2.26). Після цього будь-який новий сплайн стає складовою частиною вже існуючої форми сплайна. Включення такого прапорця скасує цей режим і ці сплайни утворюватимуть свої форми.

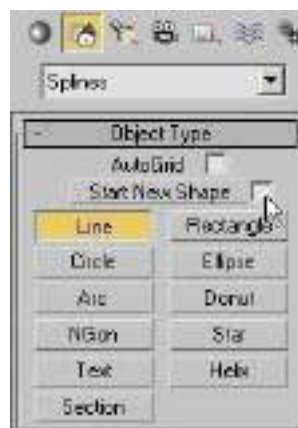


Рис.2.26. Встановлення заборони на створення нової форми

Створимо,наприклад, імітацію простої решітки у вигляді складеного сплайна. Такі решітки часто-густо використовують при створенні різноманітних огорож. Для початку створимо сплайн типу **Rectangle** (рис. 2.27), а потім перейдемо в режим створення складеної форми, відключивши прапорець **Start New Shape** (Нова форма). Додамо до прямокутника дугу інструментом **Arc** (рис. 2.28). Звернем увагу, що для з'єднання кінців дуги з контуром прямокутника зручніше користуватися ручною зміною параметрів **From** (Від) і **To** (В), що визначають початкову та кінцеву точки дуги. Числом прапорця **Start New Shape** доповнимо форму серією ліній приблизно як на рис. 2.29.

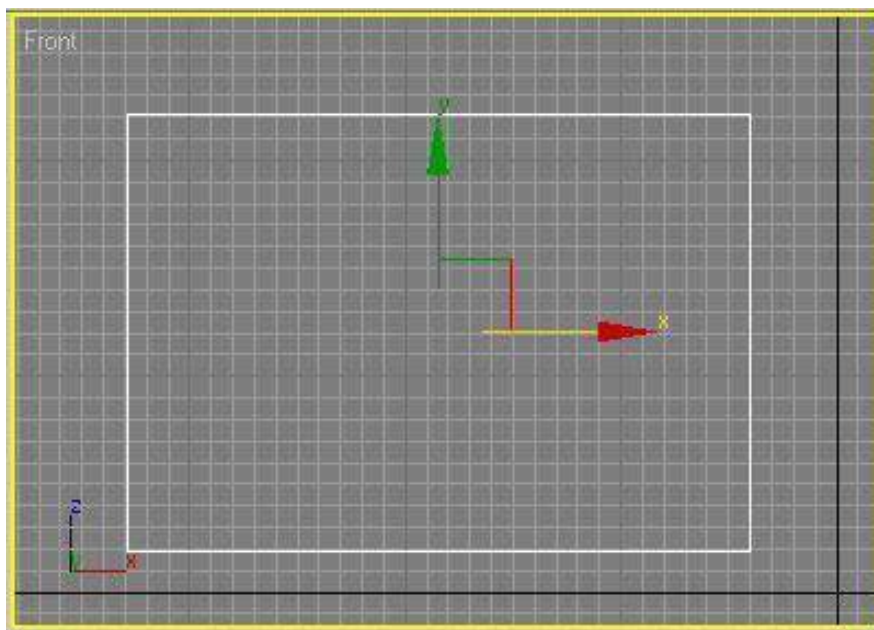


Рис.2.27. Вихідний прямокутник



Рис.2.28. Наступний крок - дуга справа знизу

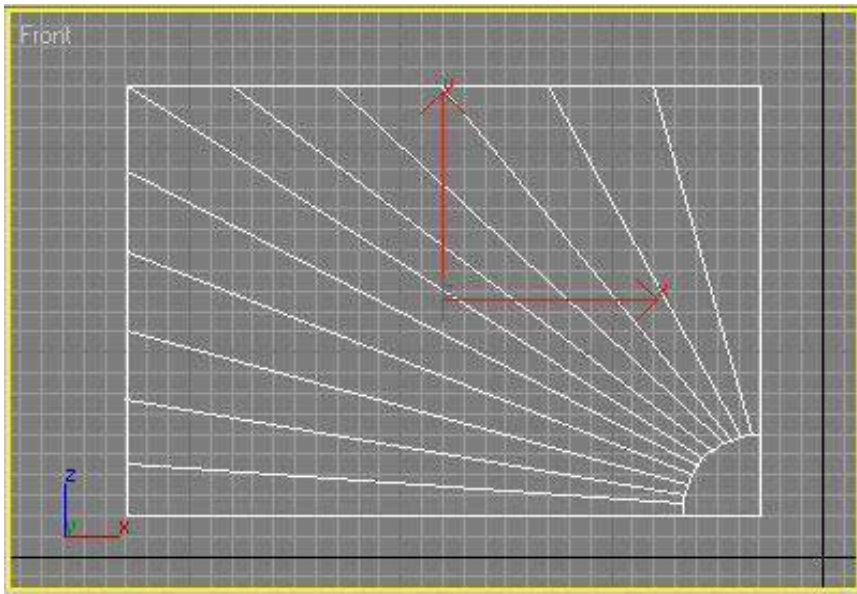


Рис.2.29. Поява групи ліній

Клацнемо на вільну частину будь-якого вікна проекцій, щоб зняти виділення з решітки, а потім виділимо її інструментом **Select Object** (Виділення об'єкта). Решітка виділиться вся цілком, що говорить про її єдність. Це дозволить налаштувати параметри відразу для всіх вхідних в форму сплайнів, що зручно. Активуємо панель **Modify** (Зміна), в підменю **Rendring** (Візуалізація) встановимо прапорець **Renderable** (Що візуалізується) і збільшимо значення параметра **Thickness** (Товщина). Проведемо рендеринг. Можливо, отримана решітка матиме приблизно такий вигляд, як на рис. 2.30. Однак решітка вийшла неідеальною, оскільки розбити дугу на однакове число сегментів на око проблематично. Для подібних цілей краще скористатися наявними можливостями автоматичного розбиття сегментів на задане число рівних частин, але це передбачає редагування форми на рівні підоб'єктів.

Крім того, не зовсім вдало обраний принцип установки товщини - в реальній решітці її прямокутна основа, як правило, має набагато більшу товщину, ніж окремі пруті. Щоб врахувати цей аспект, необхідно створювати ґрати з окремих сплайнів або редагувати її потім на рівні сегментів.

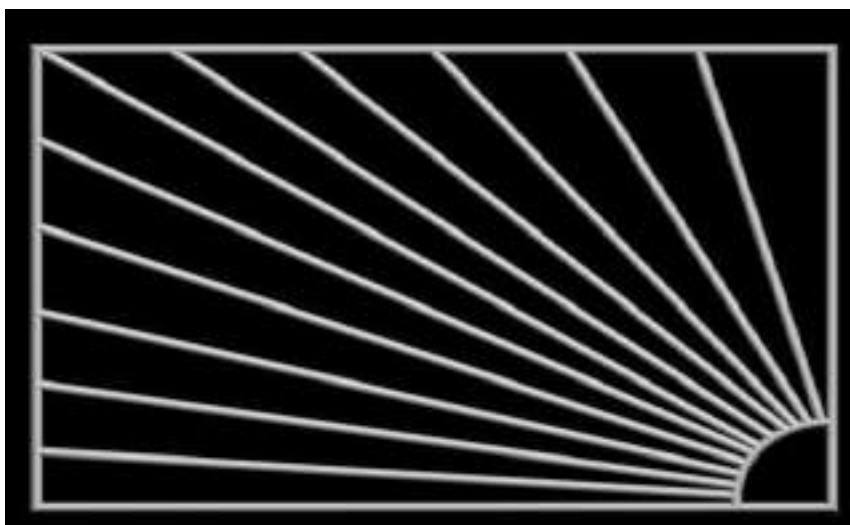


Рис.2.30. Решітка

2.4. Режим редагування об'єктів **editable poly**. Редагована полігональна поверхня

2.4.1. Робота з редагованими поверхнями

Один з поширених у тривимірній графіці спосіб моделювання — це робота з редагованими поверхнями. Програма **3DS max** дозволяє працювати з наступними типами редагованих поверхонь:

- **Editable Mesh** (Редагована поверхня);
- **Editable Poly** (Редагована полігональна поверхня);
- **Editable Patch** (Редагована патч-поверхня);

Практично будь-який об'єкт **3DS max** можна перетворити в один з цих типів поверхонь. Для цього правою кнопкою миші виклинемо контекстне меню, клацнемо на пункті **Convert To** (Перетворити) і в контекстному меню, що з'явилося, виберемо один з типів (рис. 2.31). Всі ці методи побудови поверхонь подібні між собою, розрізняються вони налаштуваннями процесу моделювання на рівні підоб'єктів. Перемикаючись в різні режими редагування підоб'єктів, можна переміщати, масштабувати, видаляти і об'єднувати їх.

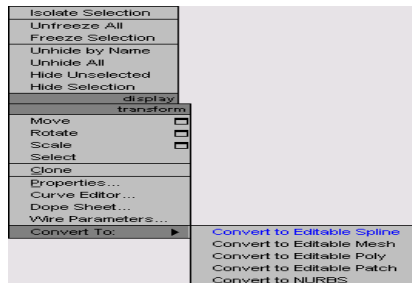


Рис.2.31. Вибір типу поверхні в контекстному меню

У об'єктах типу **Editable Poly** (Редагована полігональна поверхня) модель складається з багатокутників (полігонів, поверхонь), які у свою чергу складаються з точок (вертексів) та ліній (еджів). Для роботи з такими об'єктами можна використовувати режими редагування **Vertex** (Вершина), **Edge** (Ребро), **Border** (Межа), **Polygon** (Полігон) і **Element** (Елемент). У об'єктах типу **Editable Mesh** (Редагована поверхня) модель складається з трикутних граней. Для роботи з **Editable Mesh** (Редагована поверхня) можна використовувати режими редагування **Vertex** (Вершина), **Edge** (Ребро), **Face** (Грань), **Polygon** (Полігон) і **Element** (Елемент). Будь-який параметричний тривимірний об'єкт, створений на основі примітиву, може бути перетворений в об'єкт типу **Editable Mesh** (Редагована сітка) або **Editable Poly** (Редагована полісітка). Такий об'єкт перестає бути параметричним і надалі буде модифікуватися як сітка, тобто на рівні вершин, ребер, граней і полігонів.

До об'єктів типу **Editable Mesh** відносяться геометричні моделі тривимірних тіл, представлених оболонками у вигляді сіток з трикутними осередками. Об'єкти типу **Editable Poly** відрізняються від редагованих сіток тим, що їх оболонки складаються не з трикутних граней, а з полігонів. Полігони є багатокутниками, у яких є як мінімум чотири вершини, і замінюють вони сукупність двох або більше суміжних трикутних граней, що лежать в одній площині. Тому сітку, складену з полігонів, на відміну від сітки, складеної з трикутних граней, називають полігональною сіткою, або полі сіткою.

Багато можливостей редагування об'єктів **Editable Poly** і **Editable Mesh** аналогічні, проте є й відмінності. Редагування об'єктів типу **Editable Mesh** можливо на рівні вершин, ребер, граней, полігонів і елементів, а тип **Editable Poly** дозволяє працювати з вершинами, ребрами, полігонами, елементами і кордонами. Багато операцій на перший погляд абсолютно аналогічні для обох типів об'єктів, наприклад, операції **Extrude** і **Bevel**, але вимагають різної налаштувань і часто призводять до різних результатів. Крім того, полігональні сітки

порівняно з звичайними сітками **Editable Mesh** мають ряд додаткових властивостей, зокрема, допускають згладжування без використання таких спеціальних модифікаторів як **Mesh Smooth** (Згладжування сітки). Нагадаємо, що модифікатори призначені для модифікації об'єктів і стають доступними після активізації панелі **Modify** (Зміна).

2.4.2. Типи підоб'єктів та принцип їх редагування

Значна частина об'єктів **3DS MAX** може бути представлена у вигляді сіток, що складаються з однотипних елементів або підоб'єктів. Вони скомпоновані за рівнями: **Vertex**, **Edge**, **Face**, **Polygon**, **Element** і **Border**. До їх числа відносяться вершини, ребра, грані і полігони як багатокутники (рис. 2.32, 2.33 і 2.34).

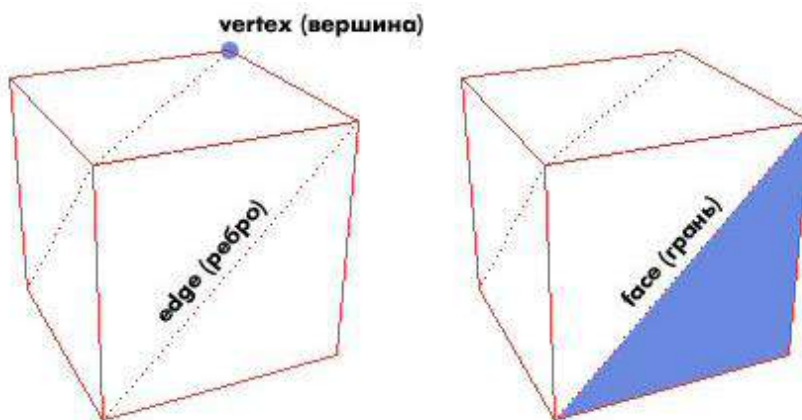


Рис.2.32. Об'єкти **3DS Max**

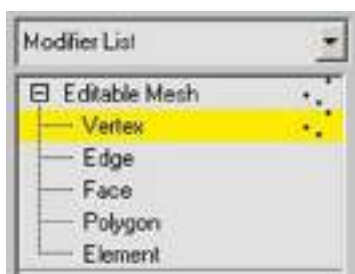


Рис.2.33.Рівні **Editable Mesh**

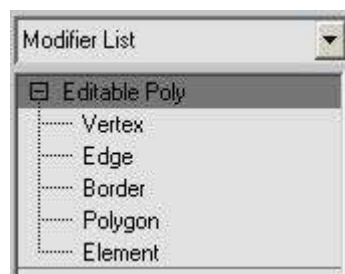


Рис.2.34. Рівні **Editable Poly**

Вершини - це точки, в яких сходиться і з'єднується один з одним будь-яке число ребер. Для роботи з вершинами призначений рівень **Vertex** (Вершина). Ребра - це лінії кордону межі. Ребра можуть бути видимими, якщо сусідні грані не лежать в одній площині, тоді вони відображаються суцільними лініями, або невидимими; за запитом користувача невидимі ребра можуть відображатися пунктирною лінією. За керування видимістю і положенням ребер відповідає рівень **Edge** (Ребро).

Зазначимо, що сіткові об'єкти можуть редагуватися на рівні **Element** (Елемент), який використовується для роботи з об'єднаними в елемент каркаса групами граней, а об'єкти типу **Editable Poly** також на рівні **Border** (Кордон). Це зручно, наприклад, при вдавненні кордонів. Редагування сітчастих об'єктів можна виконувати як на рівні об'єкта в цілому, так і на рівні підоб'єктів: граней, ребер або вершин. Щоб об'єкт став редагований на рівні підоб'єктів і перетворився в редаговану сітку, необхідно виділити його і вибрати з контекстного меню команду **Convert to => Convert to Editable Mesh** (Конвертувати => Конвертувати в режим редагування сітки); можна також застосувати до об'єкта модифікатор **Edit Mesh** (Редагування сітки). Для

перетворення об'єкта до типу **Editable Poly** з контекстного меню вибирається команда **Convert to => Convert to Editable Poly** (Конвертувати => Конвертувати в режим редагування полісітки). В обох випадках це призведе до появи на панелі **Modify** цілої серії підменю:

- **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 поширення трансформацій за обсягом 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 (і / або сітки).

До переліку загальних інструментів входять, зокрема, такі:

- **Attach** (Приєднати) - дозволяє додавати до редагованої моделі нові каркасні об'єкти, при цьому всі грані приєднувального об'єкта виявляються об'єднаними в новий елемент;

- **Detach** (Завершити з'єднання) - відповідає за вилучення обраного підоб'єкту в окремий елемент або новий об'єкт;

- **Remove Isolated Vertices** (Видалити ізольовані вершини) - дозволяє видаляти окремо розташовані вершини об'єкта;

- **View Align i Grid Align** (Орієнтувати за поточним виглядом / Орієнтувати по сітці) - здійснює відповідну зміну орієнтації обраних підоб'єктів;

- **Make Planar** (Привести до площини) - встановлює площинну орієнтацію для обраних підоб'єктів;

- **Collapse** (Звести в точку) - виконує колапс (стиснення) і об'єднання всіх вершин обраних підоб'єктів в одну, маючи в своєму розпорядженні цю вершину в геометричному центрі виділеної області;

- **Surface Properties** (Властивості поверхні) - об'єднує такі інструменти настройки властивостей поверхні, які призначені для кожного рівня.

Вибір потрібного рівня підоб'єктів здійснюється або підсвічуванням рівня в списках підоб'єктів **Editable Mesh** або **Editable Poly**, або клацанням по відповідній кнопці в підменю **Selection** панелі **Modify**. Для вибору самих підоб'єктів використовуються звичайні 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 кілька об'єктів, при виділенні утримуємо клавішу **Ctrl**.

Для того, щоб повернутися від редагування об'єкта на рівні підоб'єктів до звичайного редагування, потрібно підсвітити в списку підоб'єктів рівень **Editable Mesh** або **Editable Poly**.

2.4.3. Моделювання за допомогою складових елементів об'єкта

Моделювання за допомогою вершин

Вершини є основним елементом редагування сітки - досить декількох маніпуляцій з вершинами, щоб перетворити стандартний примітив в зовсім інший об'єкт.

Для прикладу створимо примітив **Box** (Коробка), встановивши для нього довжину (**Length**) і ширину (**Width**) рівними 30, а висота (**Height**) дорівнює 40 (рис. 2.35), і збережемо об'єкт у файл. Не знімаючи виділення, встановимо режим, в якому можливе редагування вершини, вибравши з контекстного меню команду **Convert to**

=> **Convert to Editable Mesh** (Конвертувати => Конвертувати в режим редагування сітки). Щоб отримати можливість маніпуляції вершинами, клацнемо в підменю **Selection** на кнопці **Vertex** (рис. 2.36).

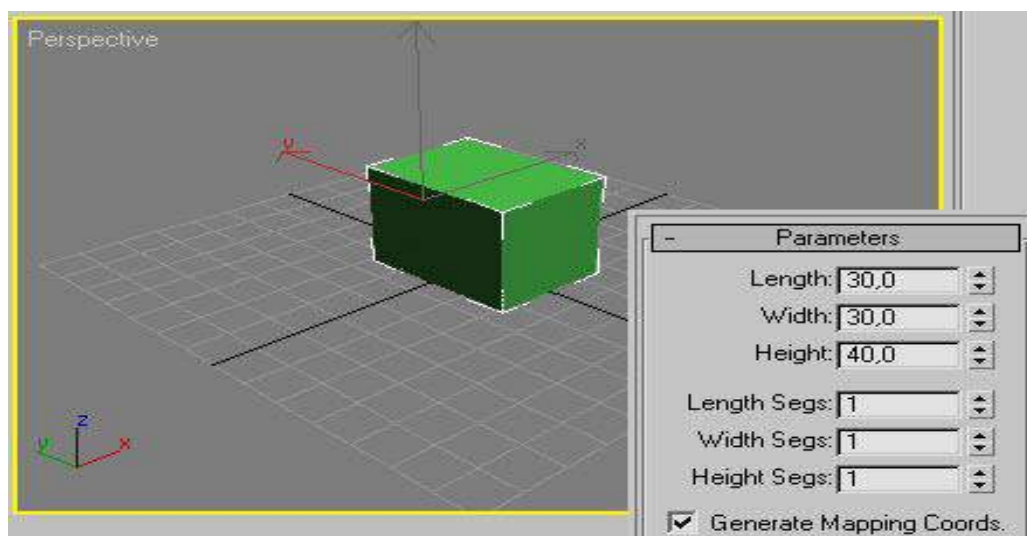


Рис.2.35. Вихідний об'єкт

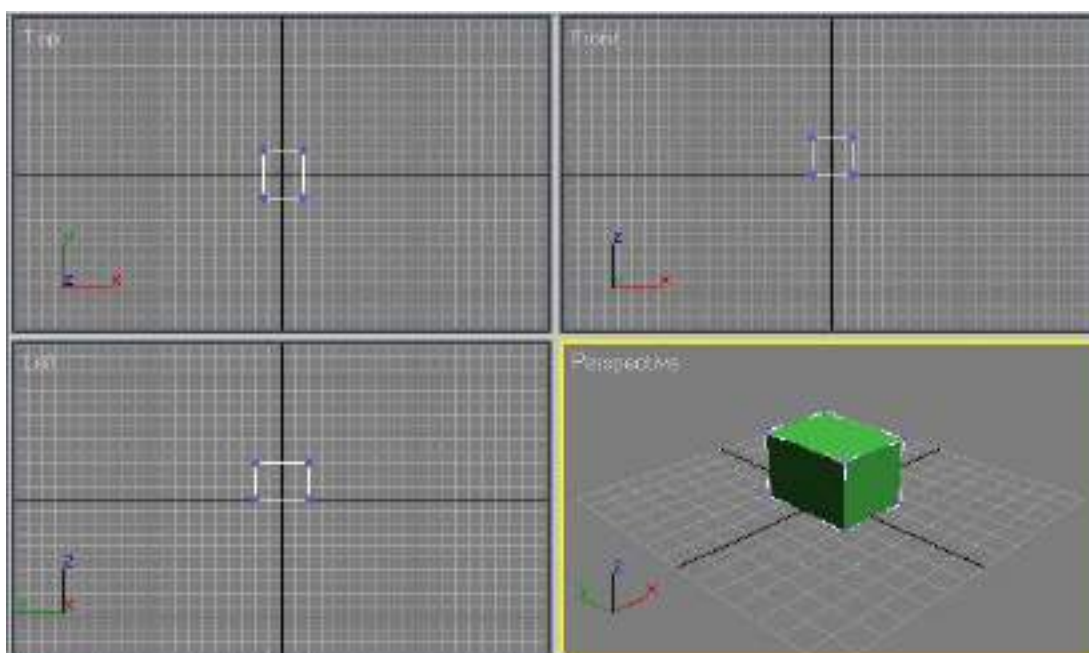


Рис.2.36. Вихідний об'єкт в режимі **Editable Mesh** - виділені вершини

Активуємо інструмент **Select and Move** (Виділити і перемістити) і послідовно перетягнемо вершини його заснування так, щоб паралелепіпед перетворився в усічену піраміду. Звернемо увагу, що краще за все почати переміщення вершин у вікні проекції **Perspective**, так як у всіх інших проекціях вершини нижньої основи у паралелепіпедів приховані під верхніми вершинами. А потім перейдемо у вікно проекції «**Top**», що дозволить забезпечити більш точне положення вершин (рис. 2.37). Не забуваймо, що для більш точного переміщення вершин, так само як і об'єктів, можна безпосередньо вказувати координати їх нового положення в нижній частині вікна програми. При бажанні можна переміщати одночасно відразу кілька вершин - в цьому випадку після виділення вершини досить часто блокують, клацнувши на кнопку **Selection Lock Toggle** (Перемикач

блокування виділення), яка тут же поміняє колір на жовтий. Блокування зберігає виділену область за будь-яких маніпуляцій в програмі, а розблокування відбувається в результаті повторного клацання по цій же кнопці.

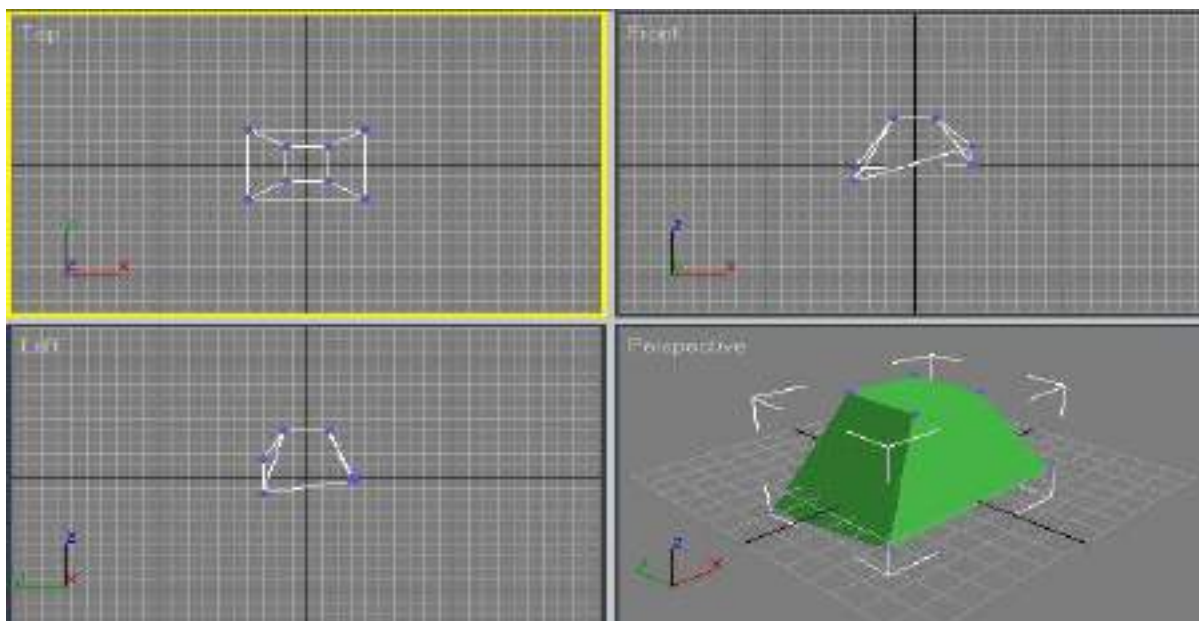


Рис.2.37. Результат переміщення вершин підставки

Вершини можна не тільки переміщати, але і повертати інструментом **Select and Rotate** (рис. 2.38) або масштабувати інструментом **Select and Uniform Scale** (рис. 2.39). А можна звести виділені вершини в одну точку, клацнувши на кнопці **Collapse** (Звести в точку) на панелі **Modify** в підменю **Edit Geometry** (рис. 2.40).

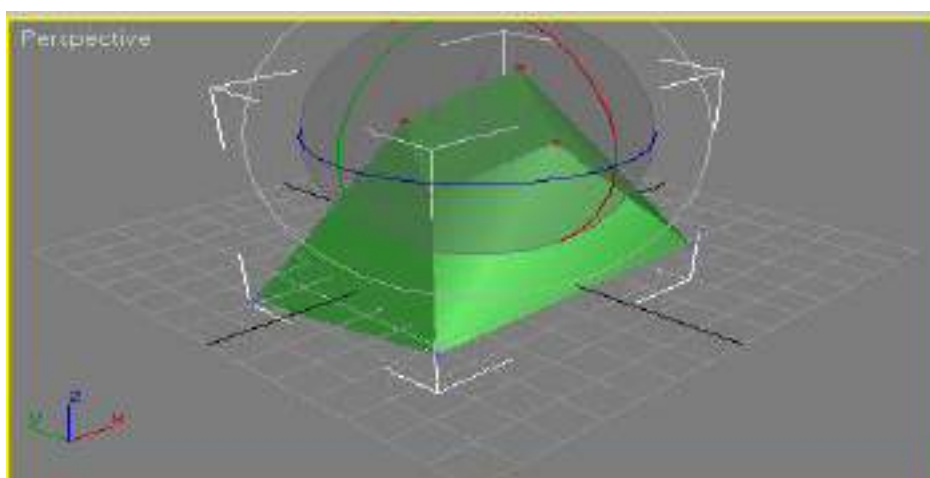


Рис.2.38. Поворот вершини верхньої основи зрізаної піраміди

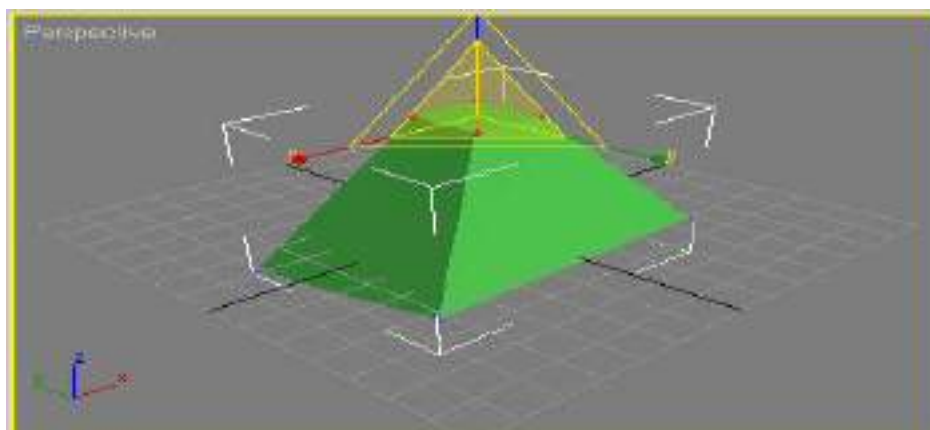


Рис.2.39. Масштабування вершини верхньої основи зрізаної піраміди

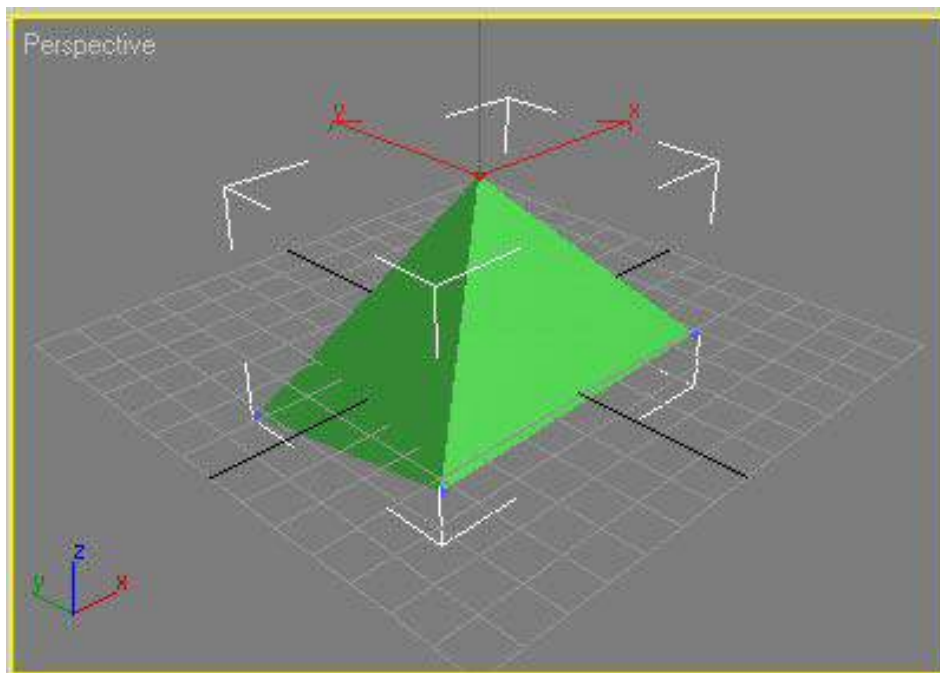


Рис.2.40. Результат зведення вершин в одну точку

Моделювання за допомогою ребер

Щоб поекспериментувати, скористаймося раніше створеним і збереженим паралелепіпедом. Встановимо для нього режим редагування ребер **Edge**, клацнувши на відповідній кнопці в підменю **Selection**. Як і вершини, ребра можна переміщати, повертати і масштабувати приблизно таким же способом, хоча є відмінності. Для повороту ребер можна скористатися інструментом **Select and Rotate** (Виділити і повернути), а можна активувати можливості **Edit Geometry** (Редагувати геометрію) панелі **Modify**, де для повороту призначена кнопка **Turn** (Розгорнути). Активуйте цю кнопку і клікніть на будь-якому ребрі паралелепіпеда - це призведе до повороту відповідного ребра, що продемонстровано на рис. 2.41 і рис. 2.42.

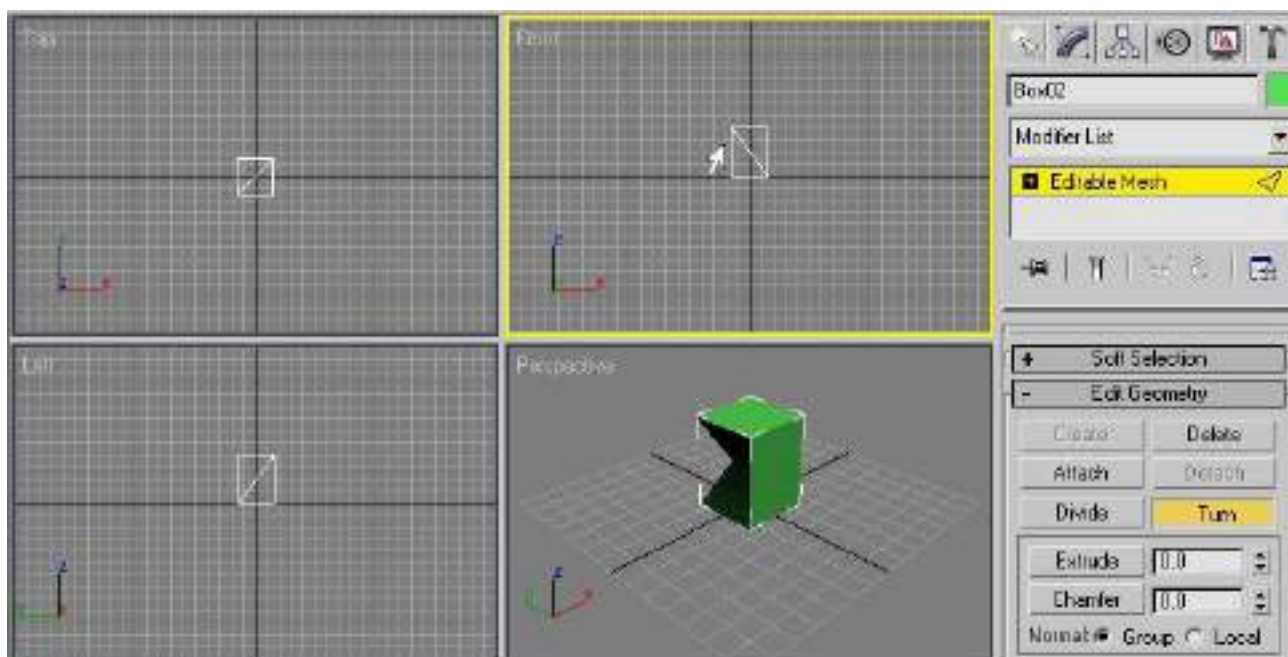


Рис.2.41. Поворот ребра (стрілкою показано ребро, по якому клікнули мишкою)

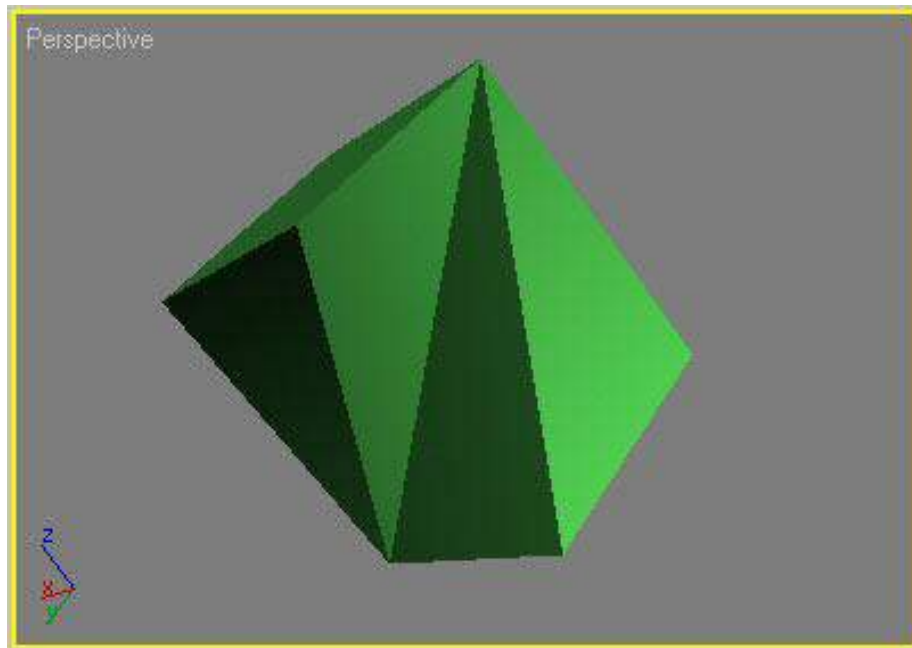


Рис.2.42. Об'єкт після повороту ребра

Моделювання за допомогою полігонів

Перейдемо в режим редагування полігонів, клацнувши на кнопці **Polygon** (Багатокутник) в підменю **Selection**. Багатокутники при бажанні можна переміщати, повертати і масштабувати, використовуючи відповідні команди. Крім того, тут можливо безліч інших цікавих перетворень, доступних з командою **Edit Geometry** панелі **Modify**. Розглянемо операцію **Extrude** (Витискування), за допомогою якої можна створювати опуклі елементи об'єкта. Клацнемо по кнопці **Extrude**, потім клацнемо по будь-якому багатокутнику редагованого об'єкта (при цьому багатокутник виділиться, а зовнішній вигляд вказівника миші зміниться) і перемістимо його - залежно від напрямку переміщення обраних граней на їх основі буде створено опуклий (рис. 2.43) або увігнутий фрагмент об'єкта.

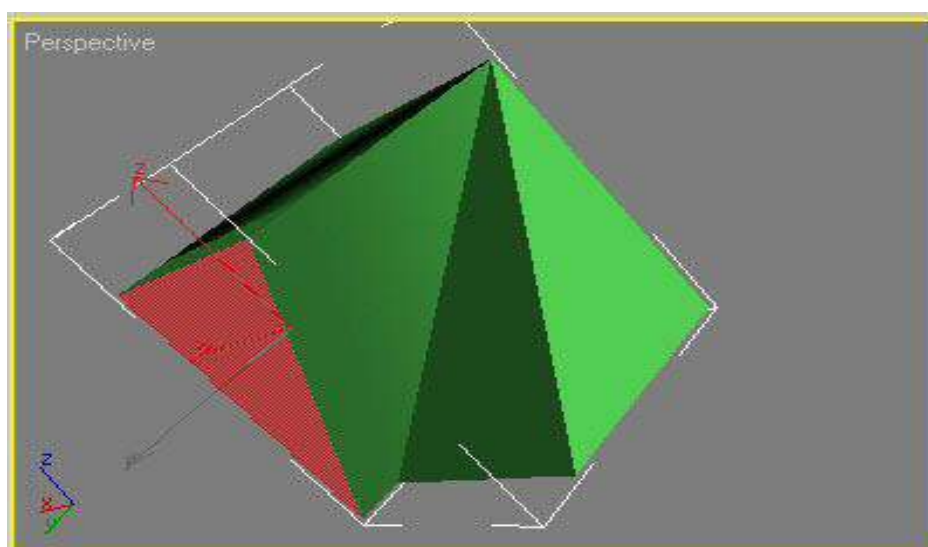


Рис.2.43. Видавлювання багатокутника

Можна додати до обраних граней пряму фаску, що здійснюється шляхом вставки площин замість загальних ребер виділених граней і абсолютно необхідних при згладжуванні форми моделі. Для додавання фаски клацнемо на кнопці **Bevel** (Фаска), виділимо потрібний полігон і переміщенням клавiші миші підберемо відповідний варіант фаски (рис. 2.44).

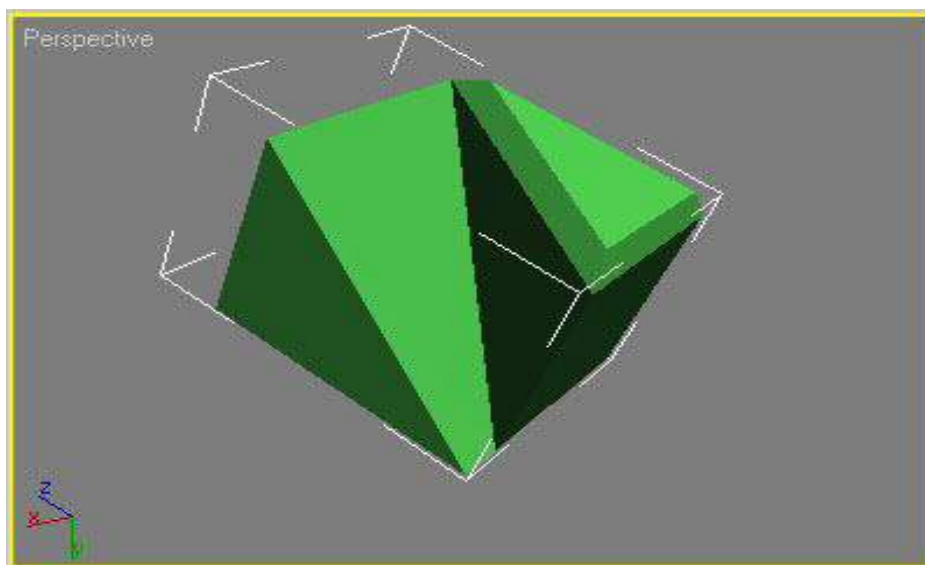


Рис. 2.44. Результат додавання до полігону прямої фаски

Вказаними операціями можна скористатися і на більш складних примітивах, наприклад, на геосфері. Її потрібно спочатку перетворити в об'єкт типу **Editable Poly** (рис. 2.45) за допомогою команди **Convert to =>Convert to Editable Poly** і перетвореної в режим редагування полігонів. Результат накладення на один обраний полігон геосфери операції **Extrude** зі значенням параметра **Extrusion Hight** (Висота витискування) рівним 50 представлений на рис. 2.46. Різноманітні перетворення, зокрема **Extrude**, можна застосувати як до одного полігону, так і до групи полігонів, виділивши їх, утримуючи клавiшу **Ctrl** (рис. 2.47), або відразу до всіх полігонах одночасно (рис. 2.48, 2.49).

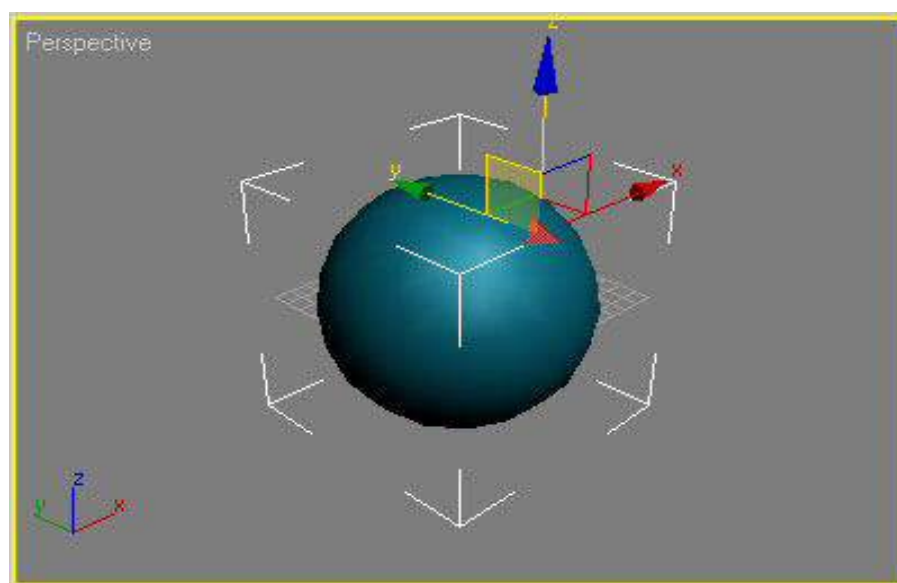


Рис.2.45. Геосфера з виділеним полігоном

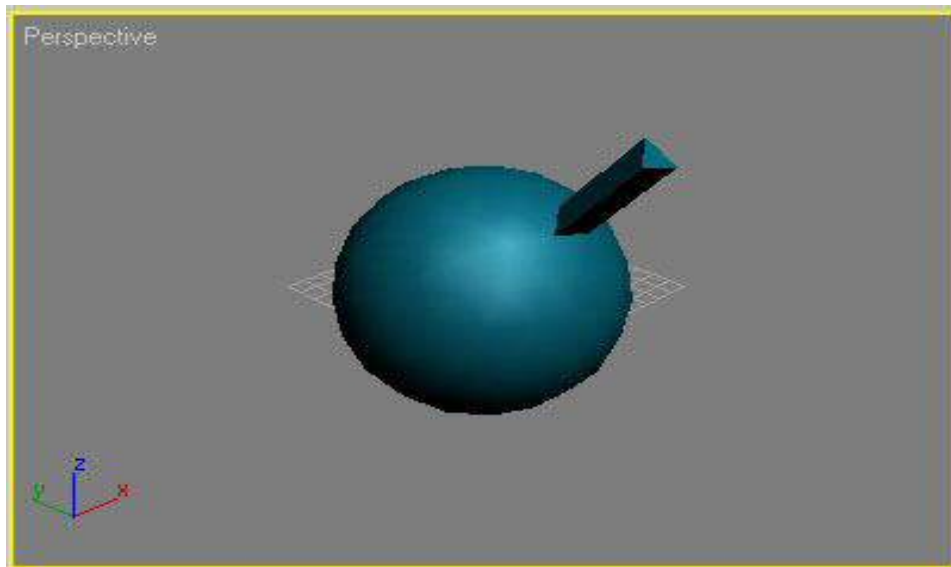


Рис.2.46. Результат накладання операції **Extrude** до одного полігону

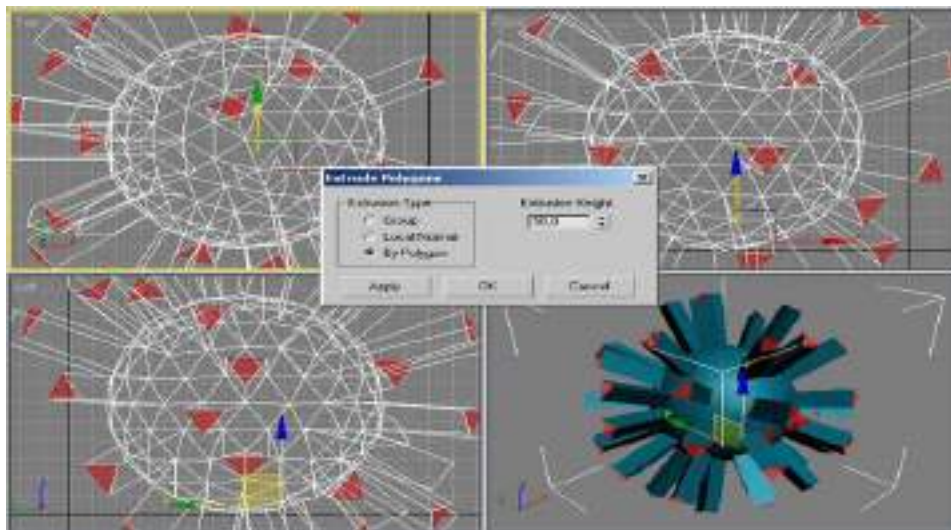


Рис.2.47. Застосування операції **Extrude** до групи полігонів

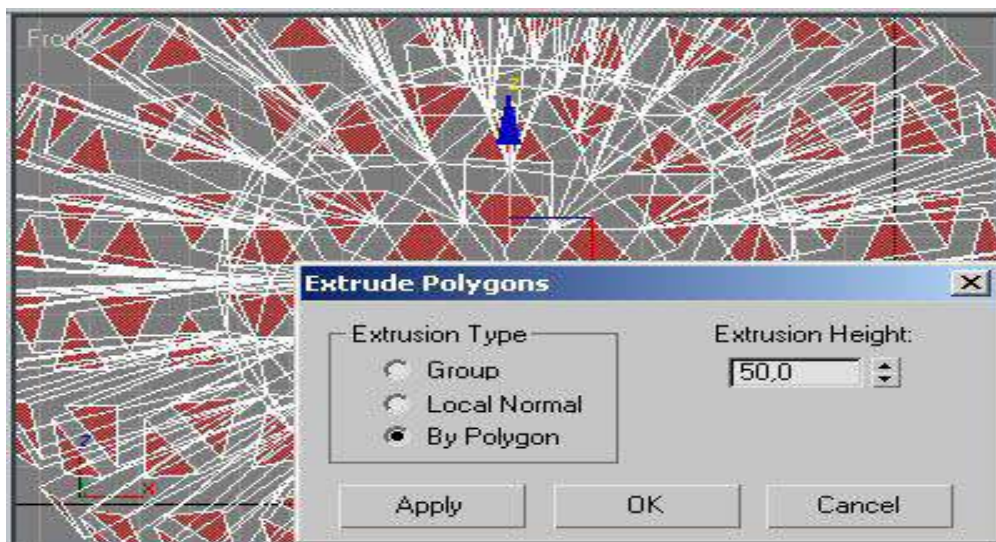


Рис.2.48. Застосування операції **Extrude** до всіх полігонів

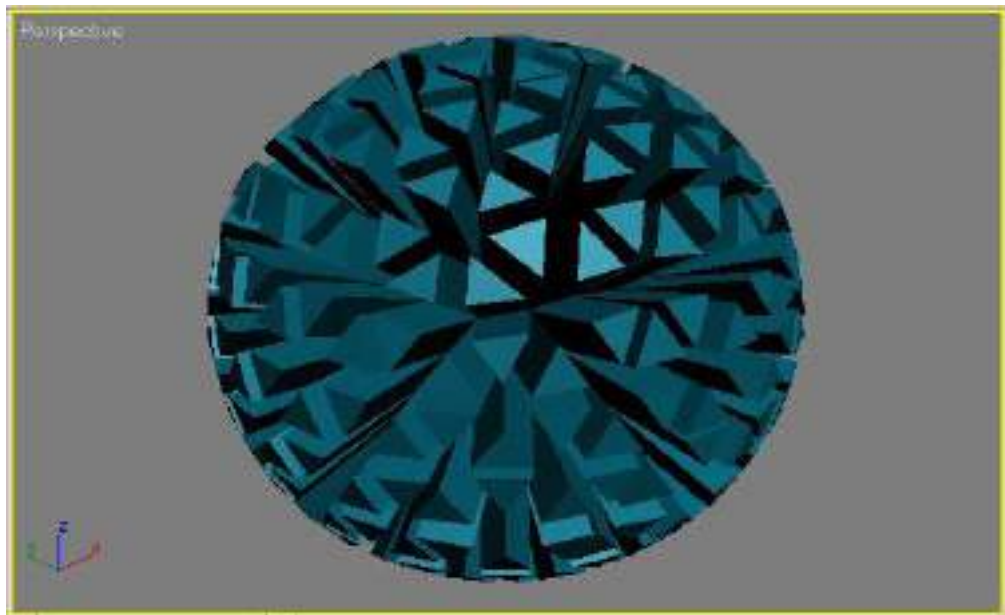


Рис.2.49. Результат накладення операцій **Extrude** на усі полігони

Особливо варто наголосити про згладжування підоб'єктів. Як вже було зазначено, об'єкти, представлені у вигляді полігональних сіток, можуть згладжуватися без застосування модифікатора **MeshSmooth** (Згладжування сітки). Досить часто його з успіхом може замінити операція **MSmooth** (Згладжування) з налаштувань **Edit Geometry** (Редагувати геометрію). Результат застосування її, наприклад, до раніше модифікованої геосфери при встановленому коефіцієнті згладжування 10 приведений на рис. 2.50.

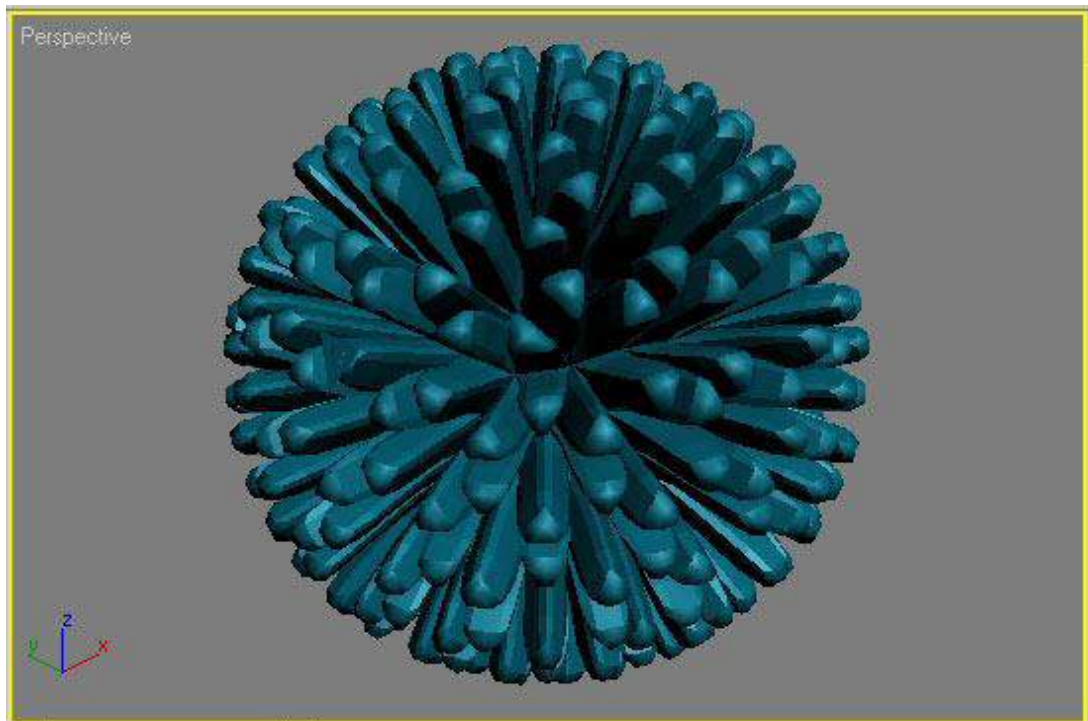


Рис.2.50. Згладжування модифікованої геосфери

2.5.Режим редагування об'єктів editable poly. Приклади моделювання

Яйце з кулі

Створимо довільну кулю (рис. 2.51). Перетворимо об'єкт до типу **Editable Mesh**, вибравши з контекстного меню команду **Convert to => Convert to Editable Mesh** (Конвертувати => Конвертувати в режим редагування сітки). Перейдемо в режим редагування вершин, клацнувши на кнопці **Vertex**. Щоб забезпечити більш плавне деформування кулі, ввімкнемо режим **Soft Selection** (М'яке виділення) з приблизно такими параметрами, як на рис. 2.52 і виділимо інструментом **Select Object** всі вершини, розташовані в центральній і верхній третині кулі. Зручніше виділяти вершини не по одній, утримуючи **Ctrl**, а укласти все, виділивши вершини в прямокутний контейнер. Злегка посунемо виділені вершини вгору за допомогою інструменту **Select and Move** (Виділити і перемістити), а потім злегка звузимо виділену область інструментом **Select and Squash** (Виділити і стиснути). Знову виділимо вершини верхньої частини кулі, але зменшимо число перетинів на одне знизу, а потім виконаємо відносно них ті ж операції. Точно такі ж операції послідовно зробимо ще кілька разів, кожен раз зменшуючи розмір виділеної області на один перетин і намагаючись надати об'єкту форму яйця (рис. 2.53). Для згладжування моделі застосуємо до об'єкту модифікатор **Mesh Smooth** (Згладити сітку), вибравши його зі списку **Modifier List** (рис. 2.54) і налаштувавши його параметри приблизно так, як на рис. 2.55. В результаті проведених перетворень отримаємо модель яйця (рис. 2.56).

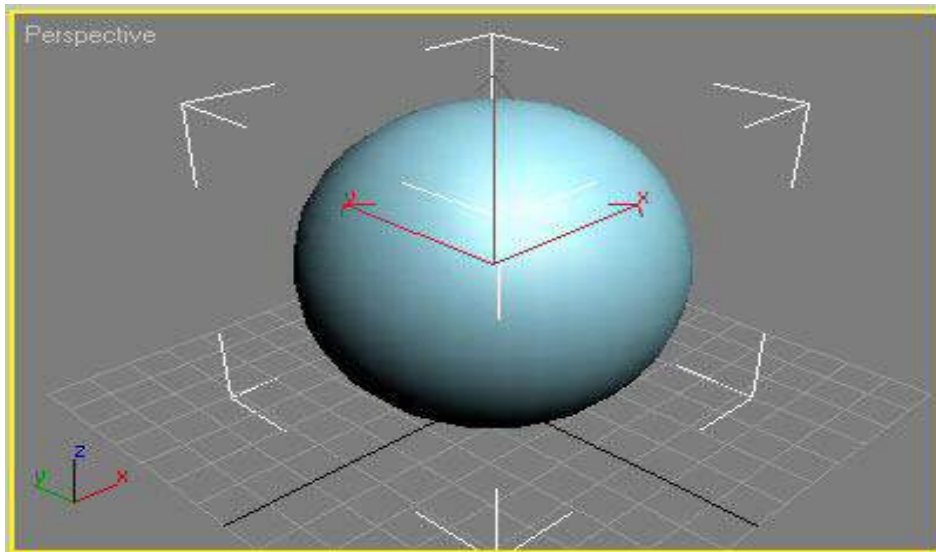


Рис.2.51. Вихідний об'єкт куля

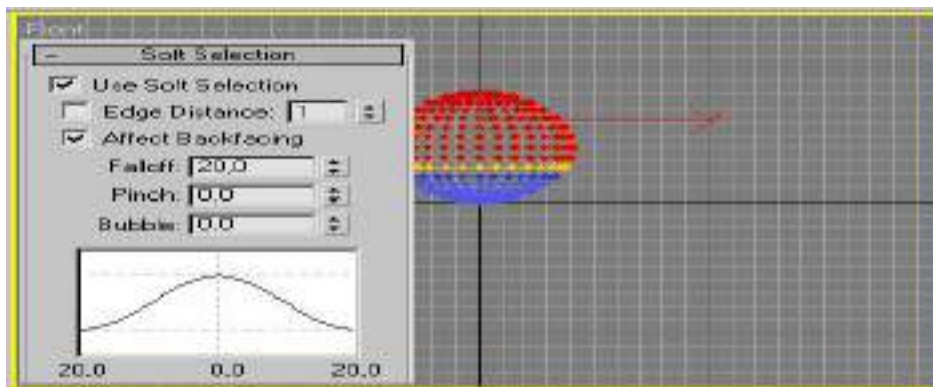


Рис.2.52. Виділення вершин для першої трансформації і параметри режиму **Soft Selection**

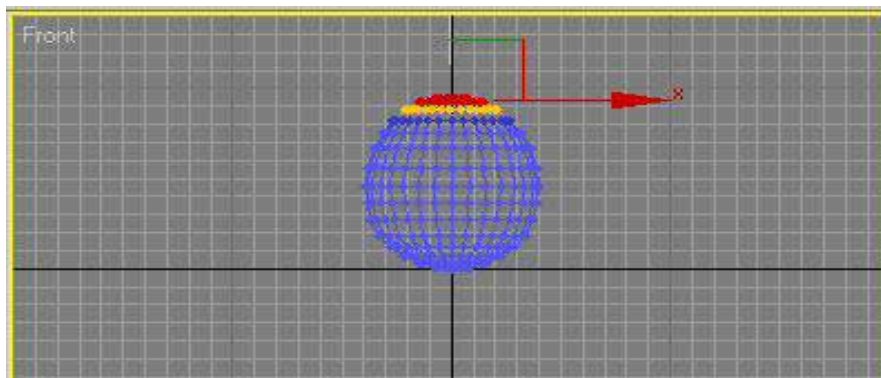


Рис.2.53. Об'єкт після останньої деформації - проекція **Front**

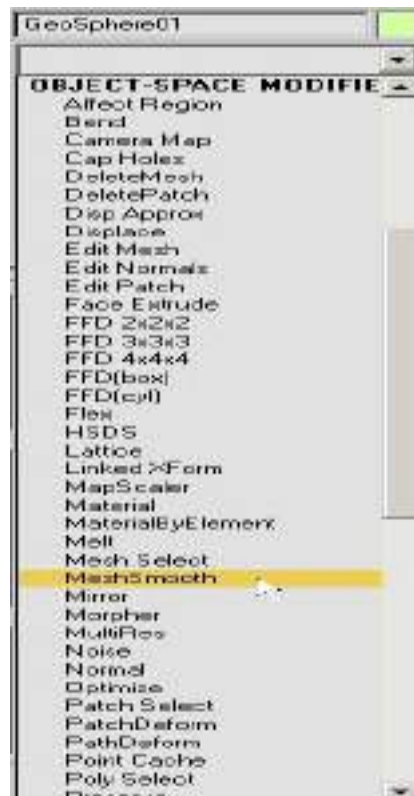


Рис.2.54. Вибір модифікатора **MeshSmooth**

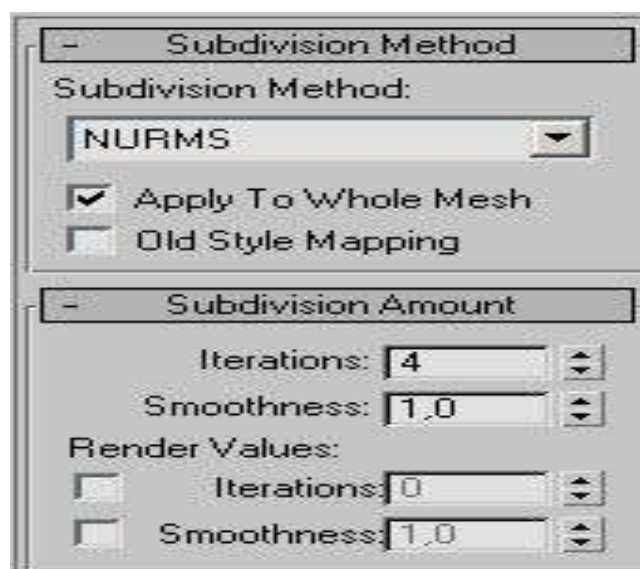


Рис.2.55. Налаштування параметрів модифікатора **Mesh Smooth**

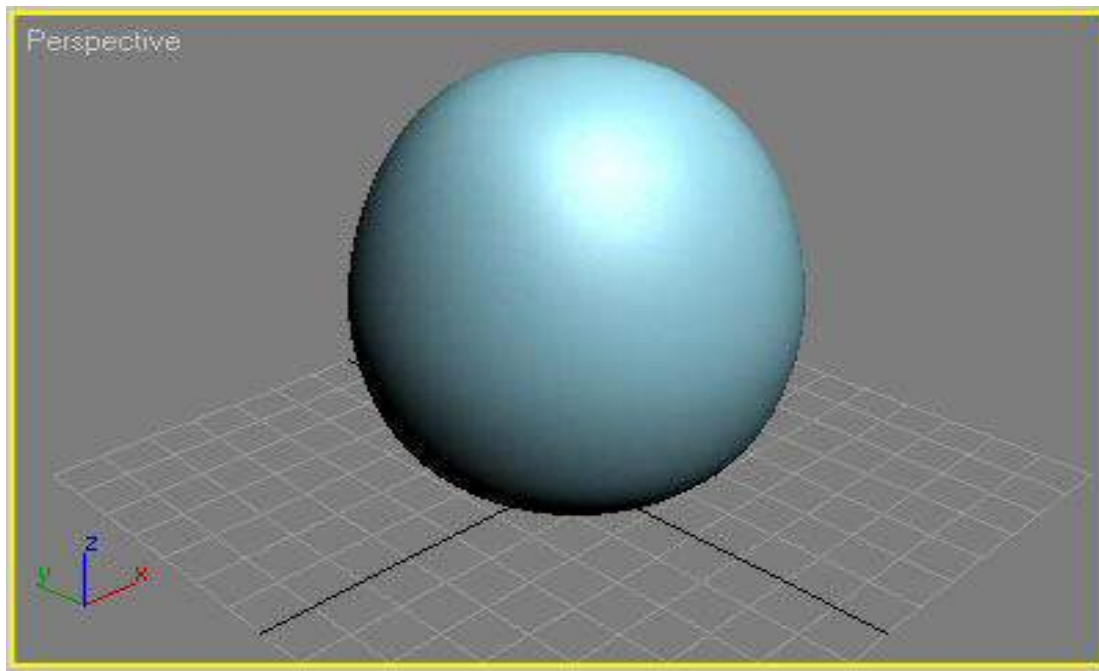


Рис.2.56. Модель яйця

Гангеля з циліндра

Створимо довільний циліндр з 24 сторонами і 9 сегментами висоти (рис. 2.57). Перетворимо об'єкт до типу **Editable Mesh** і перейдемо в режим редагування вершин, клацнувши на кнопці **Vertex**. За допомогою інструменту **Lasso Selection Region** (Виділення ласо) виділимо вершини чотирьох середніх поперечних перерізів циліндра (рис. 2.58) і масштабуємо їх інструментом **Select and Uniform Scale** (Виділити і рівномірно масштабувати) в бік зменшення так, щоб сформувати найвужчу область гангелі (рис. 2.59). Зауважимо, що вершини розташовані занадто близько. Щоб виділення проходило вдало, слід збільшити масштаб зображення і перейти в режим одного вікна, клацнувши на кнопці **Min / Max Toggle** (Перемикач **Min / Max**). Крім того, при певному положенні об'єкту не кожен перетин вдасться виділити ідеально (частина вершин зі зворотного боку об'єкта можуть виявитися невиділеними), тому можливо, що об'єкт доведеться неодноразово повертати і переходити з проекції в проекцію.

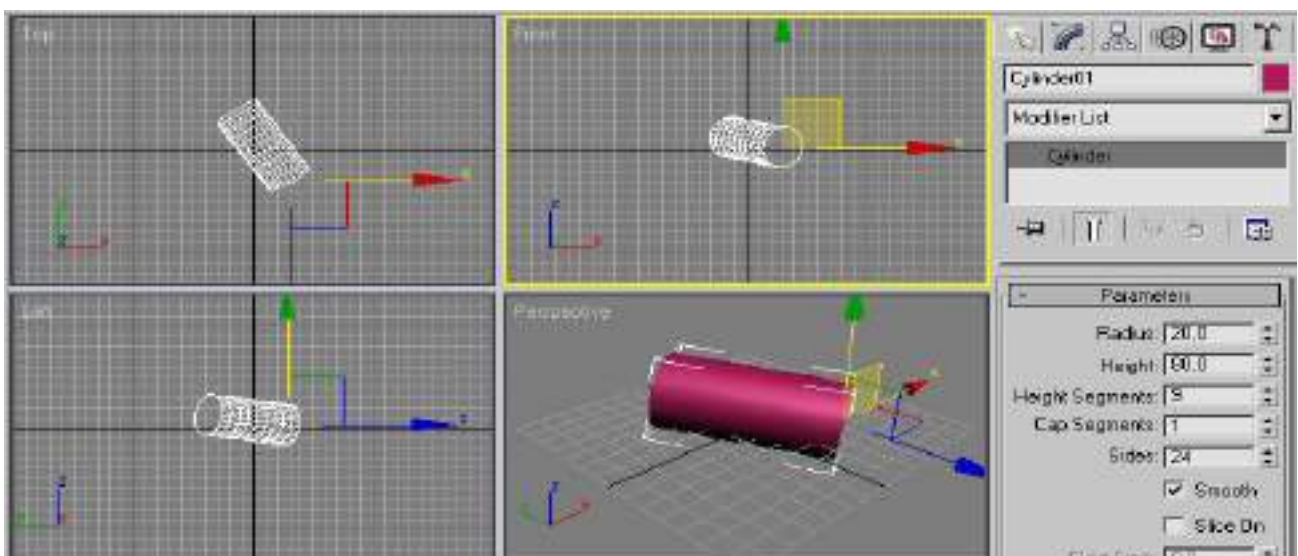


Рис.2.57. Вихідний циліндр

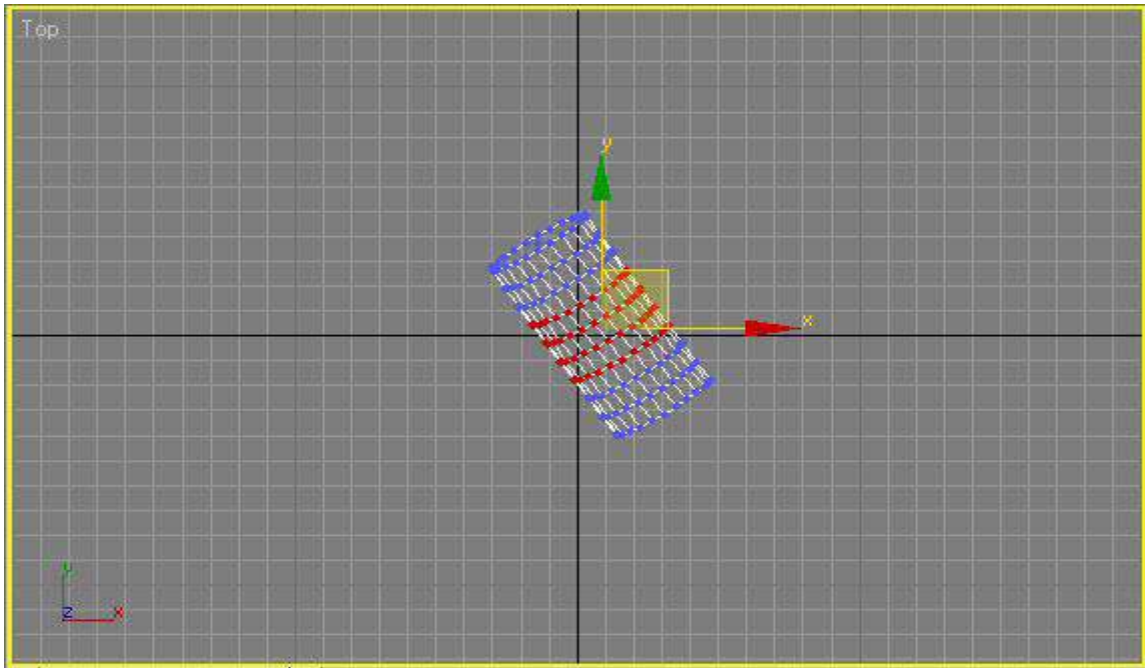


Рис.2.58. Виділення вершин в центральній частині циліндра

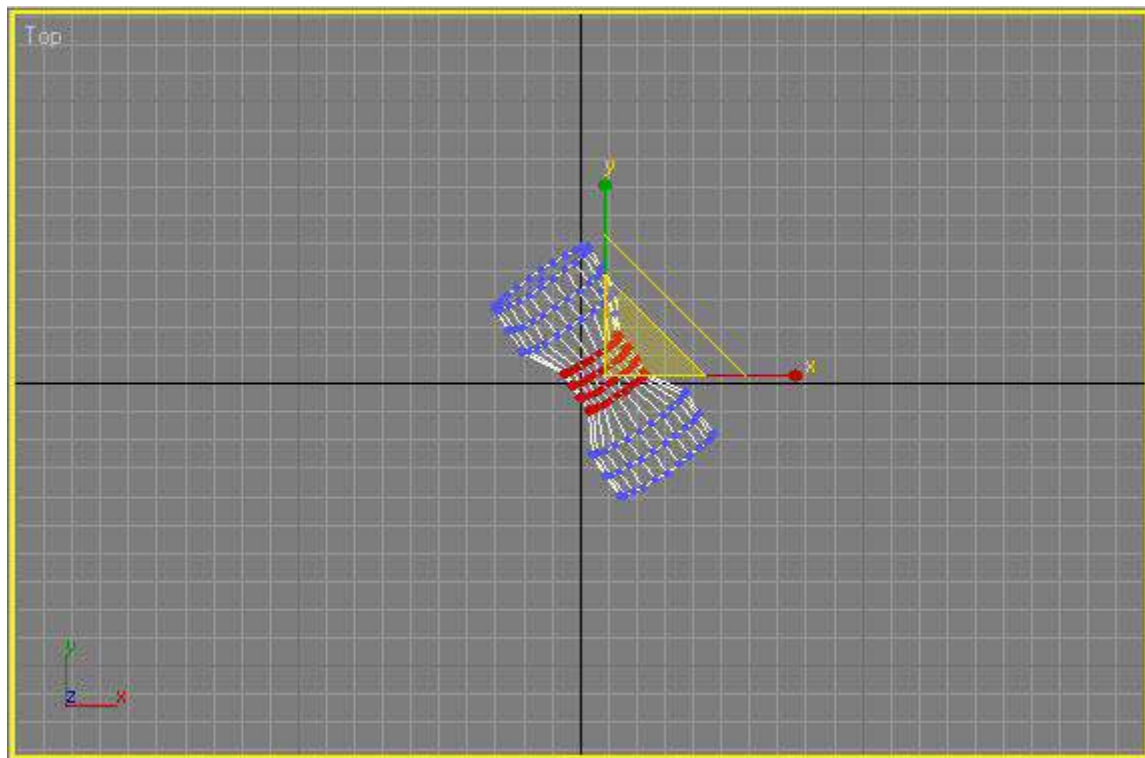


Рис.2.59. Результат масштабування в середній частині циліндра

Одночасно виділіть по два набори крайніх вершин циліндра (не забуваючи утримувати клавішу **Ctrl**) і масштабуємо вершини так, щоб відстані між перетинами збільшилися (рис. 2.60).

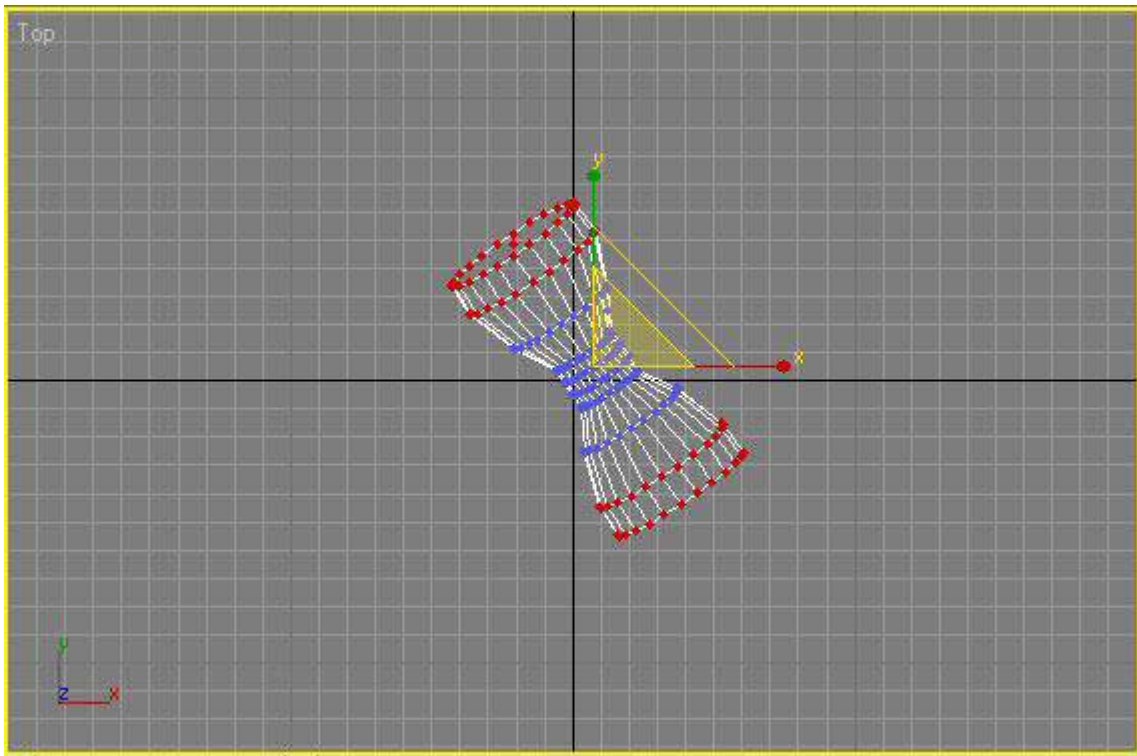


Рис.2.60. Масштабування крайніх вершин циліндра

Перейдемо в режим редагування полігонів, клацнувши на кнопці **Polygon**, і створимо фаски для крайніх перетинів. Для цього виділимо інструментом **Select Object** крайній лівий полігон, клацнемо на кнопці **Bevel** і визначимо параметри фаски мишею або введемо потрібні значення вручну (рис. 2.61). Другий варіант набагато надійніший, особливо з урахуванням того, що доведеться створювати таку саму фаску з правого боку. Створимо аналогічну фаску з правого боку. Отримана в результаті гантеля представлена на рис. 2.62.

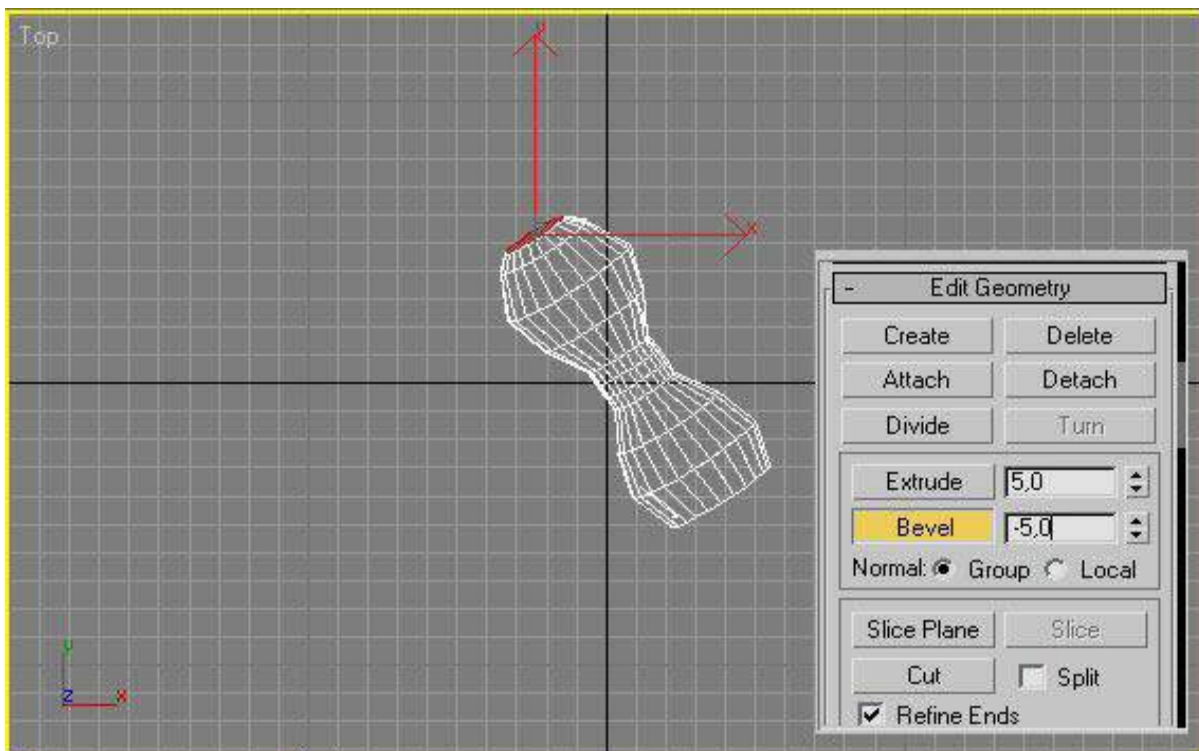


Рис.2.61. Додавання фаски з лівого боку

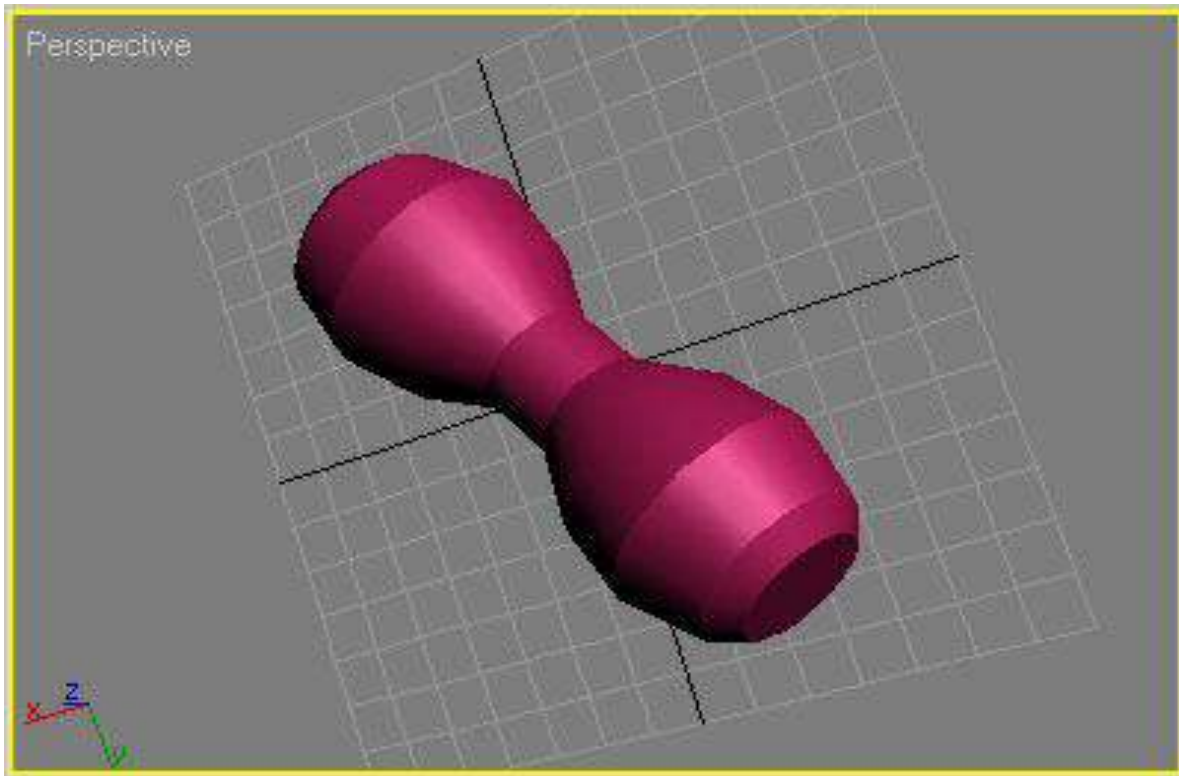


Рис.2.62. Гантеля

Морський їжак з геосфери

Створимо примітив **GeoSphere** з параметрами, представленими на рис. 2.63, і перетворимо об'єкт до типу **Editable Poly**. Перейдемо в режим редагування полігонів, виділимо всі полігони геосфери і застосуємо до них операцію **Bevel**, встановивши висоту скоса (**Height**) рівною нулю і обведення (**Outline Amount**) рівним одиниці (рис. 2.64). Не знімаючи виділення, повторимо дане перетворення ще три рази, щоразу змінюючи параметри відповідно до рис. 2.65, 2.66 і 2.67. Результат показаний на рис. 2.68. Для згладжування об'єкта застосуємо до нього модифікатор **MeshSmooth** (Згладити сітку), вибравши його зі списку **Modifier List**. Налаштуємо параметри модифікатора: в розділі **Subdivision Method** виберемо варіант **NURMS**, а в розділі **Subdivision Amount** встановимо значення **Iterations** (Ітерації) рівним нулю, а **Smoothness** (Гладкість вирівнювання) - рівним одиниці. Отримана в результаті модель нагадує морського їжака (рис. 2.69).

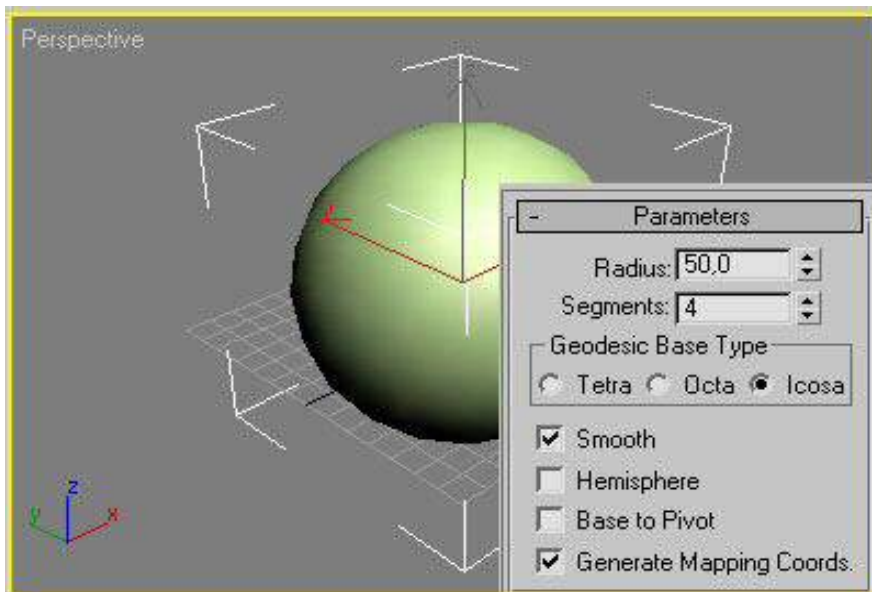


Рис.2.63. Вихідний об'єкт

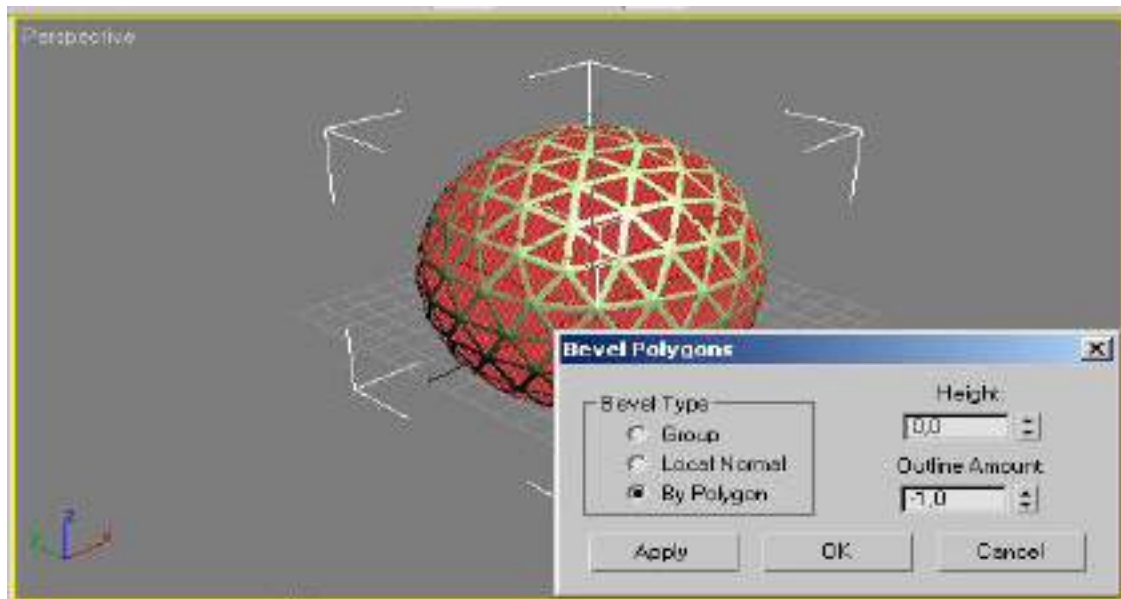


Рис.2.64. Результат першого застосування операції **Bevel**

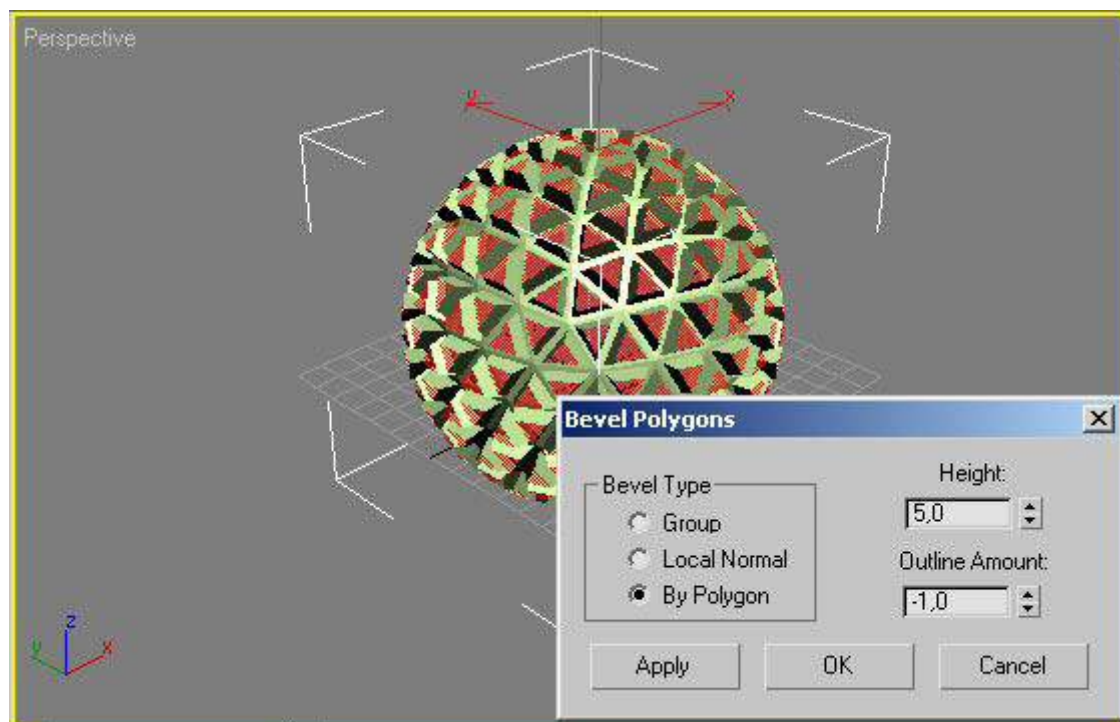


Рис.2.65. Результат другого застосування операції **Bevel**

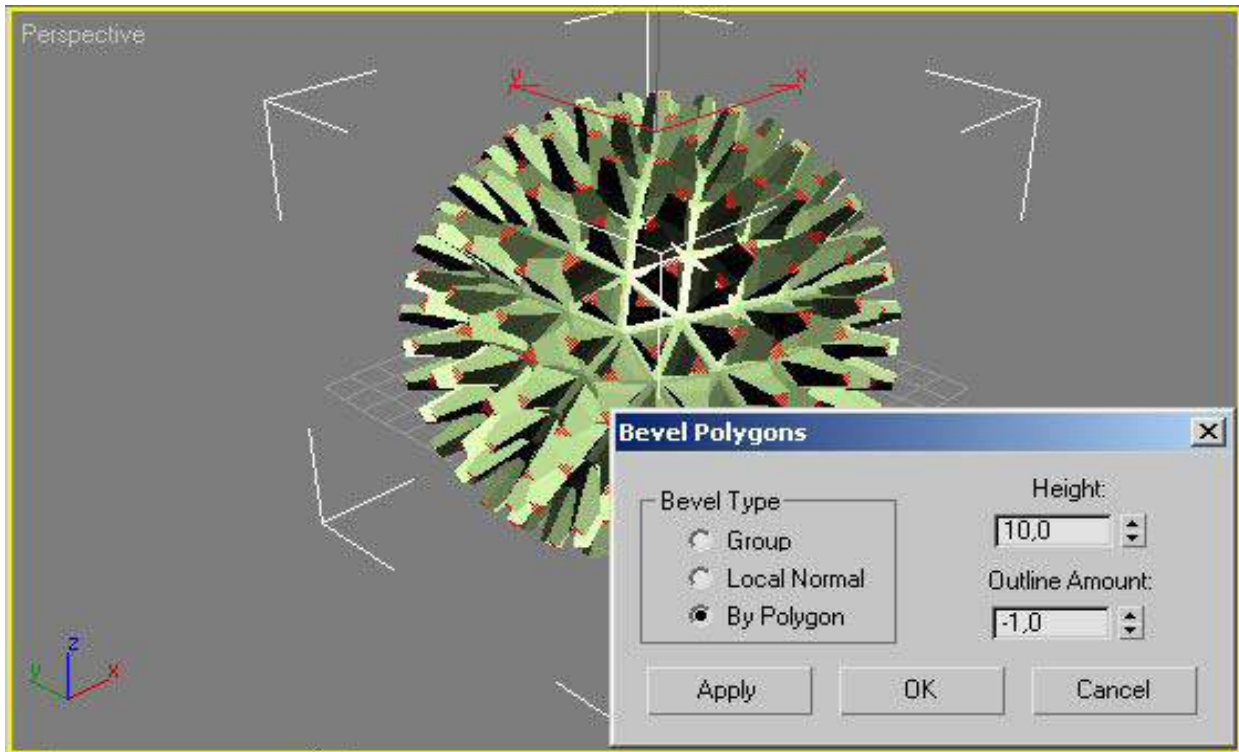


Рис.2.66. Результат третього застосування операції **Bevel**

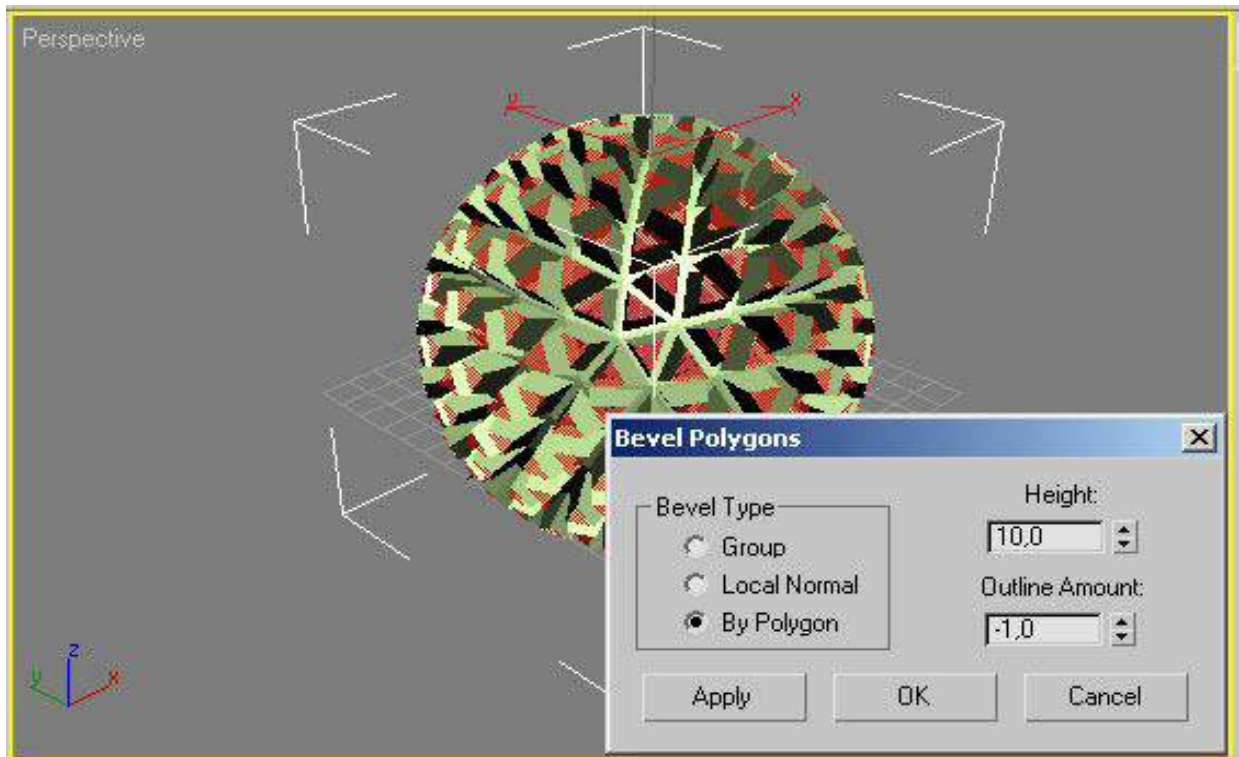


Рис.2.67. Результат четвертого застосування операції **Bevel**

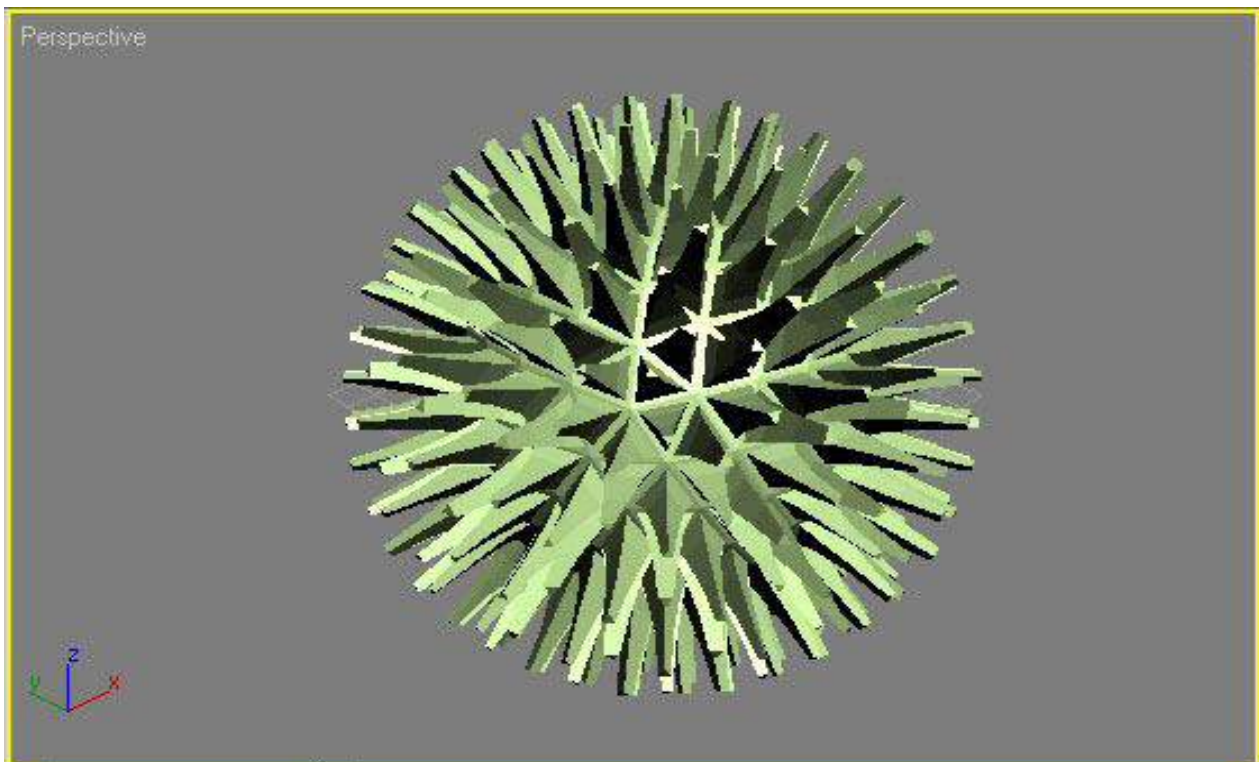


Рис.2.68. Вигляд геосфери після багаторазової **Bevel**-деформації

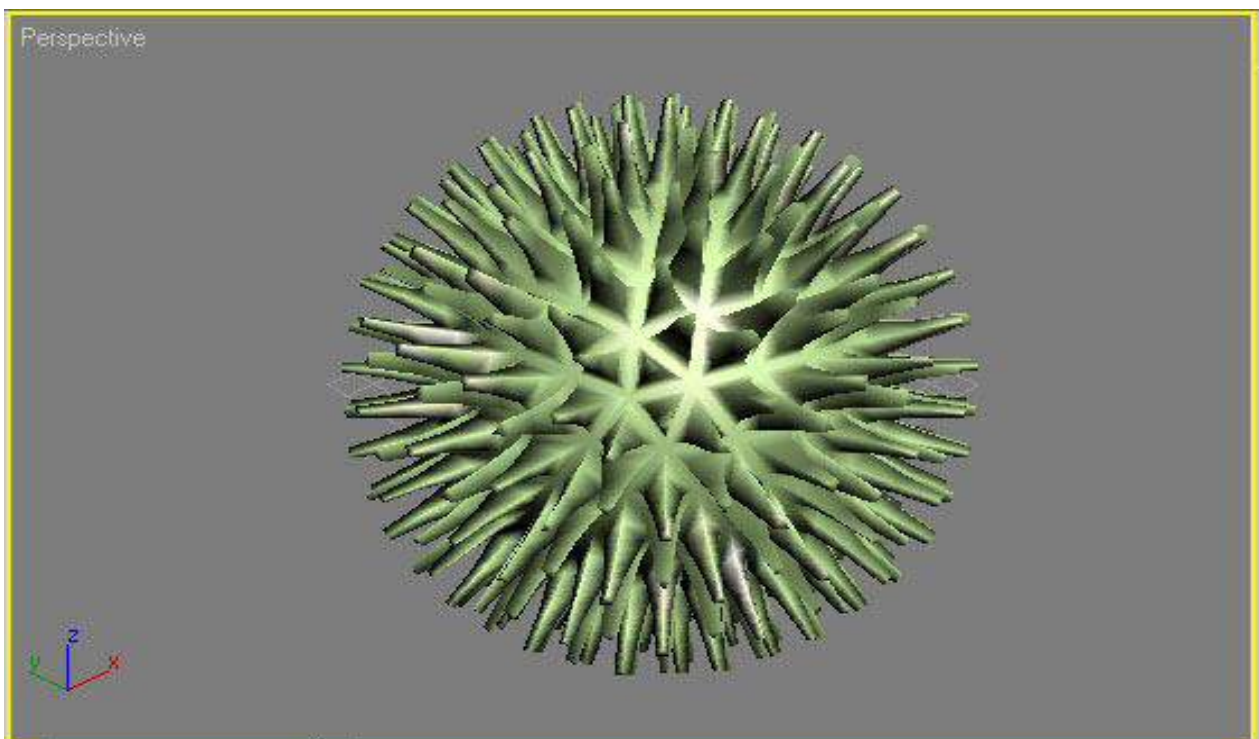


Рис.2.69. Морський їжак

Кубик Рубика з куба

Створимо кубик Рубика не з набору окремих кубиків, а на основі одного куба. Створимо примітив **Box** (Коробка) з такими параметрами як на рис. 2.70. Звернемо увагу на число сегментів по глибині, висоті і ширині, яке точно відповідає запланованому числу кубиків на кожній зі сторін: вибрано три сегменти, а значить, буде і

три кубика. 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** - **By Polygon**, **Height** - 5, **Outline Amount** - 0. А потім повторимо цю ж саму операцію щодо полігонів, але вже при параметрах **Height** - 0 і **Outline Amount** - 2. В результаті куб виявиться розбитим на окремі кубічні фрагменти і буде дуже схожий на справжній кубик Рубика (рис. 2.71).

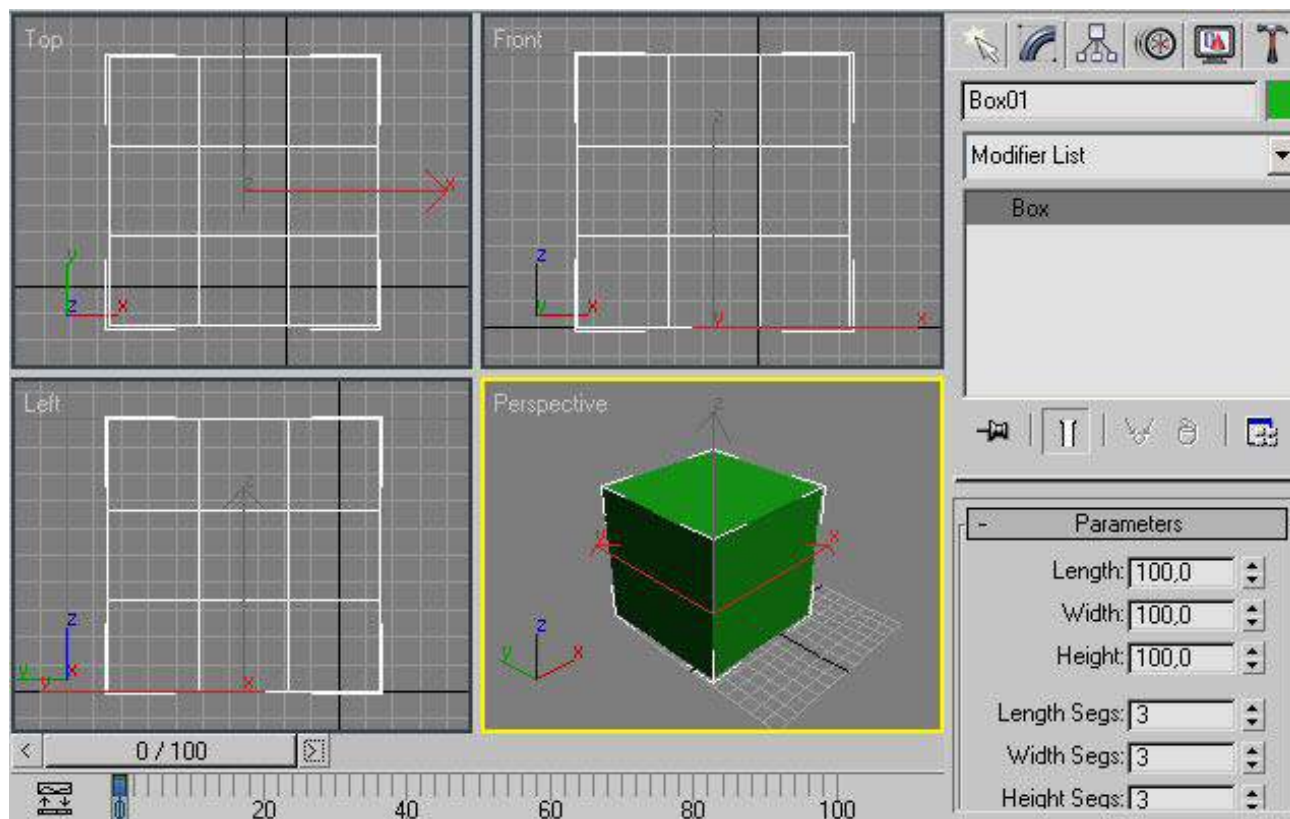


Рис.2.70. Вихідний об'єкт

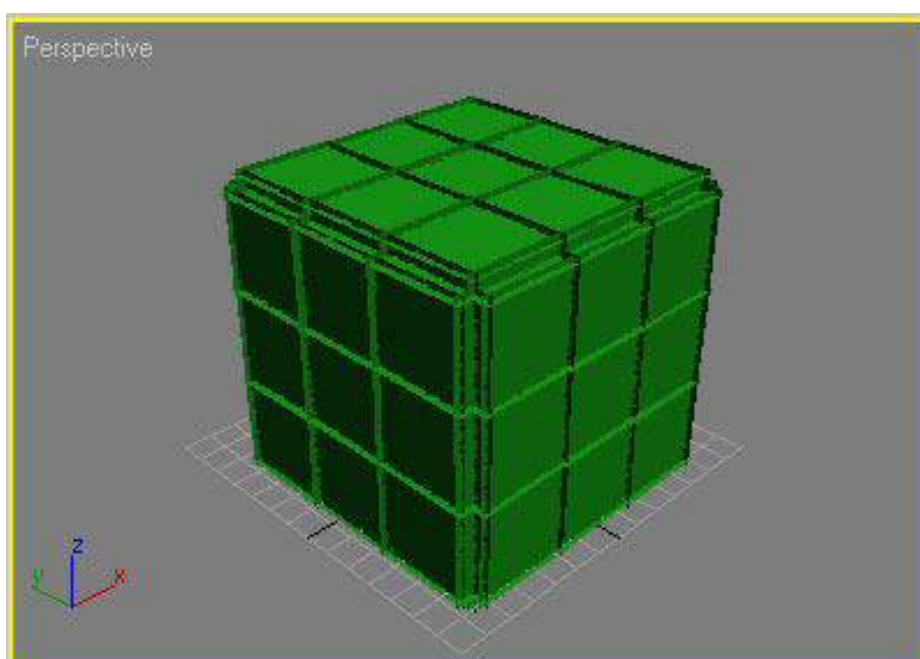


Рис.2.71. Кубик Рубика

При бажанні кубик можна зробити різнобарвним. Для цього його доведеться попередньо розбити на окремі елементи. Виділимо полігони, розташовані на одному боці кубика (рис. 2.72), потім натиснемо в підменю **Edit Geometry** на кнопці **Detach** (Завершити з'єднання, рис. 2.73) - підоб'єкти виявляться відокремленими. Щоб виділити відокремлений об'єкт, клацнемо на кнопці **Select By Name** (Виділяти по імені) і виберемо ім'я об'єкта (рис. 2.74), а потім перефарбуємо його в інший колір (рис. 2.75). Знову перейдемо до куба, активізуємо режим редагування полігонів і аналогічним чином виділимо полігони на іншому боці кубика. Перетворимо їх в окремий об'єкт командою **Detach** (Завершити з'єднання), виділимо створений об'єкт по імені і теж перефарбуємо. І так для всіх інших його граней. Для згладжування всієї моделі виділимо всі вхідні в неї об'єкти, клацнувши на кнопці **Select By Name** (Виділяти по імені) і вказавши варіант **All** (Все). Застосуємо до них модифікатор **Mesh Smooth** (Згладити сітку) при параметрах як на рис. 2.76. Отриманий в кінцевому рахунку різнокольоровий кубик Рубика представлений на рис. 2.77.

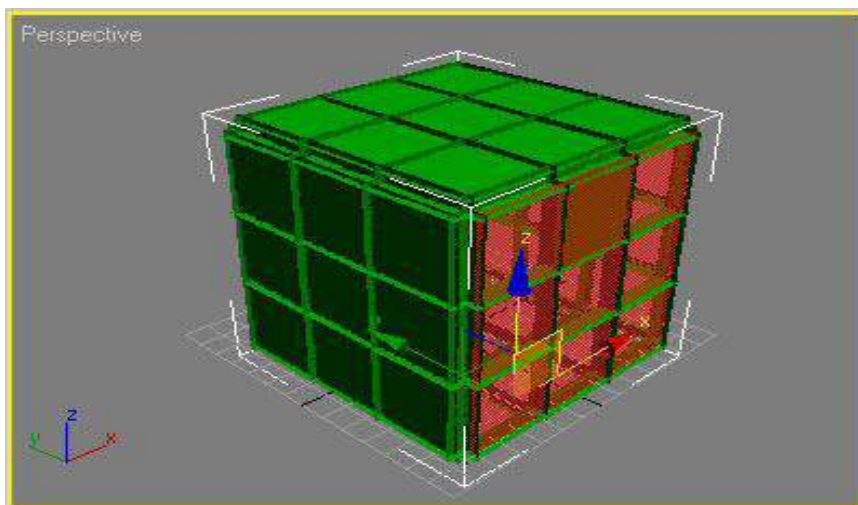


Рис.2.72. Виділення відокремлюваних полігонів

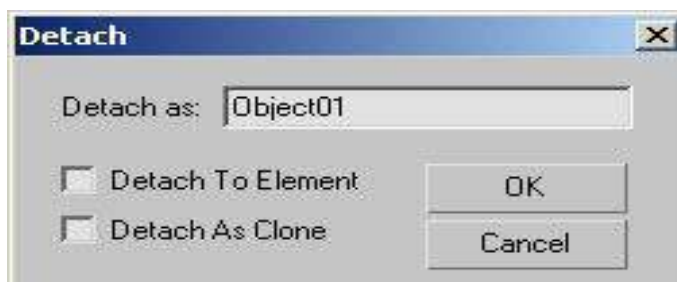


Рис.2.73. Параметри операції **Detach**

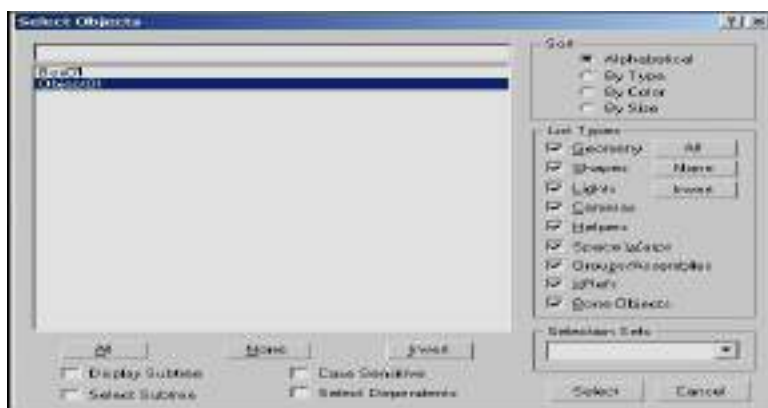


Рис.2.74. Виділення об'єкта **Object01**

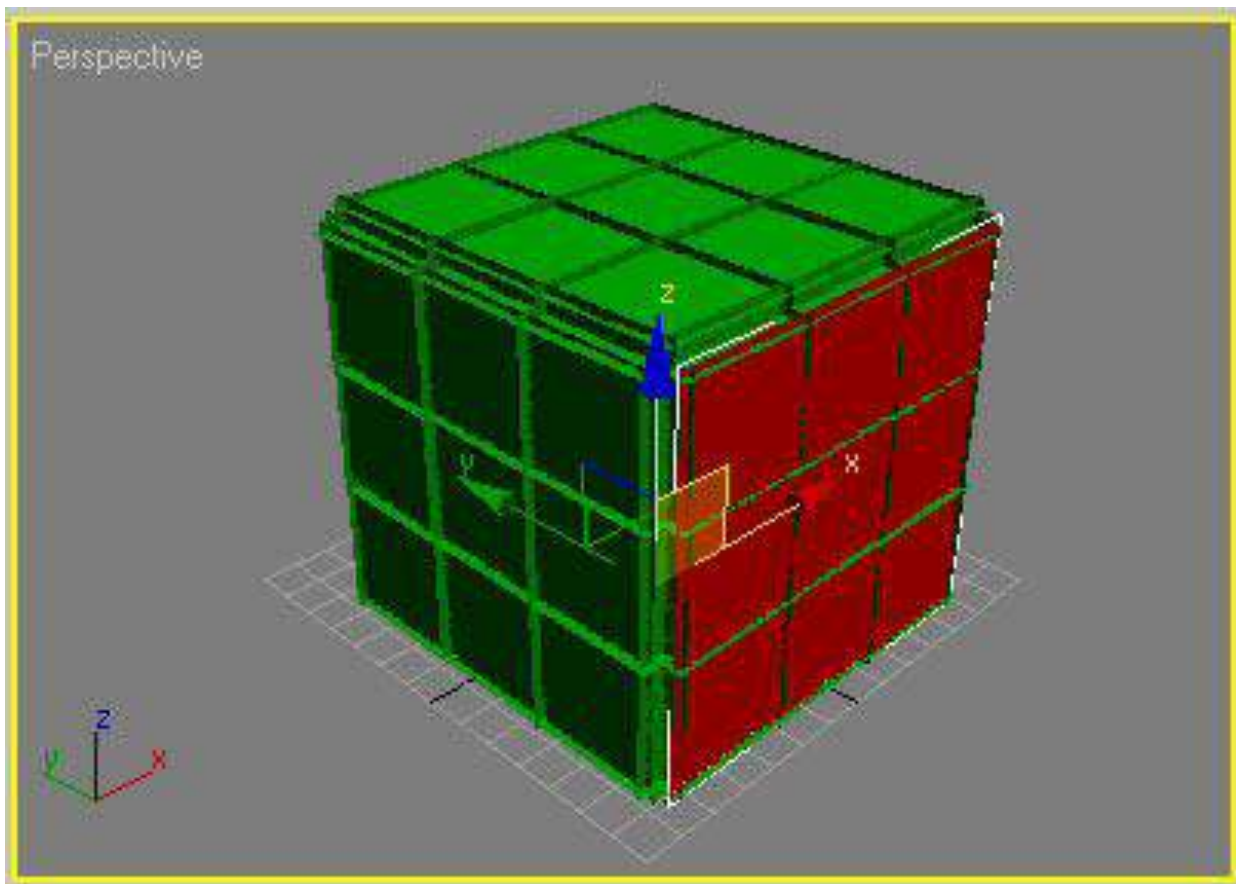


Рис.2.75. Кубик після перефарбовування однієї зі сторін

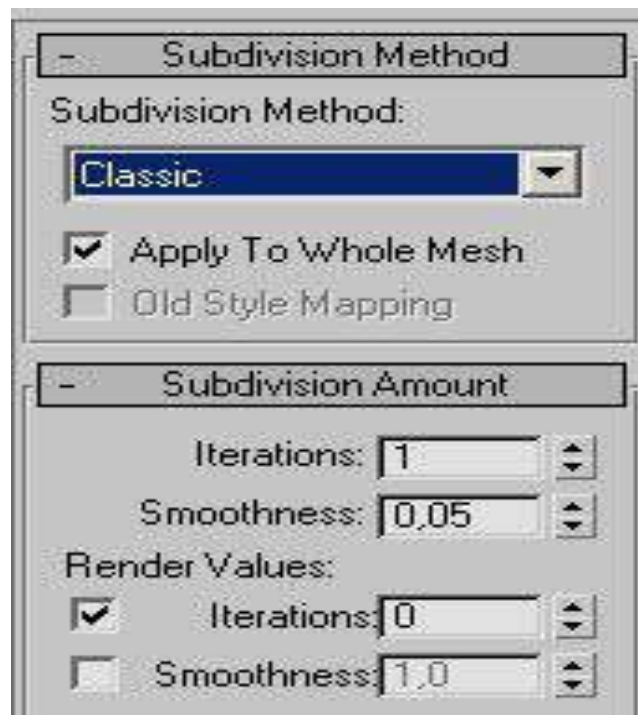


Рис.2.76. Налаштування параметрів модифікатора **MeshSmooth**

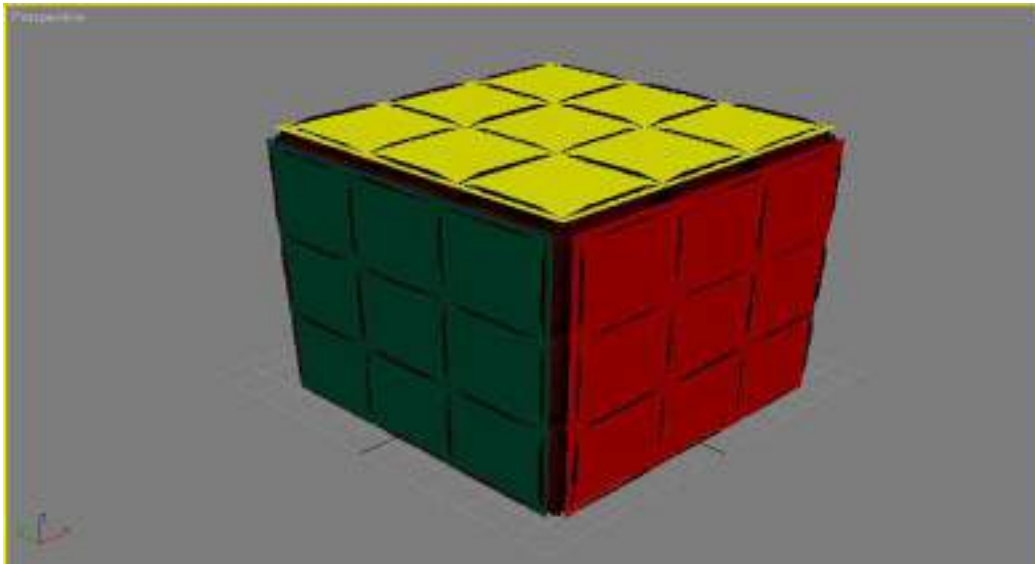


Рис.2.77. Різнобарвний кубик Рубика

Ограновані кристали з геосфери

Створимо примітив **GeoSphere** (рис. 2.78), конвертуємо його в тип **Editable Mesh** і перейдемо в режим редагування вершин. Виділимо всі вершини вище центрального перетину (рис. 2.79) і зведемо їх в одну площину, клацнувши в підменю **Edit Geometry** на кнопці **Make Planar** (Привести до площини, рис. 2.80). Виділимо всі вершини, що лежать нижче центрального перетину (рис. 2.81), і зведемо їх в одну точку, клацнувши на кнопці **Collapse** (Звести в точку, рис. 2.82). Після закінчення позбудемося від гострих кутів - для цього перейдемо в режим редагування ребер **Edge**, виділимо всі ребра і застосуємо до них операцію **Chamfer** (Пряма фаска), встановивши величину скоса в 0,5 одиниць. В результаті буде отриманий кристал, представлений на рис. 2.83 (звичайно, щоб створений об'єкт дійсно був схожий на кристал, потрібна серйозна настройка текстури).

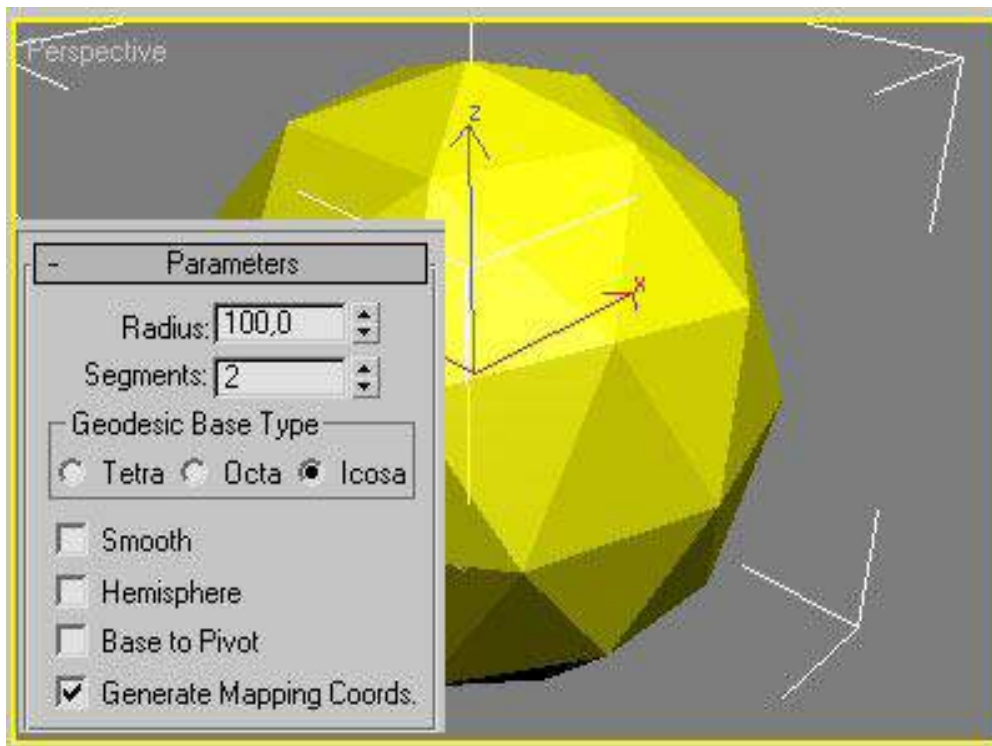


Рис. 2.78. Вихідний об'єкт

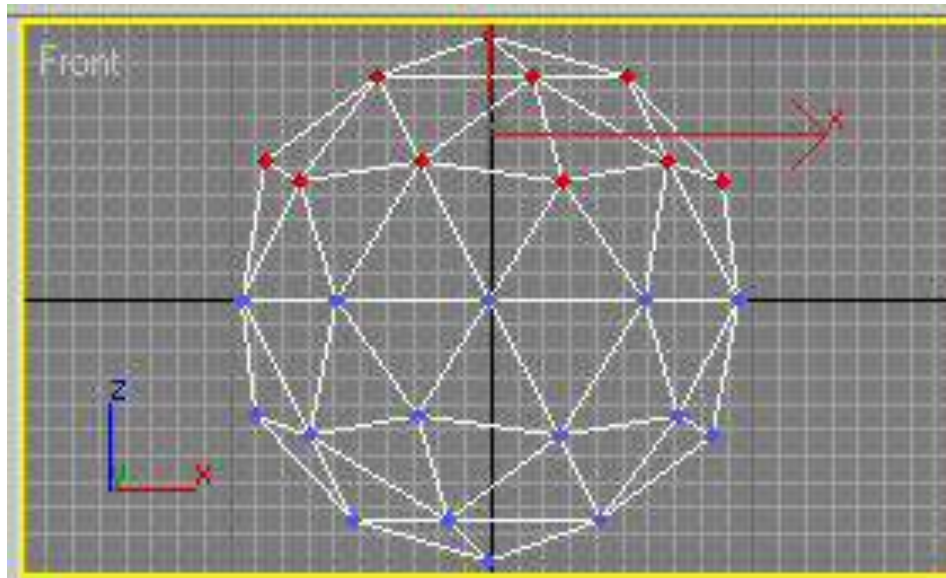


Рис.2.79. Виділення вершин, що будуть зводитись в площину

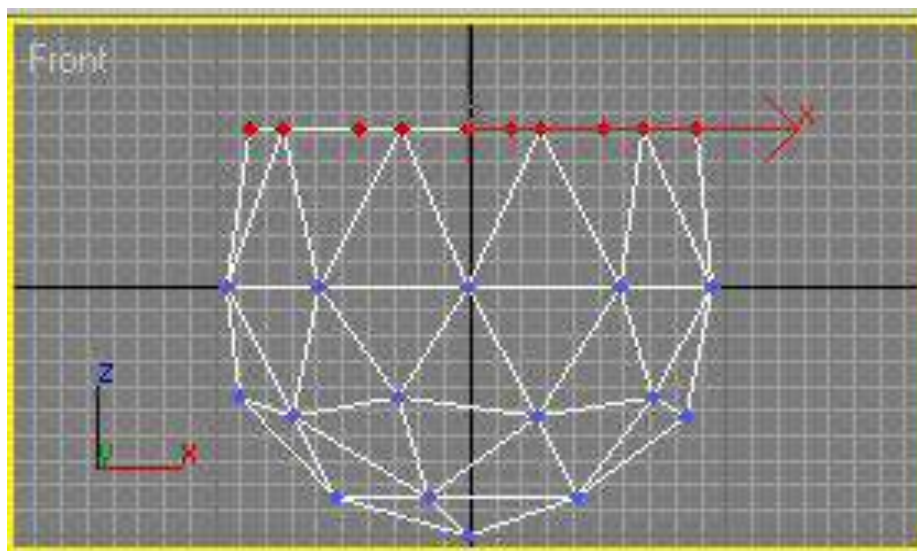


Рис.2.80. Результат зведення вершин в площину

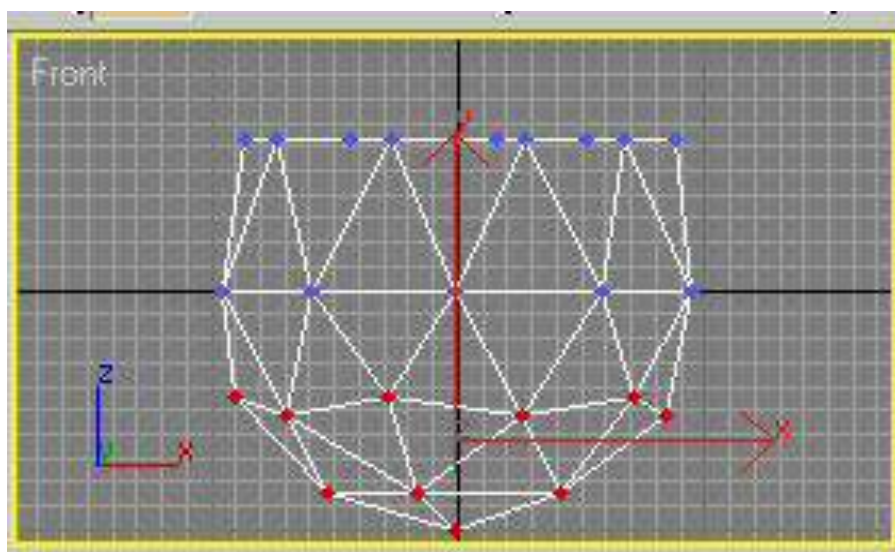


Рис.2.81. Виділення вершин, що будуть зводитися в точку

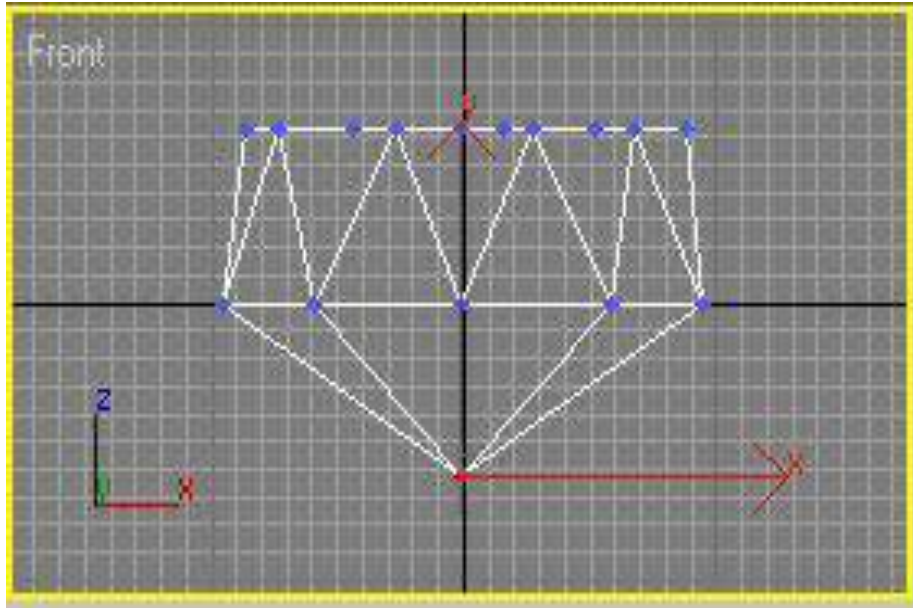


Рис.2.82. Результат зведення вершин в точку

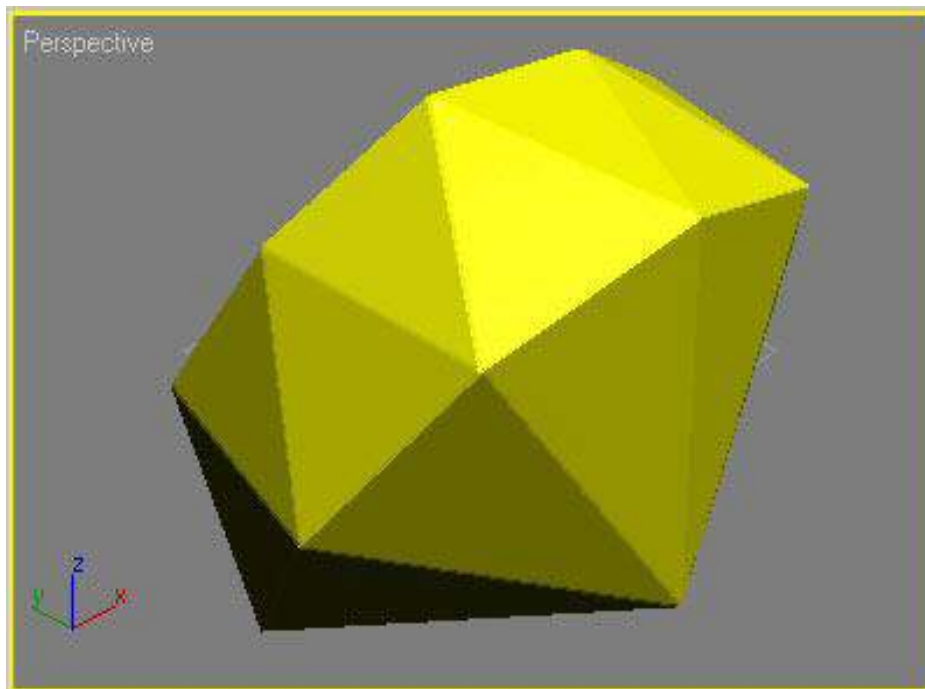


Рис.2.83. Огранований кристал

При бажанні форму створеного кристала можна змінювати, масштабуючи і переміщаючи окремі вершини. Однак попередньо варто об'єднати зведені воєдино вершини в одну точку. Справа в тому, що при зведенні вершин на площину або в точку вони зберігаються окремо, так що потім при моделюванні на рівні вершин будуть виникати 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 з усіма витікаючими з цього наслідками. Для об'єднання обраних вершин в одну призначені функції **Weld** (Об'єднати, рис. 2.84). При активізації кнопки **Selected** (Вибрані) операція проводиться над усіма виділеними вершинами, що потрапляють

в **Weld Threshold** (Поріг об'єднання). Кнопка **Target** (Цільові) дозволяє об'єднувати вершини, переміщуючи обрану вершину до необхідної.



Рис.2.84. Меню функції **Weld**

Для прикладу змінимо форму кристалу, щоб він став більш плоским і широким. Інструментом **Lasso Selection Region** (Виділення ласо) спочатку виділимо всі вершини площини (кристал потрібно попередньо повернути таким чином, щоб можна було виділити тільки потрібні вершини, (рис. 2.85)). Встановимо величину порога **Weld Threshold** (Поріг об'єднання) дорівнює 1 і клацнемо на кнопці **Selected** (Вибрані) - вершини площини об'єднуються. Аналогічним способом виділимо і об'єднаємо вершини, які були зведені в одну точку. Після цього послідовно масштабуємо і перемістимо потрібні вершини (рис. 2.86).

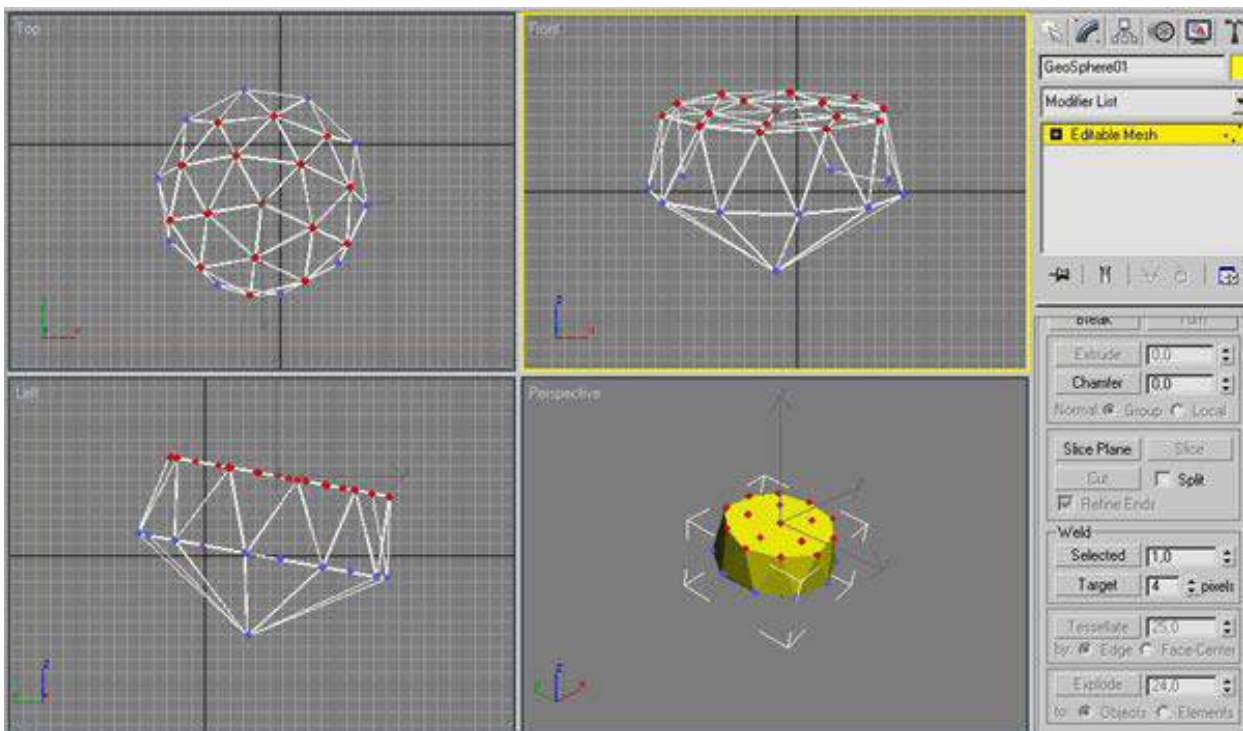


Рис.2.85. Виділення об'єднуваних вершин

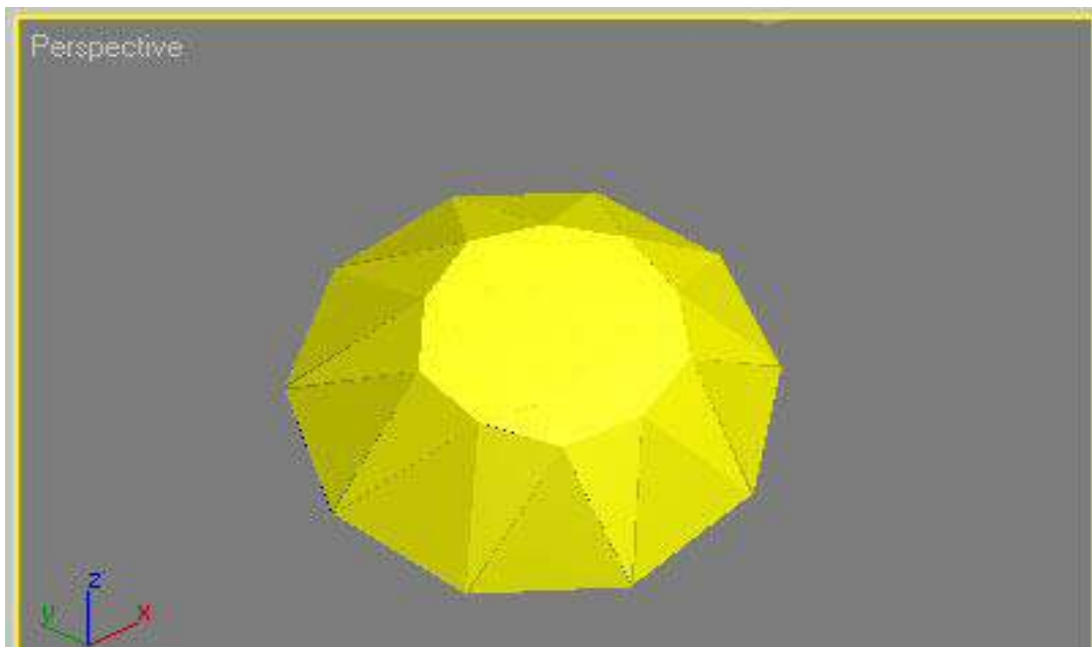


Рис.2.86. Готовий кристал

Футбольний м'яч з геосфери

Створимо геосферу з параметрами, представленими на (рис. 2.87). На параметри звернемо особливу увагу, так як досить складно знайти такі варіанти, коли полігони вдається точно об'єднати в шестикутники, що є елементами м'яча. Перетворимо об'єкт до типу **Editable Poly** і перейдемо в режим редагування полігонів. Почнемо послідовно виділяти полігони геосфери, утримуючи клавішу **Ctrl** і формуючи з них шестикутники. В кінцевому рахунку потрібно обробити всі полігони, але виділяти одночасно сусідні шестикутники не можна, так як застосовані до них потім операції повинні залучатися окремо до кожної групи шестикутників. Однак, для прискорення процесу можна за один прийом виділяти ті, що не межують один з одним шестикутники, наприклад, як показано на (рис. 2.88). Після закінчення виділення партії шестикутників застосуємо до них операцію **Extrude**, встановивши в поле **Extrusion Type** варіант **Group** і привласнивши параметру **Extrusion Height** значення 0,2. Потім виконаємо таку ж дію щодо наступної партії шестикутників і т.д. Остаточний результат представлений на (рис. 2.89).

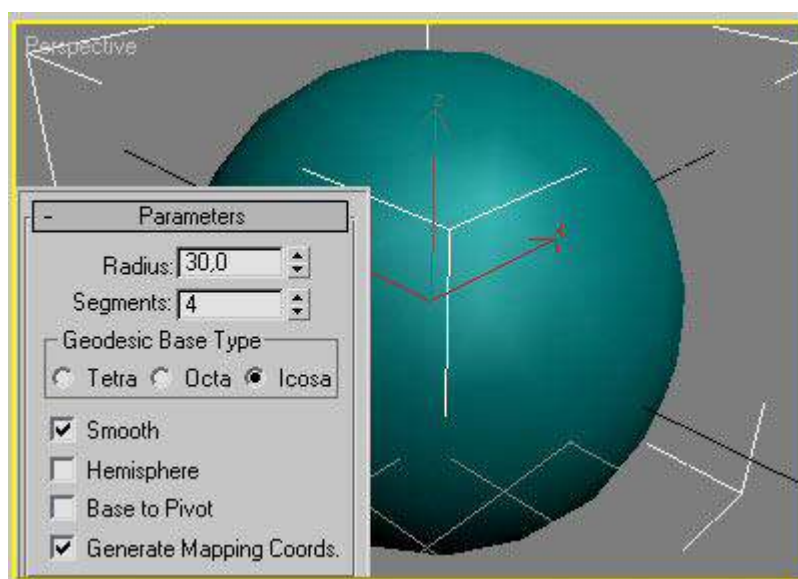


Рис.2.87. Вихідний об'єкт

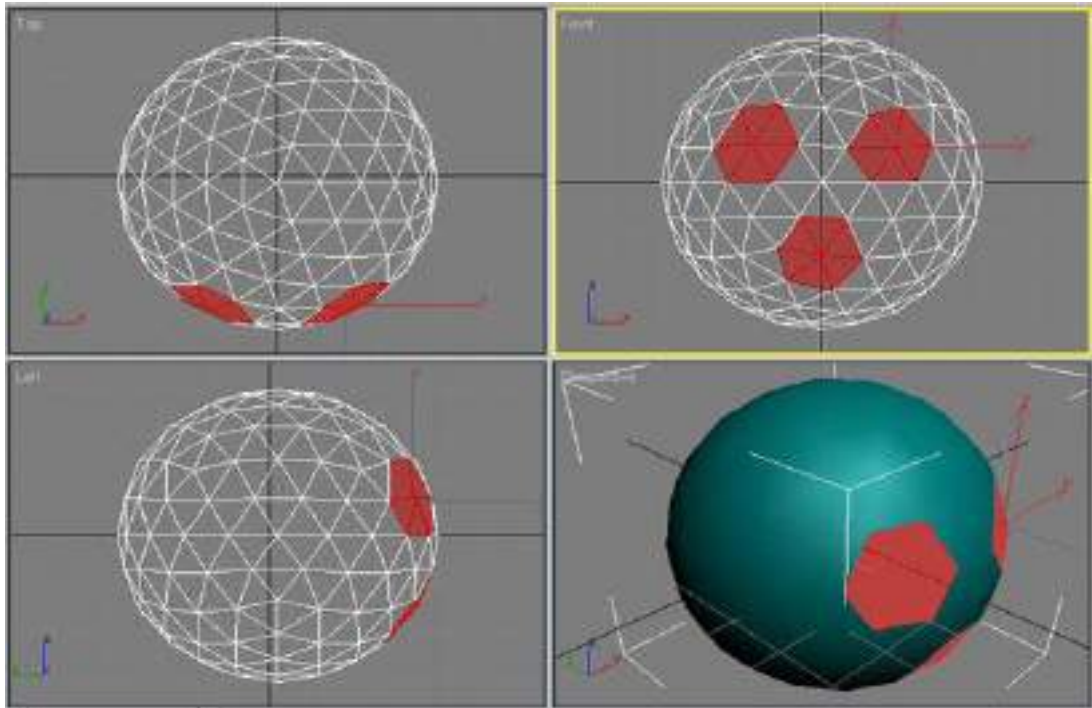


Рис.2.88. Виділення окремих шестикутників м'яча

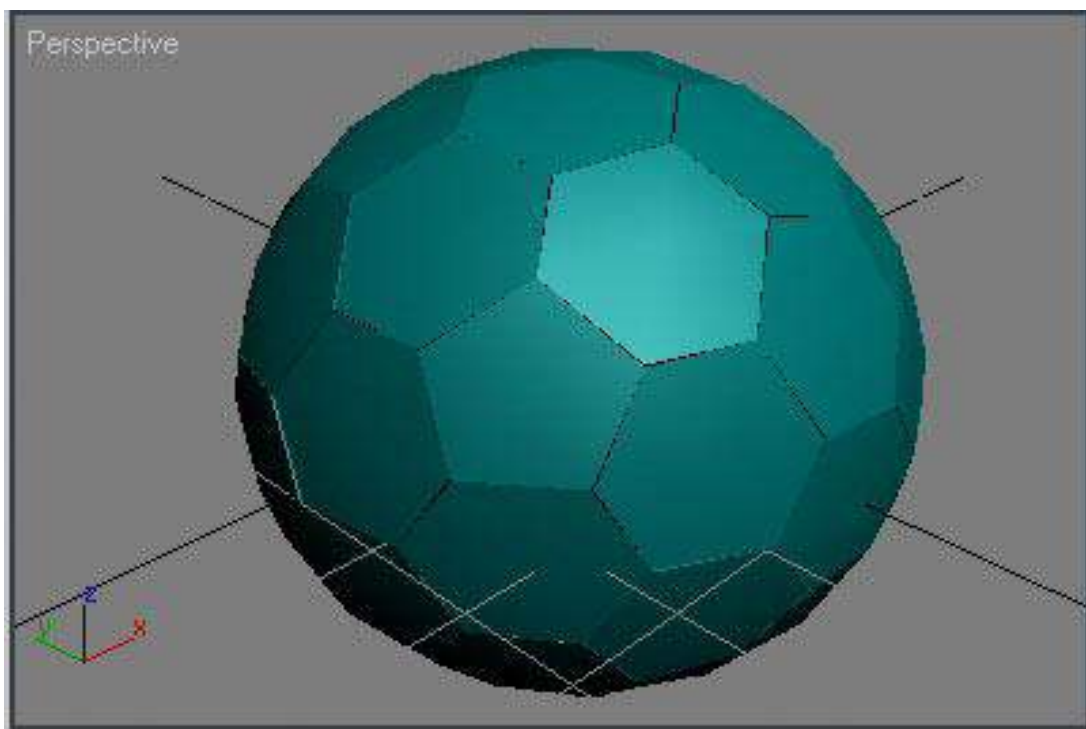


Рис.2.89. Результат застосування перетворення **Extrude** до всіх шестикутників

Після цього для кожного шестикутника застосуємо операцію **Bevel** при таких параметрах, як на (рис. 2.90), що призведе до чергової зміни геосфери (рис. 2.91). Для згладжування об'єкта застосуємо до нього модифікатор **Mesh Smooth** (Згладити сітку), налаштувавши його параметри відповідно до (рис. 2.92). Отриманий в результаті футбольний м'яч представлений на (рис. 2.93).

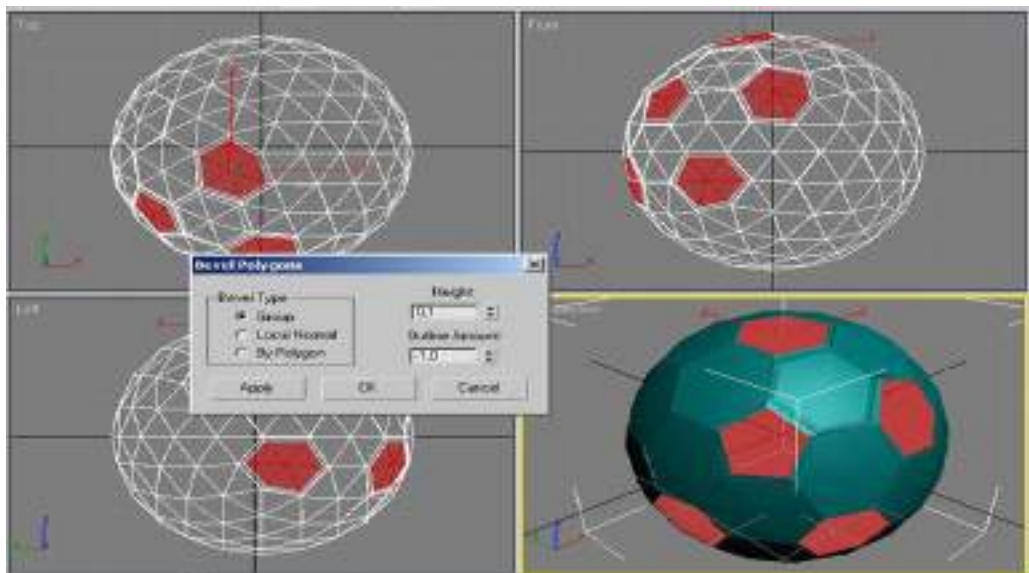


Рис.2.90. Застосування **Bevel** до чергової партії шестикутників

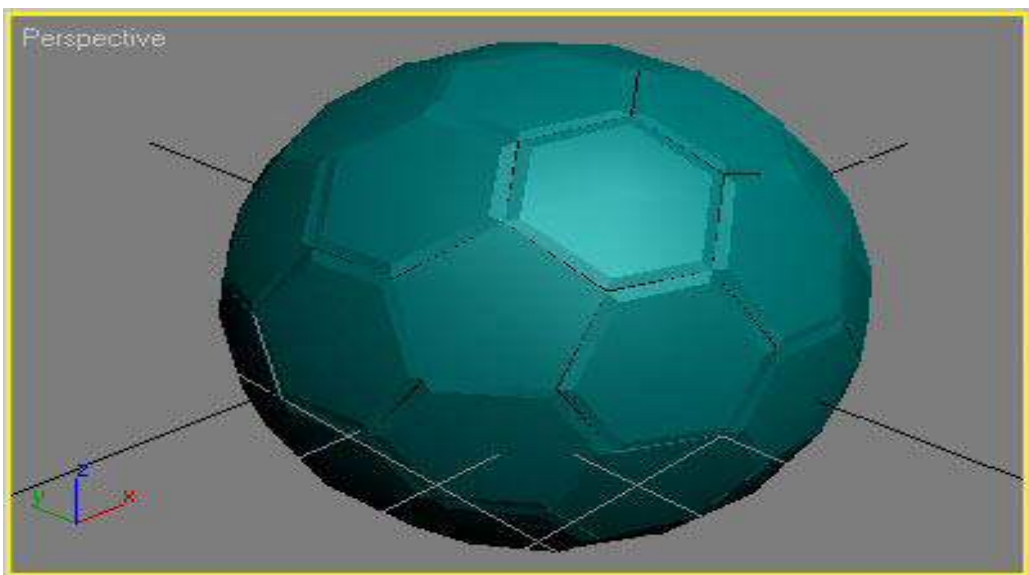


Рис.2.91. Геосфера після витискування і накладення фасок

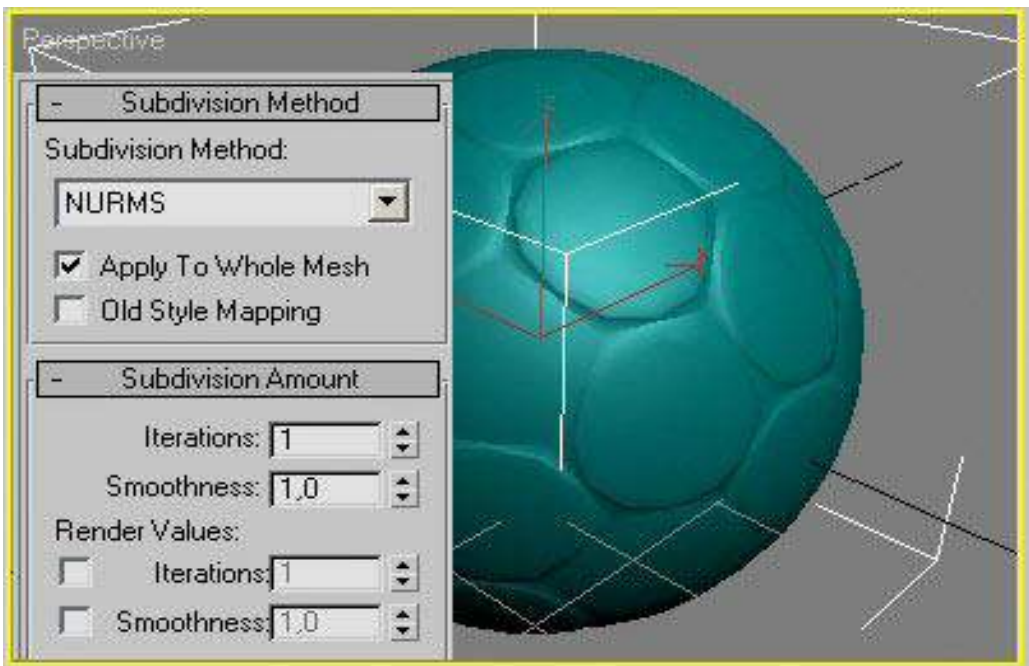


Рис.2.92. Налаштування параметрів модифікатора **MeshSmooth**

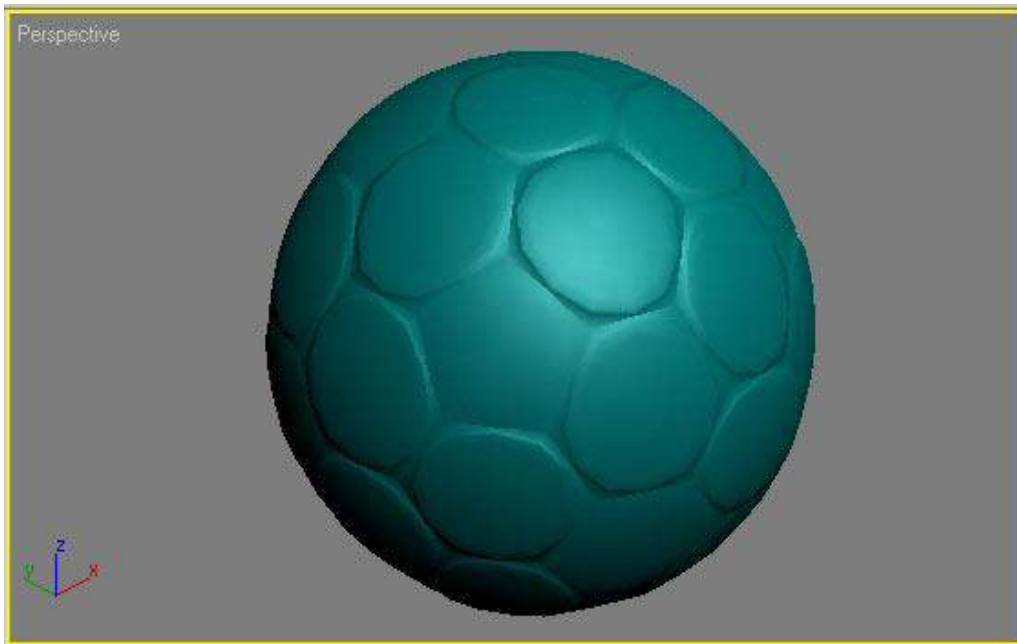


Рис.2.93. Футбольний м'яч

Шаховий пішак з циліндра

Створимо циліндр з параметрами, приведеними на рис.2.94. Оскільки в об'єкті досить багато перетинів, для зручності, залежно від ситуації, будемо їх нумерувати в напрямку знизу вгору або в зворотному напрямку. Перетворимо об'єкт до типу **Editable Mesh** і перейдемо в режим редагування вершин. Встановивши варіант виділення прямокутних областей (**Rectangular Selection Region**), виділимо вершини нижнього перетину і трохи перетягнемо їх по осі **Y** вниз (рис.2.95). Одночасно виділимо всі вершини чотирьох нижніх перетинів і перемістимо їх вниз на ту ж саму відстань. Потім виділимо вершини другого і третього перетинів знизу і масштабуємо їх так, як показано на рис. 2.96.

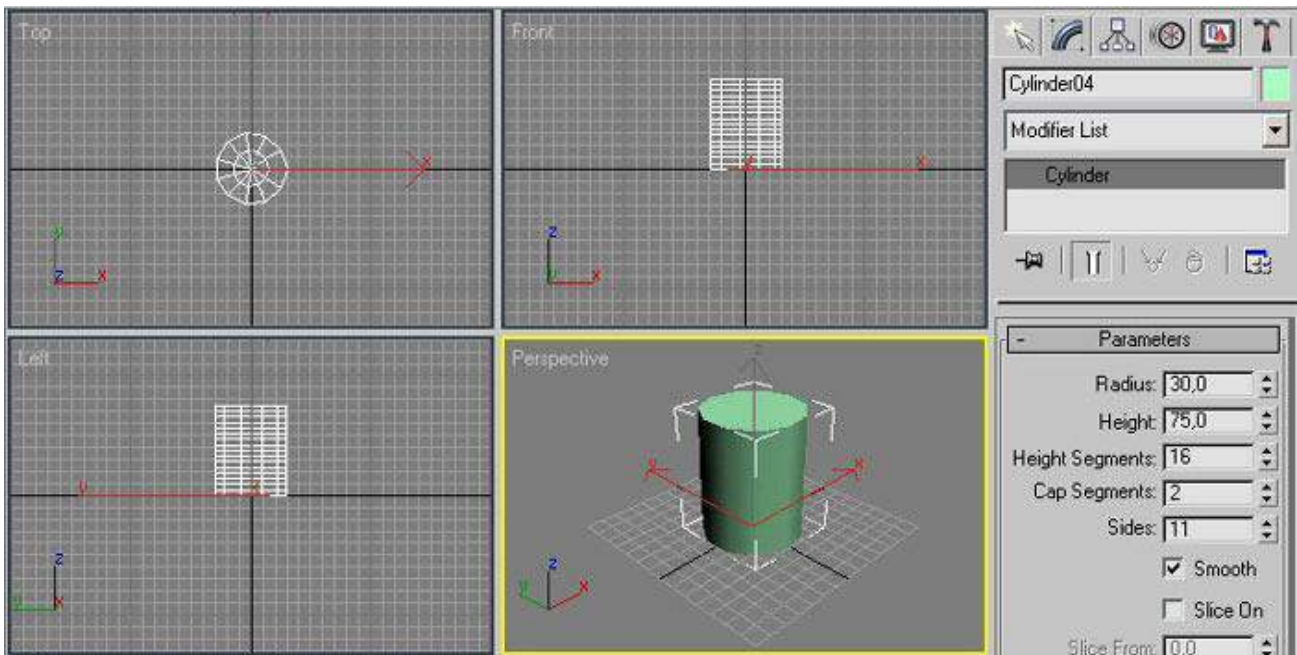


Рис.2.94. Вихідний об'єкт

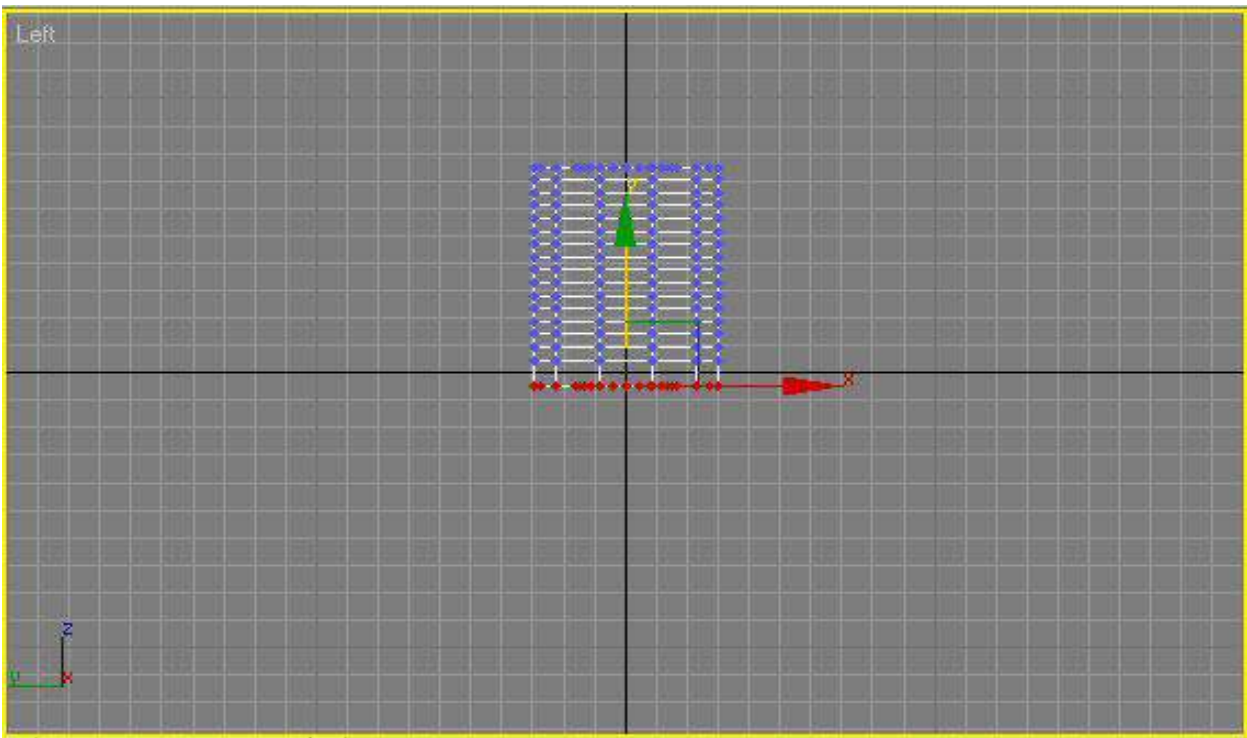


Рис.2.95. Переміщення вершин нижнього перерізу

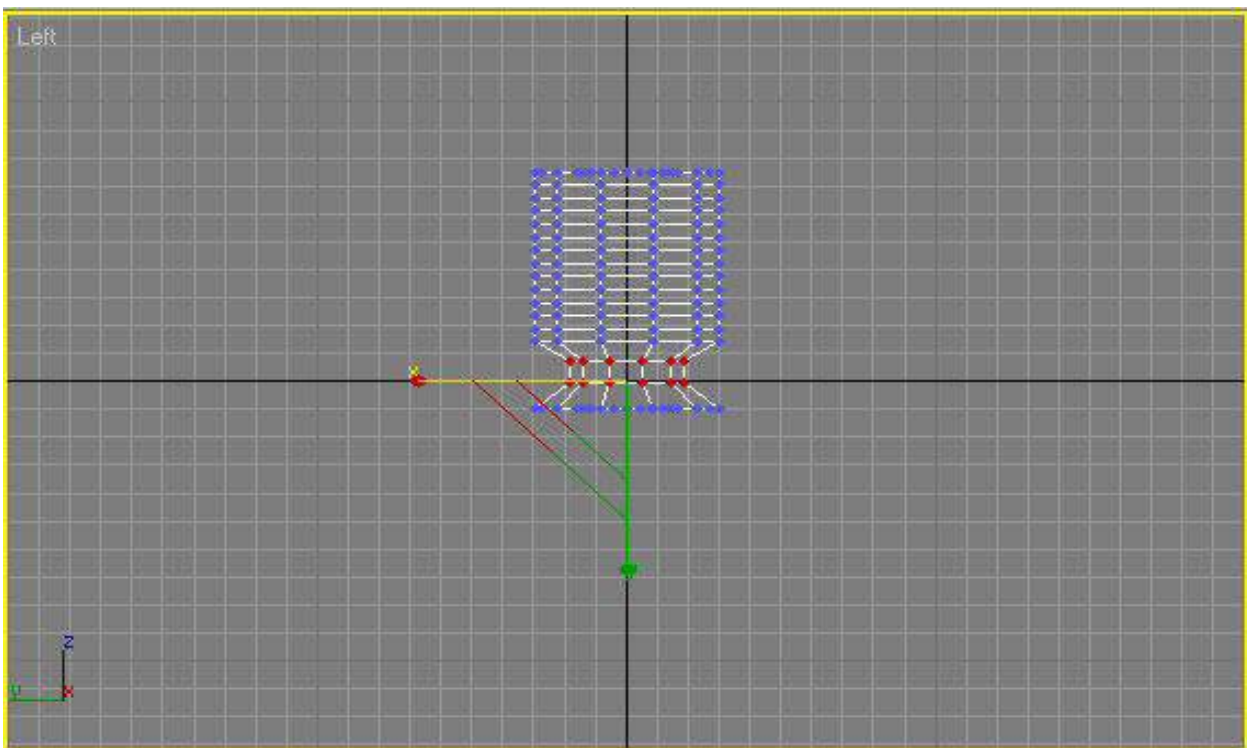


Рис.2.96. Результат масштабування вершин 2-го і 3-го перерізу

Перейдемо в режим редагування полігонів, клацнувши на кнопці **Polygon**. Виділимо полігон, який об'єднує другий і третій перетини знизу. Застосуємо до нього операцію **Extrude**, встановивши для нього режим **Local Normal**, і вручну введемо значення штампа рівне п'ять. Потім виділимо другий перетин знизу і масштабуємо полігон так, щоб діаметри першого і другого перетинів були однаковими. Таку ж операцію виконаємо щодо третього перетину (рис. 2.97).

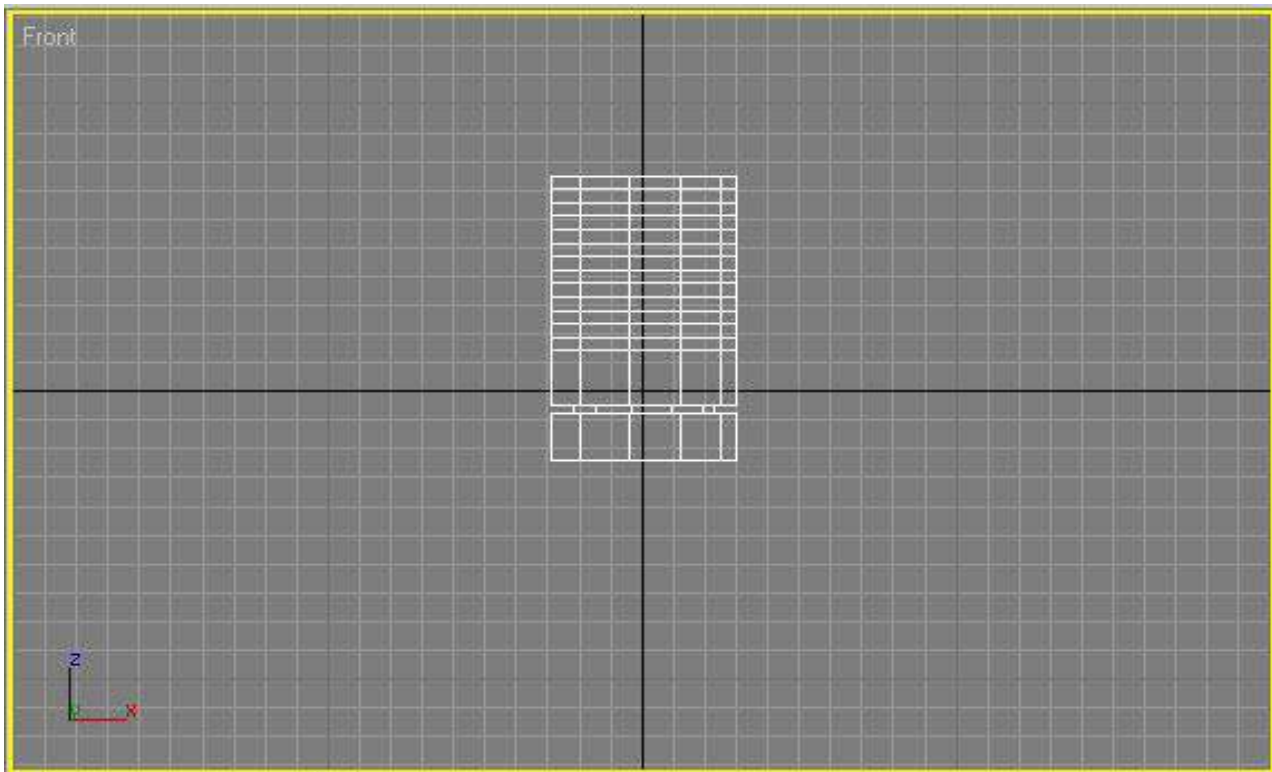


Рис.2.97. Об'єкт після штампування і повторного масштабування перерізів

Перейдемо в режим редагування ребер, клацнувши на кнопці **Edge**. Виділимо п'яте, шосте і сьоме ребра знизу і масштабуємо їх приблизно так, як показано на (рис. 2.98). Перейдемо в режим редагування вершин. Виділимо всі розташовані вище вершини і перемістимо їх вгору так, щоб відстань між сьомим і восьмим перетинами значно збільшилася (рис. 2.99).

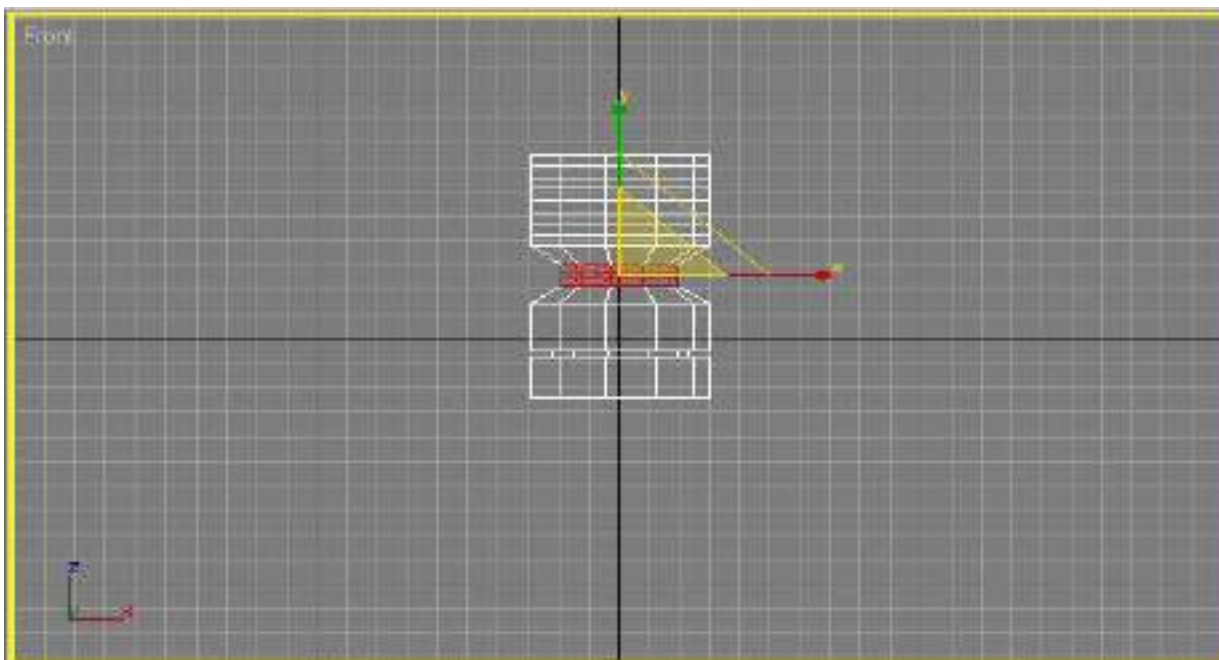


Рис.2.98. Масштабування 5-го, 6-го і 7-го ребер

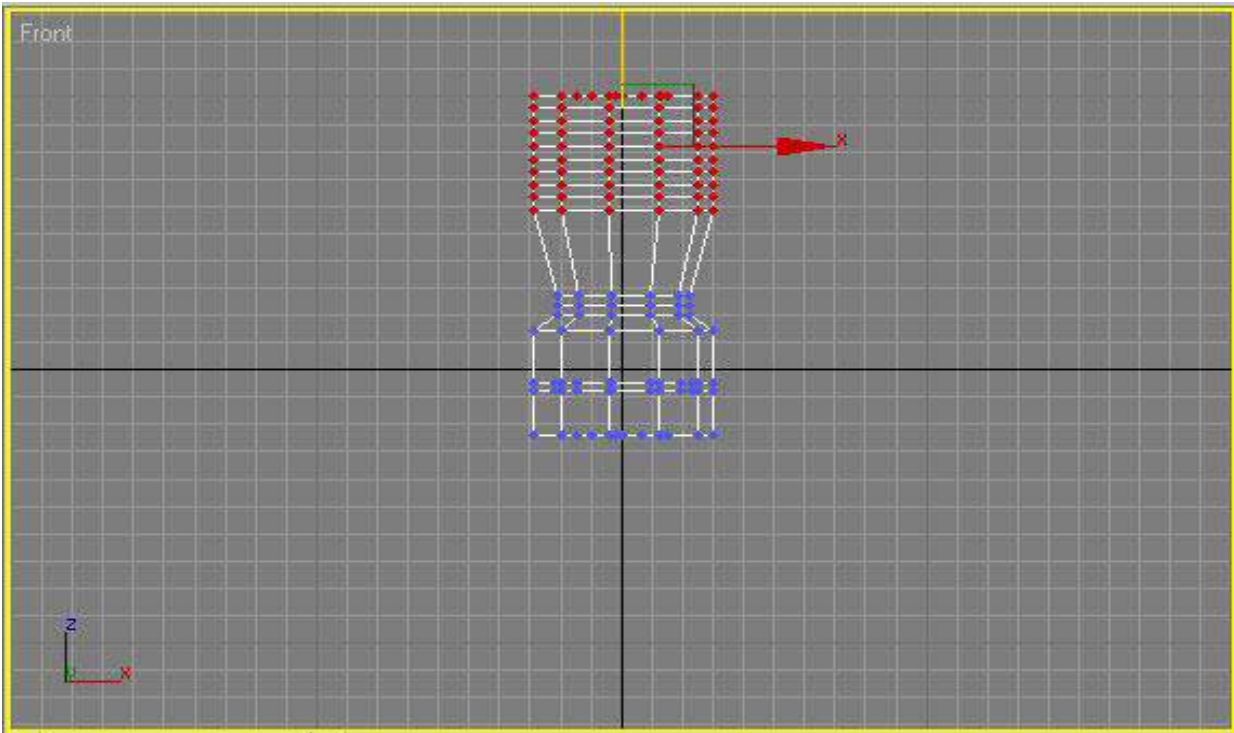


Рис.2.99. Одночасне масштабування всіх вершин верхньої половини об'єкта

Знову повернемося в режим редагування полігонів, виділимо полігон між шостим і сьомим перетинами і застосуємо до нього операцію **Extrude** (Витискування), встановивши для нього режим **Local Normal** і вручну введемо значення штампів рівне -3,5 (рис. 2.100). Перейдемо в режим редагування вершин, виділимо вершини восьмого перетину. Інструментом **Select and Squash** (Виділити і стиснути) зменшимо діаметр даного перетину приблизно так, як показано на рис. 2.101. Виділимо вершини дев'ятого і всіх розташованих вище перетинів і пропорційно масштабуємо їх інструментом **Select and Uniform Scale** (Виділити і рівномірно масштабувати), (рис. 2.102).

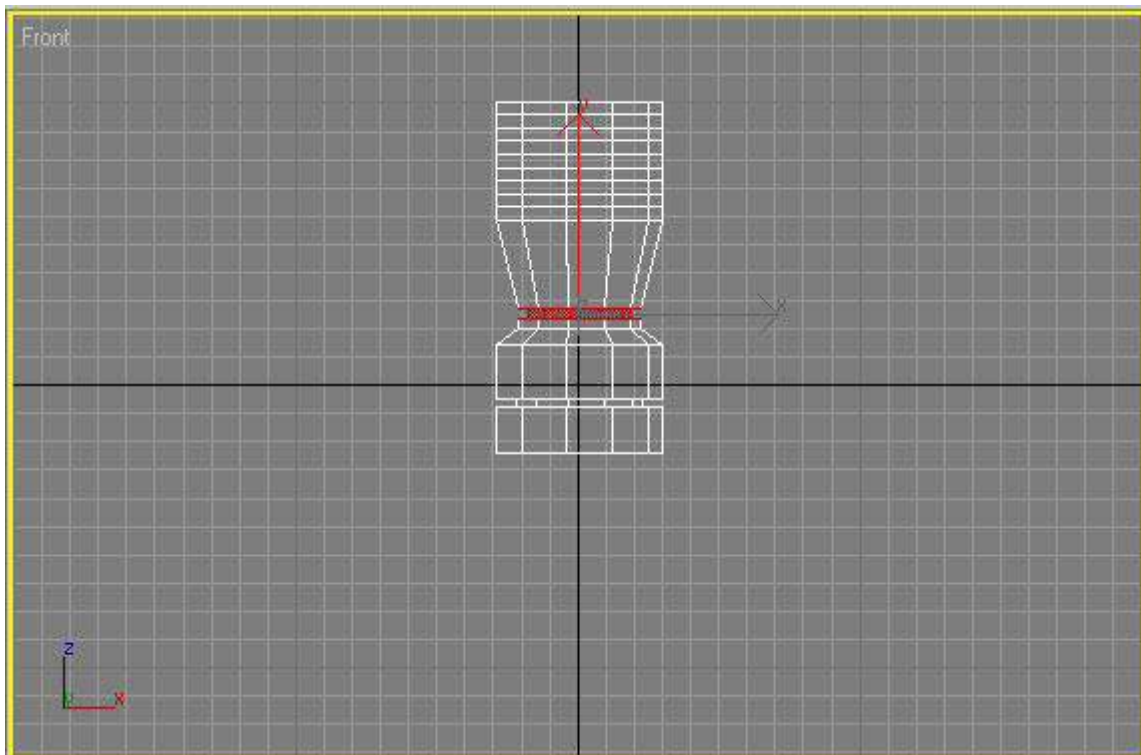


Рис.2.100. Виділені точки

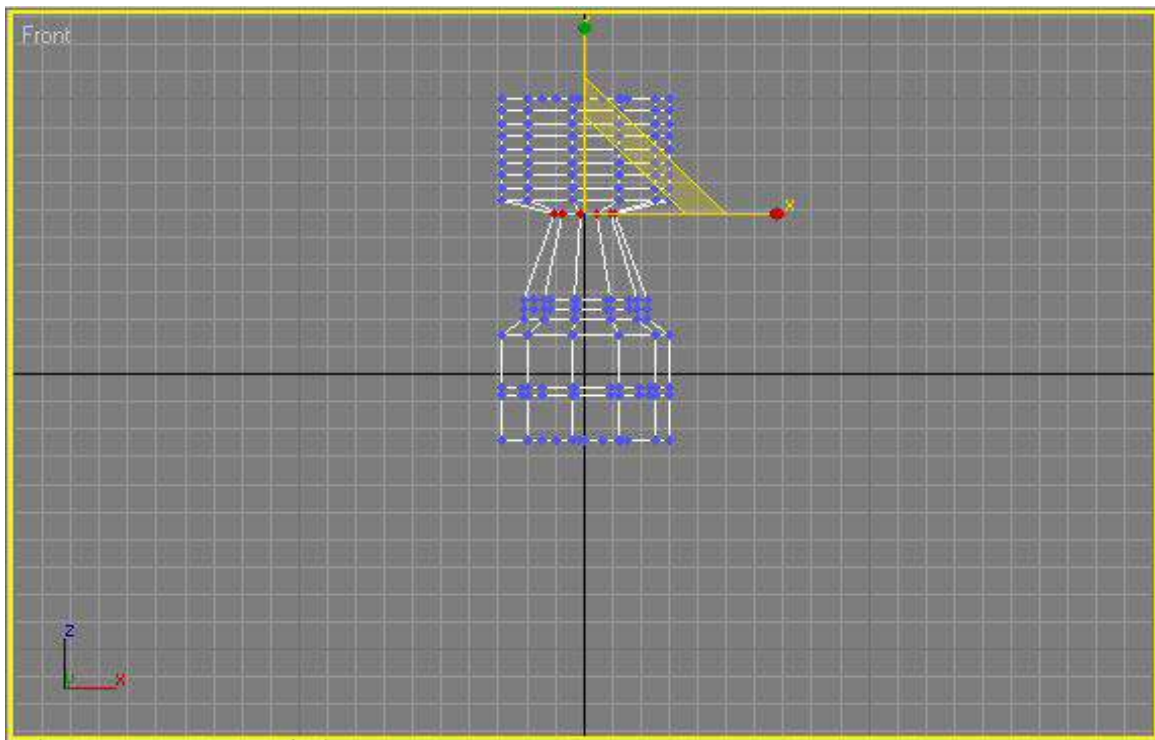


Рис.2.101. Стиснення восьмого рівня

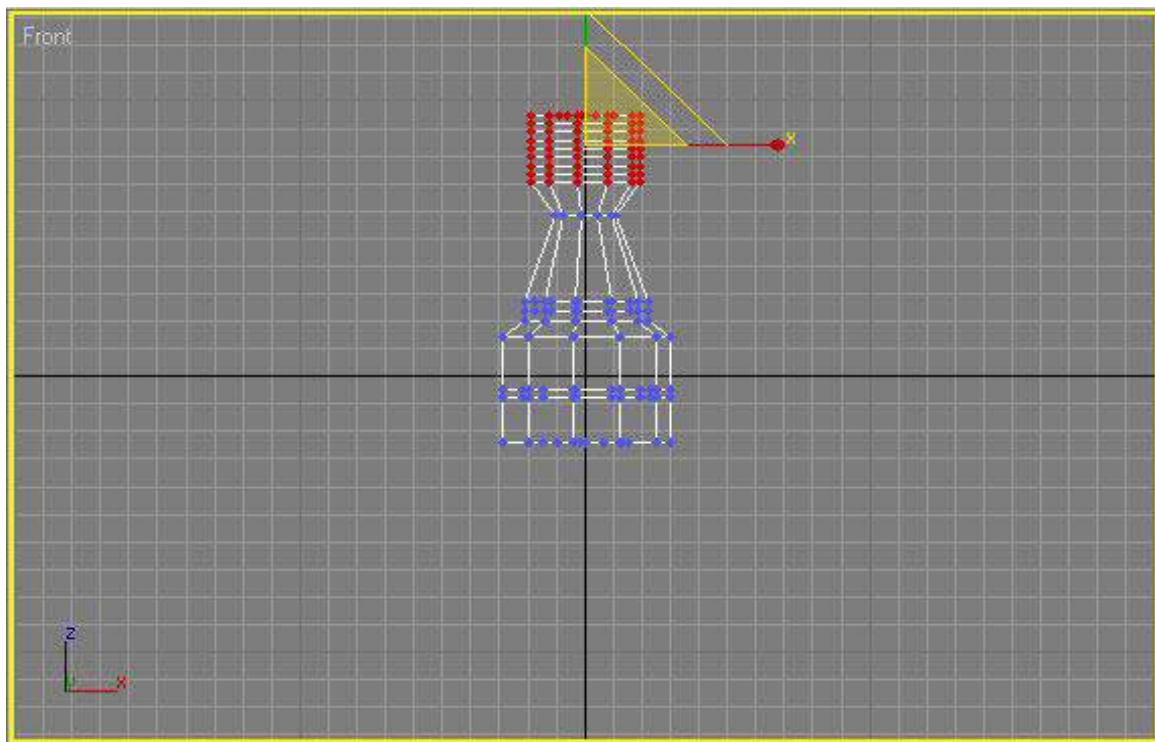


Рис.2.102. Рівномірне масштабування вершин верхніх перетинів

Перейдемо в режим редагування ребер, виділимо шосте і сьоме ребра зверху і пропорційно зменшимо їх розміри (рис. 2.103). Виділимо верхнє ребро і зменшимо його, створивши фаску (рис. 2.104). Виділимо третє і четверте зверху ребра і збільш їх приблизно так, як показано на рис. 2.105. Виділимо десяте зверху ребро і перемістимо його вгору (рис. 2.106). Відкоректуємо відстані між першим і другим і третім і четвертим перетинами. В кінцевому рахунку буде отримана шахова фігура, представлена на рис. 2.107.

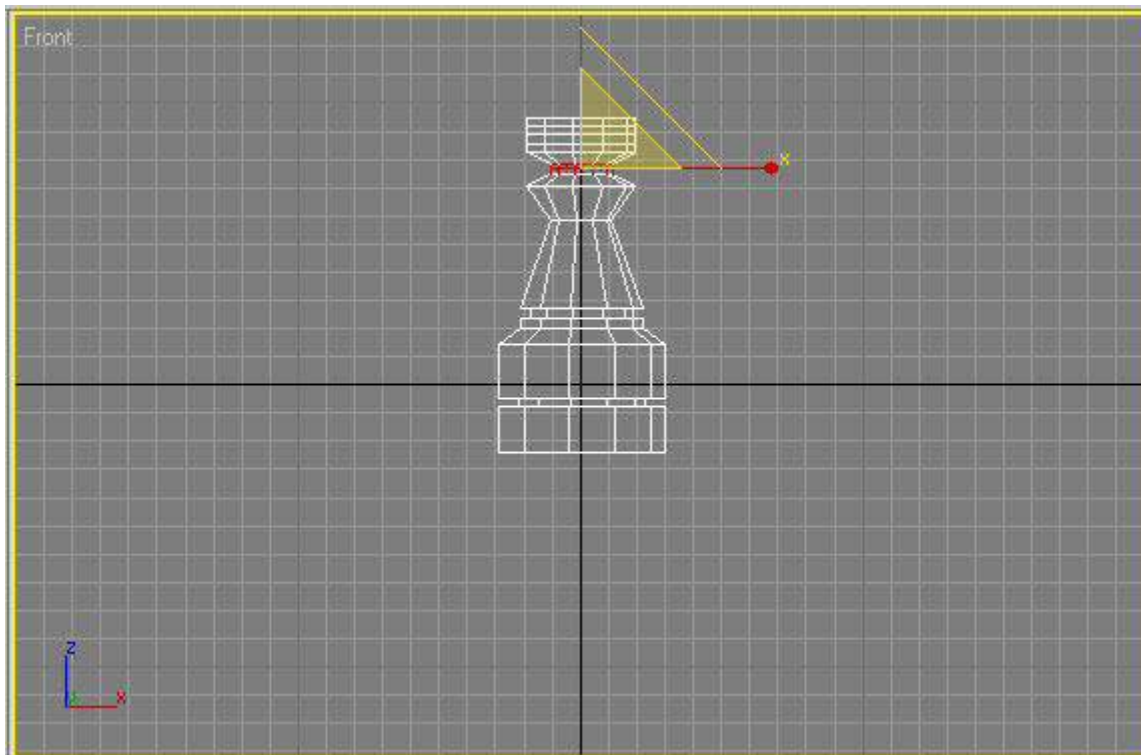


Рис.2.103. Масштабування шостого і сьомого ребер

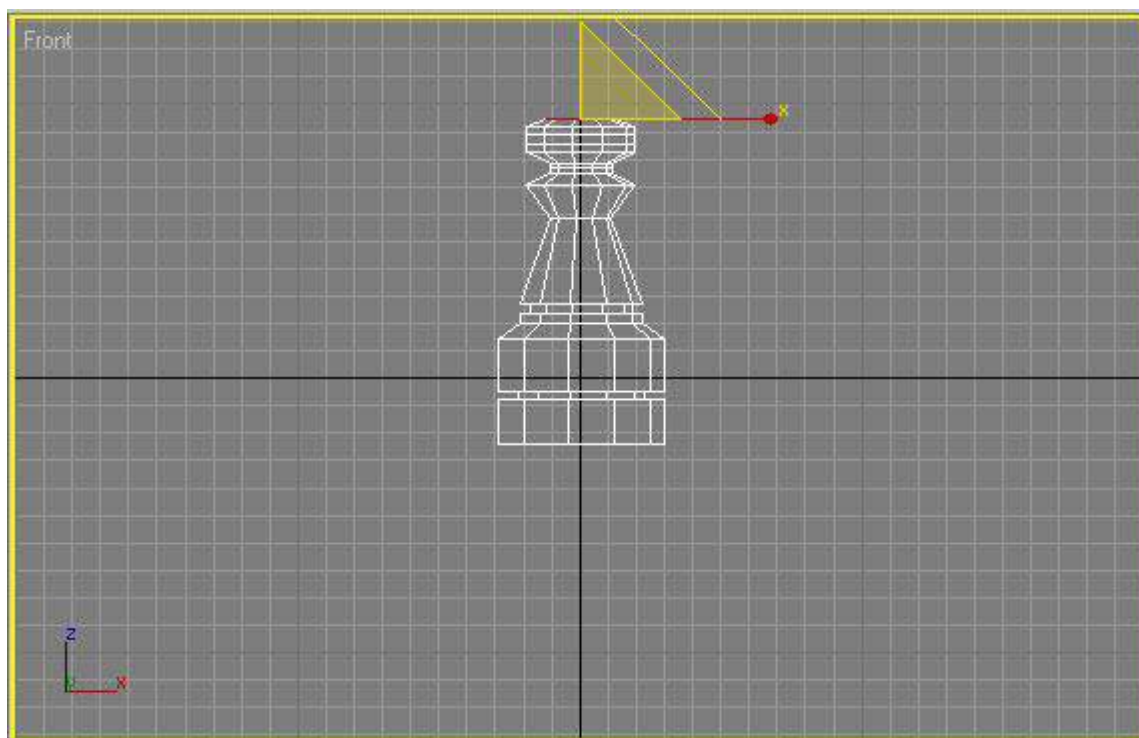


Рис.2.104. Об'єкт після масштабування верхнього ребра

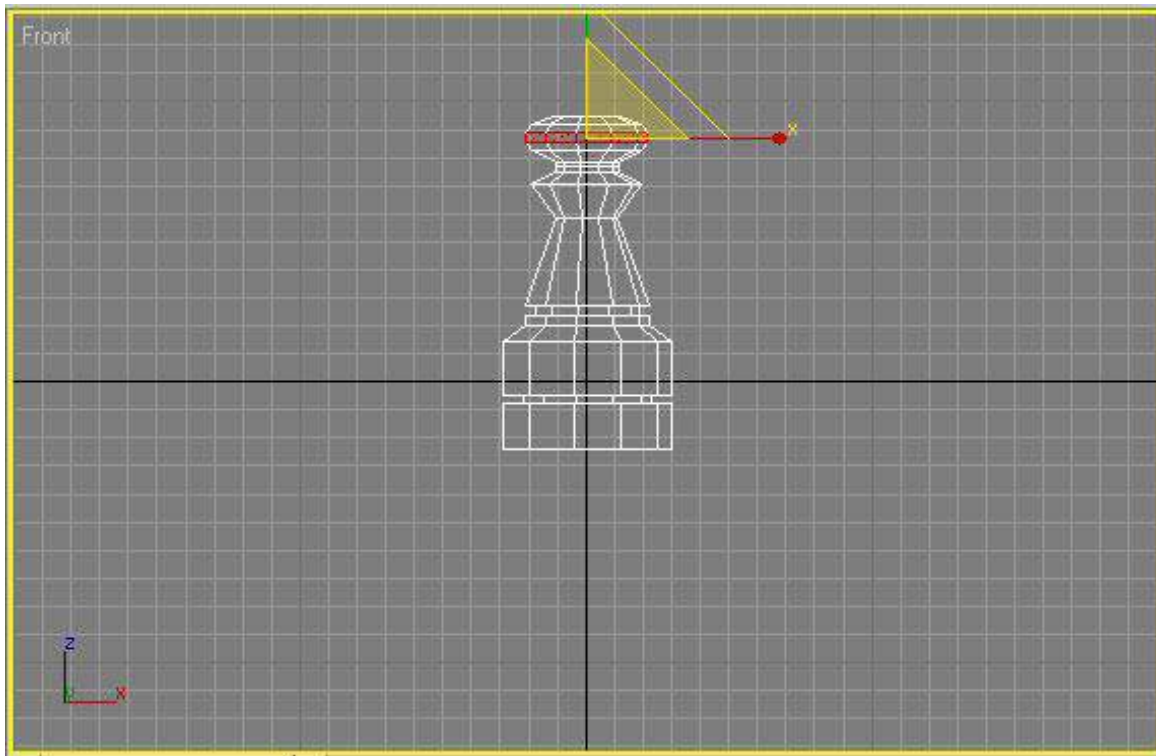


Рис.2.105. Масштабування третього і четвертого ребер зверху

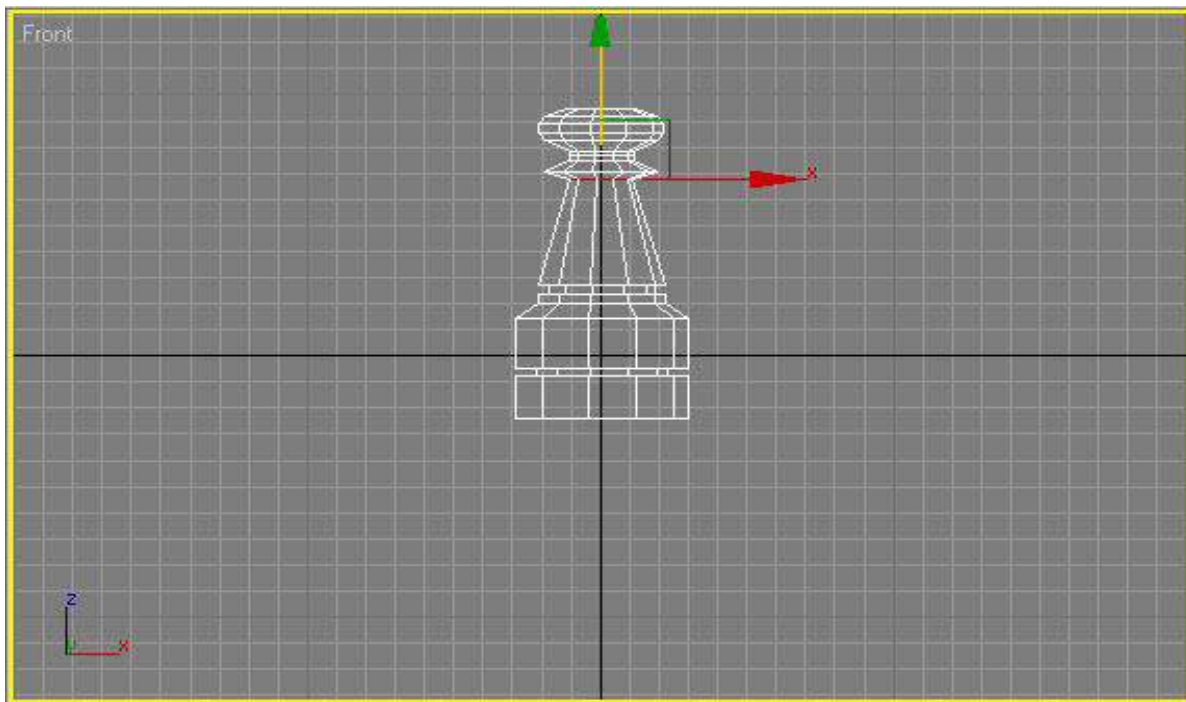


Рис.2.106. Переміщення десятого ребра

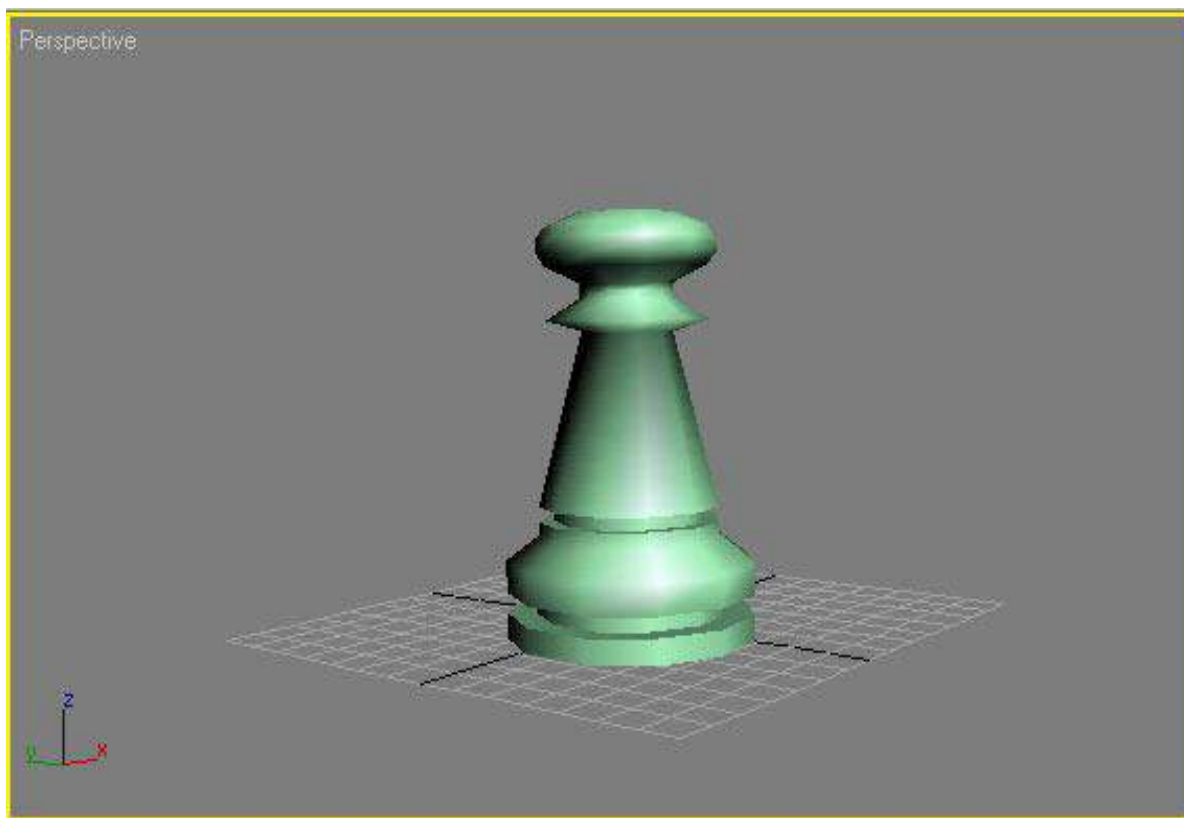


Рис.2.107. Готова модель шахового пішака

2.6. Pivot point (опорна точка). Модифікатори

2.6.1.Pivot Point

Pivot Point (опорна точка) - це точка, яка є центром повороту і масштабування об'єкта. За замовчуванням розташована в середині підстави об'єкта або геометричному центрі об'єкта або групи. Ось як вона відображається в **3DS Max** (рис. 2.108).

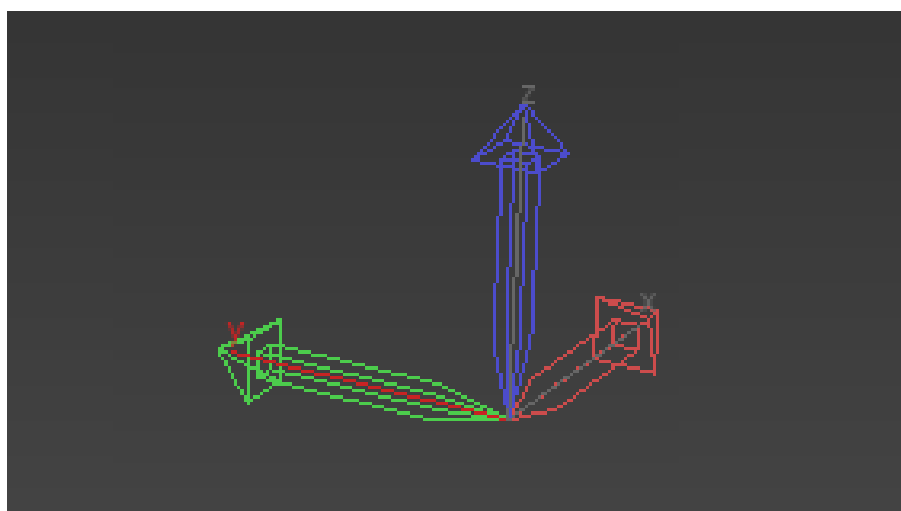


Рис.2.108. Відображення опорної точки

Для того, щоб обертати об'єкт навколо будь-якої бажаної користувачем точки, необхідно в цю точку пересунути **Pivot**. Але **Pivot Point** і об'єкт являють собою жорстке зчеплення. Щоб керувати **Pivot Point** і

змінити його положення щодо об'єкта, це зчеплення потрібно розірвати, для чого необхідно перейти на вкладку **Hierarchy** і натиснути кнопку **Affect Pivot only** (Впливати тільки на опорну точку).

Ось як виглядає вкладка **Hierarchy** з режимом зміни положення **Pivot Point** (рис. 2.109).

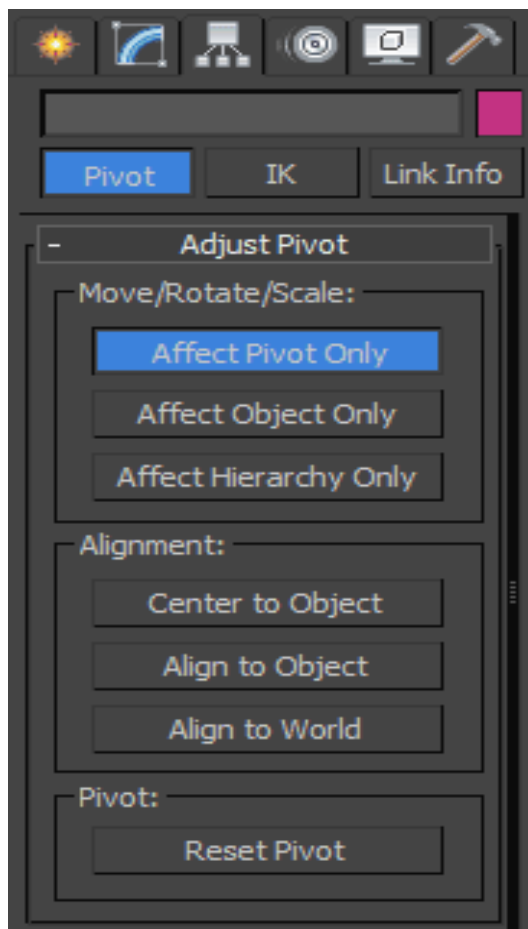


Рис.2.109. Меню **Hierarchy**

Розглянемо послідовність дій зі зміни положення **Pivot**. Спочатку слід виділити об'єкт, опорну точку якого потрібно перемістити. Далі слід перейти на панель **Hierarchy**:

1. Натиснути кнопку **Affect Pivot only**, кнопка буде втоплена, на цей час опорна точка стане окремим об'єктом;
2. Включити команду **Select and Move**;
3. Перемістити опорну точку;
4. Не забути відпустити кнопку **Affect Pivot only**, інакше точка так і буде бовтатися.

Деякі корисні кнопки в цьому розділі:

Center to Object - встановити **PIVOT** в центр об'єкта.

Align to Object - вирівняти локальні осі об'єкта по положенню самого об'єкта.

Align to World - вирівняти локальні осі за світовими осями.

Reset Pivot - повертає точку в початкове положення.

2. 6. 2. Режими опорної точки

Працюючи з опорною точкою, слід враховувати, що існує кілька принципово різних режимів дії самої опорної точки і саме від обраного режиму залежить її робота. Задати відповідний режим можна за допомогою багатофункціональної кнопки **Use Pivot Point** (рис. 2.110).

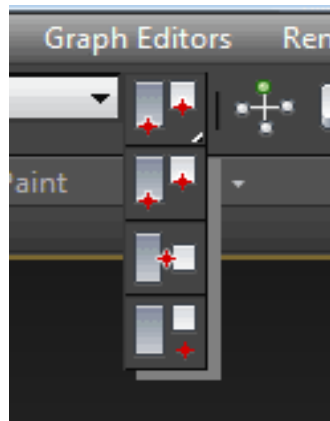


Рис.2.110. Кнопка для перемикавання між режимами опорної точки

Важливо! Налаштування режиму опорної точки проводиться індивідуально для кожної команди трансформації (Переміщення / Поворот / масштабування), тобто якщо налаштували режим опорної точки при активній команді Переміщення, а потім переключилися на команду Поворот, то налаштування режиму доведеться провести заново.

Режими багатofункціональної кнопки:

Use Pivot Point Center - використовує **Pivot Point** для визначення центру об'єкта. Тільки в цьому режимі враховується, де користувач встановив **Pivot Point**. Іншими словами, якщо ви хочете використовувати встановлений вами **Pivot Point**, то необхідно переконатися, що задіяний саме цей режим. Даний режим встановлений за замовчуванням для всіх об'єктів, за винятком згрупованих (рис. 2.111).

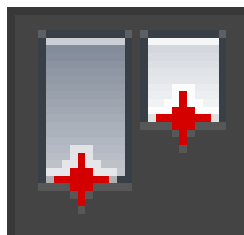


Рис.2.111. Піктограма функції **Use Pivot Point Center**

Дуже важливо! Якщо вибрано декілька об'єктів, то, при перемиканні на цей режим кожен об'єкт буде трансформуватися щодо власної **Pivot Point**!

Use Selection Center - використовує центр виділених об'єктів (об'єкта) в якості опорної точки. Може стати в нагоді в разі, коли необхідно мати опорну точку точно в центрі виділення без переміщення самого **Pivot Point**'а. Даний режим встановлений за замовчуванням для всіх згрупованих об'єктів (рис. 2.112).

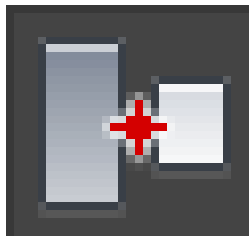


Рис.2.112. Піктограма функції **Use Selection Center**

Важливо! Якщо вибирається кілька об'єктів, то кнопка автоматично перемикається в цей режим.

Use Transform Coordinate Center - використовувати центр обраної системи координат в якості опорної точки. В цьому випадку опорна точка встане в нульову позначку, тобто перетин осей поточної системи координат. Іноді використовується для точного повороту одного об'єкта навколо центру іншого об'єкта. Для цього спочатку потрібно створити спеціальну систему координат, зчитану з того об'єкта, навколо центру якого необхідно здійснити поворот (рис. 2.113).

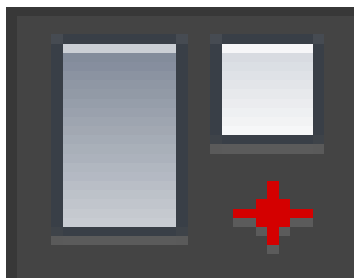


Рис.2.113. Піктограма функції **Use Transform Coordinate Center**

2.6.3. Модифікатори

Меню **Modifiers** (Модифікатори) є більш розширеним списком і дозволяє призначати модифікатори, не переходячи на вкладку **Modify** (Зміна) командній панелі. Також зручно починаючим користувачам, тому що всі модифікатори розділені на групи. Перед присвоєнням параметричного об'єкту модифікатора необхідно виділити сам об'єкт, до якого потрібно застосувати модифікатор. При цьому в меню будуть активні тільки ті модифікатори, які можуть бути застосовані до даного примітиву.

Також слід пам'ятати, що кількість полігонів у об'єкта має бути достатнім для коректного застосування модифікатора (деякі модифікатори не працюватимуть при малій кількості полігонів). До одного об'єкту можна застосувати кілька модифікаторів послідовно. Усі застосовані модифікатори відображаються списком у стеці модифікаторів знизу вверху (найнижчий - перший). Дію модифікатора можна відключити / включити, натискаючи на лампочку поруч з модифікатором. Біла лампочка означає, що модифікатор увімкнений, сіра - вимкнений.

Багато модифікаторів мають обмеження області дії на об'єкт (**Limit Effects**), а також **Gizmo**, для визначення яким чином і на якій поверхні об'єкта буде застосований модифікатор. Після виділення модифікатора в меню **Modifiers** (Модифікатори) автоматично відкриється панель, на якій можна змінити параметри обраного модифікатора. Модифікатори, представлені в меню **Modifiers** (модифікатори), об'єднані в 16 категорій. Короткі відео-огляд часто поширених модифікаторів можна подивитися, перейшовши за посиланням.

Типи модифікаторів

Категорія **Selection** (Виділення):

Містить модифікатори, що дозволяють виділяти об'єкти або підоб'єкти, щоб потім застосувати інші модифікатори тільки до виділення:

- **FFD Select** (Виділення вільної форми деформації);
- **Mesh Select** (Виділення поверхні);
- **Patch Select** (Виділення патчів);
- **Poly Select** (Виділення полігонів);
- **Select By Channel** (Виділення по каналу);
- **Spline Select** (Виділення сплайна);
- **Volume Select** (Об'ємне виділення).

Категорія Patch / Spline Editing (Редагування патчів / сплайнів):

Представлені модифікатори редагування сплайнів і патчів:

- **Cross Section** (Поперечний перетин) - створення сітки по набору сплайнів. Таким чином моделюються ванни, раковини і т.д.

- **Delete Patch** (Видалити патч) - видаляє обрані елементи у об'єкта. Зручність у тому, що при необхідності, в будь-який час роботи з об'єктом можна повернути його первісний вигляд.

- **Delete Spline** (Видалити лінію) - аналогічно попередньому.

- **Edit Patch** (Редагування патчів).

- **Edit Spline** (Редагування лінії) - є досить складним модифікатором, тому його слід розглядати окремо.

- **Fillet / Chamfer** (Закруглення / фаска) - округляють кути у сплайні, аналогічно однойменним командам в редагування лінії (**Edit Spline**).

- **Lathe** (Обертання навколо осі) - робить 3D модель за допомогою обертання сплайна навколо певної осі.

- **Normalize Spline** (Нормалізувати сплайн) - додає точки на лінії на заданій відстані, не змінюючи при цьому форму сплайна.

- **Renderable Spline Modifier** (Модифікатор візуалізації сплайна) - робить лінію видимою, тривимірною, аналогічно однойменній функції в редагуванні лінії (**Edit Spline**).

- **Surface** (Поверхня) - даний модифікатор накладає площину на сітку з ліній. Спільно з **Cross Section** використовується в моделювання сплайна.

- **Sweep** (Шаблон) - створює 3D модель з сплайна, вказавши шлях і профіль.

- **Trim / Extend** (Обрізати / розширити) - обрізає або дотягує сплайн по необхідним точкам. Аналогічна функція є в редагуванні ліній (**Edit Spline**).

Категорія Mesh Editing (Редагування поверхні)

Застосовуються для редагування сітчастих оболонок об'єктів:

- **Cap Holes** (Накрити отвори) - закриває «дірки» в об'єкті одним полігоном.

- **Delete Mesh** (Видалити поверхню) - дозволяє видалити підоб'єкти редагованої оболонки. Перевага в тому, що завжди можна відключити або видалити модифікатор і, відповідно, повернутися на попередній етап.

- **Edit Mesh** (Редагування поверхні) містить інструменти, аналогічні функціям **Editable Mesh**. Як правило, використовується при редагуванні об'єктів, отриманих шляхом моделювання сплайна.

- **Edit Normals** (Редагування нормалей) - показує, як розташовані нормалі, що йдуть від кожної вершини об'єкта.

- **Edit Poly** (Редагування полігонів) - містить інструменти, аналогічні тим, які стають доступними після перетворення об'єкта в **Editable Poly** (Редагована полігональна поверхню).

- **Extrude** (Витискування) - додає глибину об'єкту, робить параметризованим.

- **Face Extrude** (Витискування граней) - аналог параметра **Extrude** в редагованих оболонках (**Edit Mesh, Edit Poly**).

- **MultiRes** (Множина дозвіл) - зменшує кількість полігонів, використовується для оптимізації сітки об'єкта. Після застосування модифікатора, потрібно натиснути кнопку **Generate**. Можна задати відсоток вершин, які залишаться на об'єкті.

- **Normal Modifier** (Модифікатор нормалей) - дозволяє привернути і / або звернути нормалі об'єкта без використання модифікатора редагування поверхні.

- **Optimize** (Оптимізація) - служить для оптимізації сітки об'єкта, зменшуючи кількість граней і вершин об'єкта, не змінюючи геометрію (форму). На відміну від MultiRes, оптимізує автоматично, не дозволяючи задати відсоток залишених ребер.

- **ProOptimize** - оптимізація сітки об'єкта, аналогічно попередньому модифікатору, тільки з більш розширеними настройками.

- **Quadify Mesh** - збільшує кількість полігонів додаючи квадратну сітку з заданим процентним співвідношенням.

- **Smooth** (Згладжування) - найпростіший модифікатор згладжування, забезпечує автоматичне згладжування граней поверхні об'єкту. Згладжування відбувається за групами згладжування. **STL Check** (STL-тест), перевіряє геометрію на наявність помилок.

- **Symmetry** (Симетрія) - створює симетрично другу половину, при зміні першої, змінюється і інша половина об'єкта. Дуже зручний тим, що дві половинки як би зливаються і відрізає все що залишається за областю симетрії.

- **Tessellate** (Розбиття) - ускладнює модель шляхом розбиття полігонів, підвищує щільність сітки за рахунок додаткових ребер (прямих або діагональних). Аналогічний однойменній функції в **Editable (Edit) Poly**. Розбиття можна робити по полігонах і на гранях.

- **Vertex Paint** (Розфарбовування вершин) - модифікатор для малювання по вершинах, при створенні багат шарових різнокольорових оболонок.

- **Vertex Weld** (Злиття вершин) - об'єднує вершини, що лежать в заданій межі, аналогічний параметр є в **Editable (Edit) Poly**. Перевага модифікатора в тому, що його дію завжди можна скасувати, видаливши модифікатор.

Категорія Conversion (Заміна)

Представлена трьома модифікаторами, застосовуваними для перетворення об'єктів одного типу в інший:

- **Turn to Mesh** (Перетворити в поверхню);
- **Turn to Patch** (Перетворити в патч-поверхню);
- **Turn to Poly** (Перетворити в полігональну поверхню).

Категорія Animation (Анімація)

Містить 16 модифікаторів, які застосовуються для створення і редагування анімації:

- **Attribute Holder** - порожній модифікатор, який надає користувальницький інтерфейс на панелі **Modify**, до якого можна додати атрибути;

- **Flex** (Гнучкість) - стимулює поведінку пружних тіл;
- **Linked XForm** - дозволяє застосовувати модифікації через стек (завжди можна видалити);
- **Melt** (Танення) - дозволяє створити ефект танення об'єкту, в налаштуваннях можна встановити коефіцієнт танення, задати вручну або вибрати з заготовок тип об'єкта;

- **Morpher** (Морфінг) - використовується для анімації міміки персонажа;

- **Patch Deform** і **Patch Deform (WSM)** - деформація одного об'єкта за площею іншого об'єкта (обидва об'єкти **Patch**);

- **Path Deform** і **Path Deform (WSM)** (Деформація по траєкторії) - деформація об'єкта уздовж сплайна шляху;

- **Skin** (Оболонка) - приєднання шкіри до кісток. За допомогою даного модифікатора можна надіти костюм на персонажа;

- **Skin Morph, Skin Wrap, Skin Wrap Patch** - доповнення до вище згаданого модифікатору;

- **SplineIk Control Surf Deform** і **Surf Deform (WSM)** (Деформація по поверхні), деформація об'єкта по площі іншого об'єкта (обидва об'єкти **NURBS**).

Категорія **Cloth** (Тканини)

Містить 3 модифікатори для роботи з тканинами. При цьому модифікатори дозволяють створювати поверхні викрійок, розраховувати динаміку, враховуючи перетину з поверхнею, інтерактивно керувати поведінкою тканини і т. д.

- **Cloth** (Тканини) - симулятор тканин;
- **Garment Maker** (Моделювання одягу) - модифікатор для моделювання одягу за викрійками;
- **Welder** (об'єднання, споювання) - дозволяє з'єднати (зшити) кілька об'єктів в один.

Категорія **Hair and Fur** (Волосся і хутро)

Дозволяє створювати зачіски за допомогою «гребінця» для складних контурів, моделювати завивку, хвостики і «пучки». Крім того, можливе використання динаміки волосся - успадкування інерції від руху шкіри або інших поверхонь.

Категорія **Cache Tools** (Інструменти кешування)

Представлена двома однотипними модифікаторами:

- **Point Cache** (Точка кеша);
- **Point Cache (WSM)**, модифікатор глобального простору.

Категорія **UV Coordinates** (UV-координати)

Модифікатори, пов'язані з накладенням, редагуванням і використанням проекційних координат:

- **Camera Map** (Проекція камери);
- **Camera Map (WSM)** (Проекція камери);
- **Map Scaler** (Масштабування текстур);
- **Projection** (Проекція);
- **Unwrap UVW** (Розправити UVW-проекцію) - редактор текстурних координат;
- **UVW Map** (UVW-проекція);
- **UVW Mapping Add UVW Mapping Clear** - видаляє текстурні координати;
- **UVW XForm**.

Категорія **Subdivision Surfaces** (Поверхні з розбивкою)

Модифікатори, що відносяться до поверхонь з розбиттям:

- **HSDS Modifier** (HSDS-модифікатор) - модифікатор для згладжування, схожий на **TurboSmooth**, але з великою кількістю функцій;
- **Turbo Smooth** (Швидке згладжування) - аналог **Mesh Smooth**, але дозволяє домогтися більш якісного результату швидше, є спрощеним варіантом згаданого модифікатора;
- **Mesh Smooth** (Згладжена поверхня) - згладжує поверхню об'єкта, додаючи полігони, «згладжує гострі кути».

Категорія **Free Form Deformers** (Довільні деформації)

Представлена п'ятьма модифікаторами для плавної деформації об'єктів:

- **FFD 2x2x2** (Довільна деформація 2x2x2) - модифікатор плавної деформації, у якого по висоті, ширині, довжині по дві контрольні точки, за які відбувається деформація об'єкта;
- **FFD 3x3x3** (Довільна деформація 3x3x3) - аналогічно попередньому, тільки по 3 контрольні точки;
- **FFD 4x4x4** (Довільна деформація 4x4x4) - аналогічно з чотирма контрольними точками;

- **FFD Box** (Довільно деформується контейнер (прямокутний)) - плавна деформація об'єкта, але кількість контрольних точок можна задати вручну, автоматично по чотири;

- **FFD Cylinder** (Довільно деформується контейнер (циліндричний)) - плавна деформація круглого (наближеного до кола об'єкта) з допомогою контрольних точок.

Категорія **Parametric Deformers (Параметричні деформації)**

Об'єднані 22 модифікатори, призначені для роботи з простором об'єкта:

- **Affect Region** (Впливати на область) - моделювання поверхні, за допомогою вершин. Аналогічного результату можна досягти, використовуючи функцію **Soft Selection в Edit (Editable) Poly**;

- **Bend** (Вигин) - деформує об'єкт, згинаючи його оболонку під певним кутом щодо деякої осі;

- **Displace** (Зсув) - створює рельєф геометрії об'єкта на рендер за текстурою. Необхідно вставити чорно-білу карту нерівностей. Рельєф будується за принципом, що білі більш видавлюються, чорні - залишаються на місці;

- **Lattice** (Грати) - створення прутів і їх з'єднань з сіткою об'єкта. Можна регулювати кількість сегментів прутів і з'єднань;

- **Mirror** (Дзеркальне відображення) - дзеркально відображає об'єкт, є вісь симетрії, яку можна переміщати і повертати. На відміну від «Дзеркала» на верхній панелі після застосування даного модифікатора виходить складений об'єкт (один);

- **Noise** (Шум) - додає неоднорідність поверхні об'єкту. З його допомогою роблять складки, пом'ятості та інші нерівності;

- **Physique** (Статура) - модифікатор служить для з'єднання оболонки з кістками;

- **Push** (Виштовхування) - спотворює поверхню об'єкта, як би надуваючи його;

- **Preserve** (Зберігання);

- **Relax** (Ослаблення) - розгладжує поверхню об'єкта, не додаючи полігонів;

- **Ripple** (Брижі) - додає хвилі на поверхні об'єкту. З центру йдуть хвилі, в параметрах можна змінювати довжину хвиль, амплітуду, задати загасання, перемістити центр;

- **Shell** (Раковина) - додає товщину об'єкту. Товщину можна задати всередину об'єкта або назовні;

- **Slice** (Зріз) - площиною зрізу модифікатора можна відрізати зайві, якщо повернути Гізмо, зріз вийде під потрібним кутом;

- **Skew** (Перекіс) - верх об'єкта як би переміщається в сторону. При використанні Гізмо і лімітів можна домогтися цікавих результатів;

- **Stretch** (Розтягування) - основний параметр *сила*, з плюсом - розтягнення, з мінусом - стиснення;

- **Spherify** (Кулястість) - надає кулясту форму будь-яким об'єктам. Змінюючи відсотки в налаштуваннях модифікатора, налаштовуємо ступінь впливу модифікатора на об'єкт. 100% - сфера;

- **Squeeze** (Стиснення) - стискує і витягує об'єкт, робить об'єкт «пластиліновим»;

- **Twist** (Скручування) - скручує об'єкт по заданій осі і на заданий кут;

- **Taper** (Загострення) - звужує / розширює верхню частину об'єкта;

- **Substitute** (Заміна) - заміна одного об'єкта іншим;

- **XForm** (Перетворення) - дозволяє застосувати перетворення на правах модифікатора;

- **Wave** (Хвиля) - робить хвилі на об'єкті. Аналогічний модифікатору **Ripple** (Брижі), різниця лише, що в даному модифікаторі хвилі розподіляться вздовж осі, а не по колу.

Категорія **Surface (Поверхня)**

Представлена чотирма модифікаторами:

- **Disp Approx** (Апроксимація зміщення) - перетворює вхідний об'єкт (чорно-біла картинка) в редагований каркас;

- **Displace Mesh (WSM)** (Зсув поверхні (WSM));
- **Material** (Стаття) - задає номер (**ID**) для матеріалу об'єкта;
- **Material By Element** (Матеріал по елементу) - призначає різні **ID** елементи об'єктів.

Категорія Cameras (Камери)

Складається з одного модифікатора

- **Camera Correction** (Коригування камери).

Категорія NURBS Editing (Редагування NURBS-об'єктів)

Включає три модифікатора, призначених для редагування NURBS- об'єктів:

- **Disp Approx** (Апроксимація зміщення) - перетворює вхідний об'єкт в редагований каркас;
- **Surf Deform** (Деформація поверхні);
- **Surface Select** (Виділення поверхні).

Категорія Radiosity (Дифузійне відбиття)

Включає два модифікатора:

- **Subdivide (WSM)** (Розбиття (WSM));

- **Subdivide** (Розбиття) - ущільнює полігональну структуру об'єкта. Параметр **Size** (Розмір) визначає величину елемента розбиття. Чим менше значення цього параметра, тим більша кількість елементів розбиття буде використано.

2.7. Функція loft

Одним з широко використовуваних способів моделювання об'єктів в **3DS MAX** є спосіб формування або лофтінга (**lofting**), що дозволяє перетворювати сплайни в тривимірні тіла самих різних форм, починаючи від абстрактних об'єктів (наприклад, вивчених раніше примітивів) і закінчуючи абсолютно реалістичними моделями. Досить часто лофтінг виявляється найшвидшим способом створення тієї чи іншої моделі методом моделювання. Наприклад, складний об'єкт, на моделювання якого за допомогою полігонів знадобилося б не менше години, можна змоделювати за допомогою лофтінга за 10-15 хвилин. Тема лофтінга надзвичайно широка, але тут зупинимося лише на основних поняттях **lofting** - моделювання.

2.7.1. Лофтінг і loft-об'єкти

Термін «лофтінг» прийшов із старовинної практики кораблебудування, коли при формуванні корпусу судна наступні поперечні перерізи шпангоута як би піднімалися (**lift off**) по відношенню до попереднього поперечного перерізу. Напевно, тому при поясненні даного поняття сьогодні в якості аналогії досить часто вдаються до опису будівництва корпусу судна.

Loft-об'єкти будуються шляхом формування оболонки за опорними перетинами, розставляють вздовж деякої заданої траєкторії. Оболонка як би натягується на перетину уздовж зазначеного шляху, а в результаті виходить тривимірна модель.

Такий метод моделювання прекрасно підходить для тих моделей, форма яких може бути охарактеризована певним набором поперечних перерізів.

В основі будь-якого подібного об'єкта завжди лежать траєкторія (шлях) і один або більше перетинів (форм). Шлях задає основну лінію **loft**-об'єкта і може мати форму прямої, кола, спіралі, довільної кривої і т.п., а перетини визначають його форму і теж можуть бути найрізноманітнішими. При використанні декількох перетинів вони розміщуються вздовж шляху за вказаним користувачем принципом, а в разі одного перетину

дана форма розміщується на обох кінцях шляху. На рис. 2.114 форма у вигляді шестикутника, рухаючись вздовж прямолінійного шляху, формує шестигранну призму.

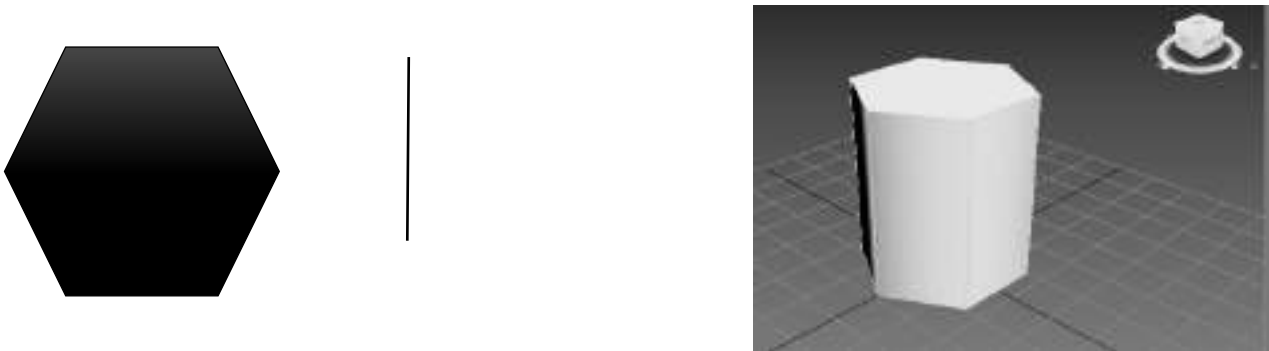


Рис.2.114. Приклад **loft**-об'єкта з відображенням шляху і одного поперечного перерізу

Отже, у **3DS MAX** використаний відомий в інженерній графіці принцип формування поверхонь [1,2,3,5]. Наприклад, циліндричні поверхні утворюються переміщенням кожної точки K_i відрізка прямої лінії як твірної t по напрямній d , при цьому твірна паралельна напрямковій \vec{S} (рис. 2.115).

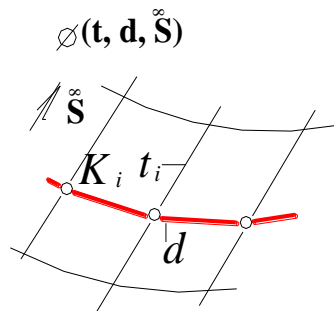
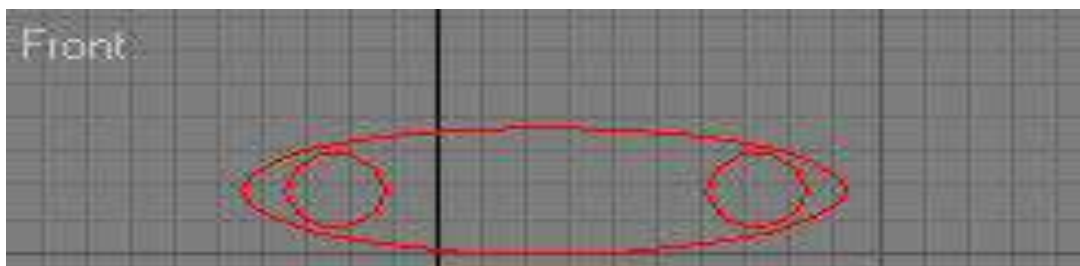
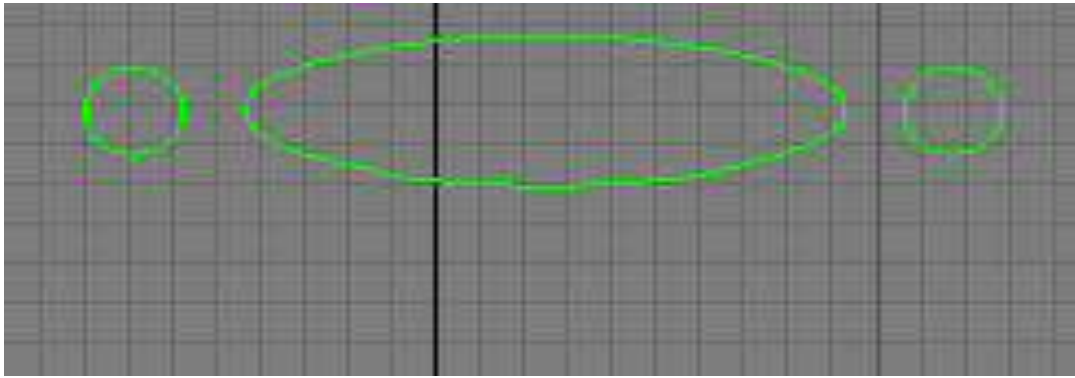


Рис.2.115. Кінематичний принцип формування поверхонь в інженерній графіці

Обидва типи структурних елементів - шлях і перетин - представлені звичайними сплайнами. Форма шляху може містити тільки один сплайн, так як програма відмовляється приймати будь-яку форму, яка містить в якості шляху більше одного сплайна. І якщо при спробі створення **loft**-об'єкта кнопка вибору шляху не активізується, то це означає, що виділена форма містить більше одного сплайна. Сплайни форм поперечних перерізів можуть мати будь-яку кількість сплайнів, але число сплайнів у всіх задіяних в даному **loft**-об'єкті перетинів має бути однаково. Крім того, якщо перетин представлено складовими формами з декількох сплайнів, то дані форми повинні мати однаковий порядок вкладення. Це означає, що якщо перший перетин містить усередині одного сплайна два інших сплайна, то і всі наступні перетини повинні бути сформовані за тим же принципом. А якщо в копії даної складової форми перемістити два внутрішніх сплайна поза вихідного, то її вже не можна буде вказати в якості другого перетину (рис. 2.116).



а)



б)

Рис.2.116. Приклад двох перетинів, які не можуть входити до складу одного і того ж **loft**-об'єкта: а) два сплайна знаходяться всередині третього, б) - поруч з ним

Правда, при бажанні в ряді випадків це обмеження можна обійти, перетворивши звичайні замкнені сплайни в розімкнені (рис. 2.117).

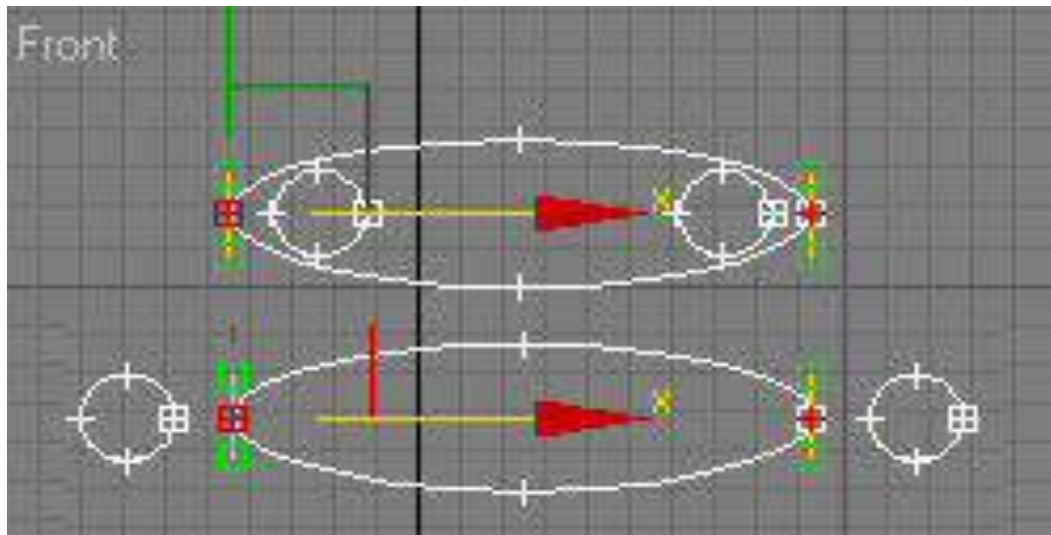


Рис.2.117. Приклад двох перетинів, які можуть входити до складу одного і того ж **loft**-об'єкта (в виділених вершинах обидва сплайна штучно розімкнуті)

Форма **loft**-об'єкта визначається не тільки за рахунок шляху і певного набору перетинів - не менш важливі положення внутрішніх перетинів вздовж шляху і узгодження перших вершин кожної форми поперечного перерізу. Від розміщення перетинів вздовж шляху залежить те, як і в який момент буде змодельовано перехід від одного перерізу до другого, а узгодження вершин дозволяє уникнути перекручування моделей при переході від перетину до перетину або, навпаки, при необхідності штучно скручувати об'єкти.

При роботі з **loft**-об'єктами масу запитань викликають звичайні трансформації, здійснювані інструментами **Select and Move** (Виділити і пересунути), **Select and Scale** (Виділити і масштабувати) і **Select and Rotate** (Виділити і повернути), оскільки спроба скористатися ними для перетворення шляху або перетину ніяк не позначається на **loft**-об'єкті (рис. 2.118). Справа в тому, що трансформації, що застосовуються до вихідних об'єктів лофтинга (до шляху і перетинах), ігноруються - така особливість роботи **3DS MAX**. Однак не варто думати, що редагувати **loft**-об'єкт неможливо і що потрібно спочатку створювати його на основі ідеально підібраних шляху і перетинів. Можливостей редагування передбачено в **3DS MAX** достатньо.

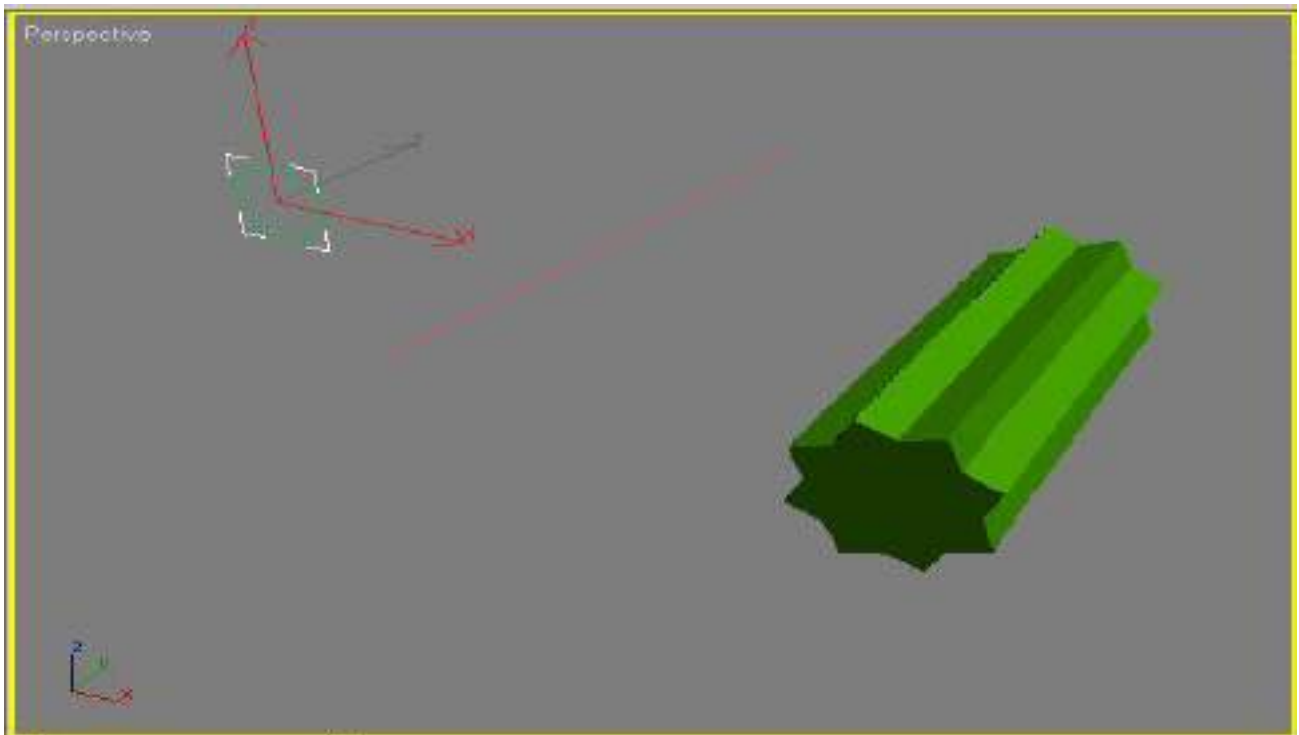


Рис.2.118. Невдала спроба масштабування форми перетину (розмір перетину був зменшений, а **loft**-об'єкт залишився колишнім)

2.7.2. Створення Loft-об'єктів

Вихідні форми для **loft**-об'єктів (шлях і перетин) можна створювати в будь-якому вікні проекцій, тому при виборі вікна проекцій варто виходити з зручності моделювання, віддаючи перевагу тому вікну проекцій, яке найбільшою мірою узгоджується з видом об'єкта зверху або спереду.

Loft-об'єкти відносяться до складових об'єктів (**Compound Objects**, рис. 2.119) категорії **Geometry** (Геометрія), і для їх побудови призначена кнопка **Loft** (Лофтинговий), яка стає доступною при виділенні однієї з вихідних форм і активізації типу **Compound Objects** категорії **Geometry**. Можна піти й іншим шляхом - вибрати з головного меню команду **Create => Compound => Loft**, що теж призведе до відкриття панелі з настройками **loft**-об'єкта.



Рис.2.119. Тип **Compound Objects** з вхідними в нього варіантами складових об'єктів

Створювати прості **loft**-об'єкти можна двома способами: вказуючи шлях - для цього варіанту призначена кнопка **Get Path** (Вказати шлях, рис. 2.120) з сувою **Creation Method** (Метод створення), або форму-перетин за допомогою кнопки **Get Shape** (Вказати форму). Обидва варіанти рівнозначні, але різняться розташуванням в просторі одержуваного лофтингового об'єкта, яке визначається на підставі попередньо виділеного об'єкта: перетину - в першому випадку і шляху - у другому.



Рис.2.120. Кнопка **Get Path** з сувою **Creation Method**

Крім названих кнопок, в світі **Creation Method** (Метод створення) є важливий перемикач, що має три положення:

- **Move** (Перемістити) - форма-перетин, зазначена після клацання на кнопці **Get Shape** (Вказати форму) або **Get Path** (Вказати шлях), буде поміщена в створюваний **loft**-об'єкт і перестане існувати як незалежний об'єкт;
- **Copy** (Копіювати) - у складі створюваного **loft**-об'єкта буде використана незалежна копія вихідної форми-перетину;
- **Instance** (Зразок) - буде застосований зразок форми-перетину, який встановлений за замовчуванням і використовується найчастіше, так як будь-яка наступна припустима зміна форми буде відобразитися на **loft**-об'єкті. Правда, в цьому випадку сцена поступово нагромаджується зайвими об'єктами, тому зазвичай після закінчення моделювання **loft**-об'єкта непотрібні форми ховаються або взагалі видаляються зі сцени.

При створенні будь-якого **loft**-об'єкта слід звернути увагу на наступні моменти:

- якщо немає жодного виділеного об'єкта, то кнопка **Loft** буде недоступною;
- якщо попередньо виділена форма складається більш, ніж з одного сплайна, то кнопка **Get Shape** (Вказати форму) в меню **Creation Method** (Метод створення) виявиться недоступною.

Досить часто побудову лофтингової моделі починають зі створення базового об'єкта з одним-єдиним перетином, який створюється на початковому етапі формування моделі. Для прикладу активізуємо категорію об'єктів **Shapes** (Форми) командної панелі **Create** (Створення), в списку різновидів об'єктів вкажемо тип **Splines** (Сплайни) і побудуємо два сплайни: зірку (**Star**) в якості перетину **loft**-об'єкта і лінію (**Line**) в якості його шляху (рис. 2.121). Виділивши зірку, клацнем на кнопці **Geometry** (Геометрія) командної панелі **Create** (Створити) і виберем в списку різновидів об'єктів варіант **Compound Objects** (Складові об'єкти). У меню

Object Type (Тип об'єкта) спочатку клацнем на кнопці **Loft**, потім на кнопці **Get Path** (Вказати шлях) - обрана кнопка підсвічується жовтим кольором, а потім вкажемо мишею попередньо створений сплайн шляху. В результаті вийде фігура, утворена рухом зірки по лінії. Провівши рендеринг, побачимо подібний до рис. 2.122 об'єкт.

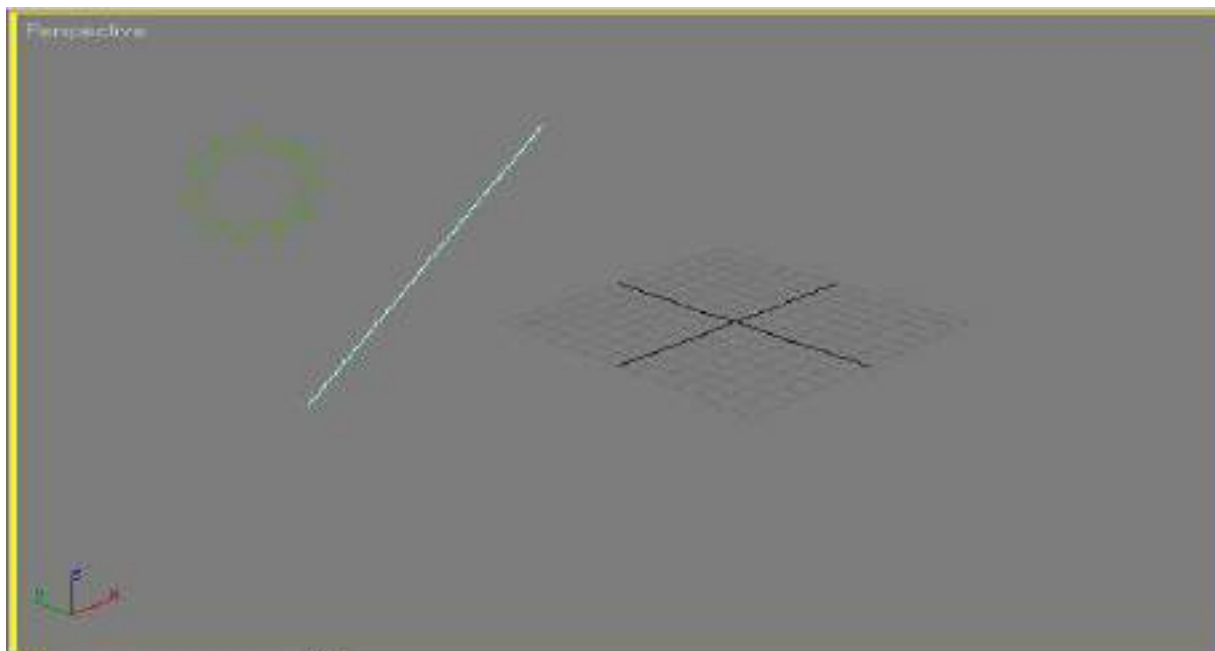


Рис.2.121. Вихідні форми для першого **loft**-об'єкта

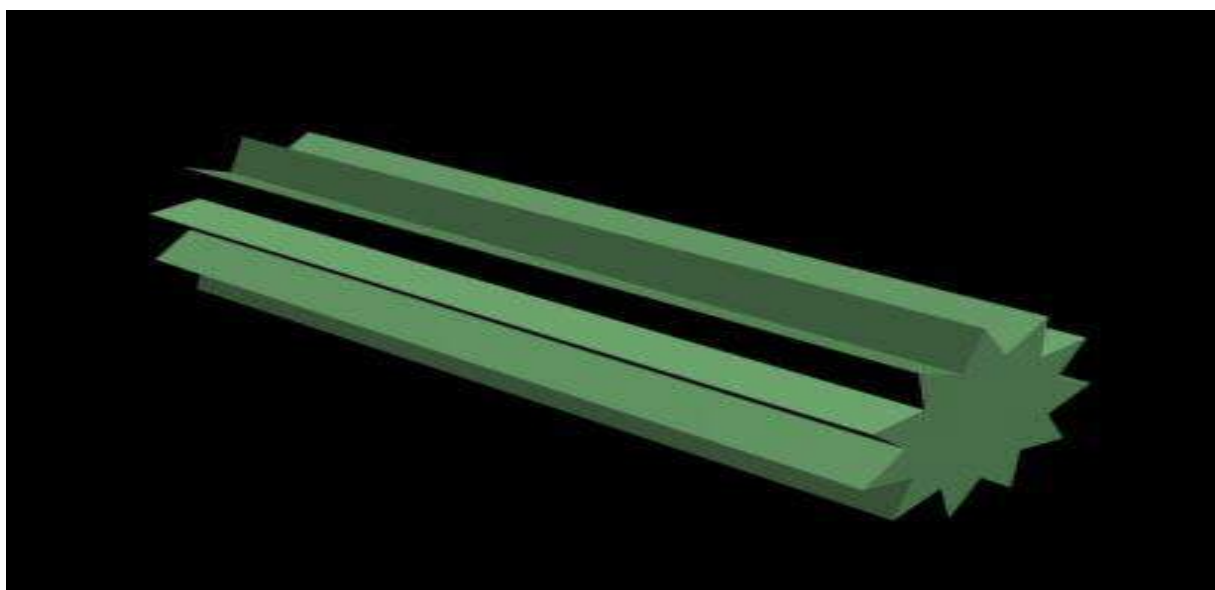


Рис.2.122. Перший **loft**-об'єкт

Створимо іншу форму шляху у вигляді еліпса (рис. 2.123) і знову сформуємо лофтінговий об'єкт, але тепер уже на основі зірки і еліпса; результат рендеринга показаний на рис. 2.124. Потім спробуємо отримати **loft**-об'єкт, взявши в якості шляху криволінійний сплайн. Останній потрібно попередньо створити з лінійних сплайнів, потім перейдемо в режим редагування сплайна на рівні вершин, перетворимо кожен вершину в згладжену і відкоригуємо положення вершин для досягнення задуманої кривизни (рис. 2.125 і 2.126). Збережемо даний базовий об'єкт, так як він буде потрібен нам надалі.

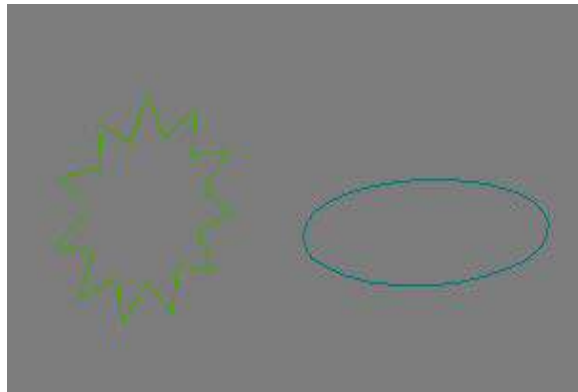


Рис.2.123. Вихідні форми для другого **loft**-об'єкта

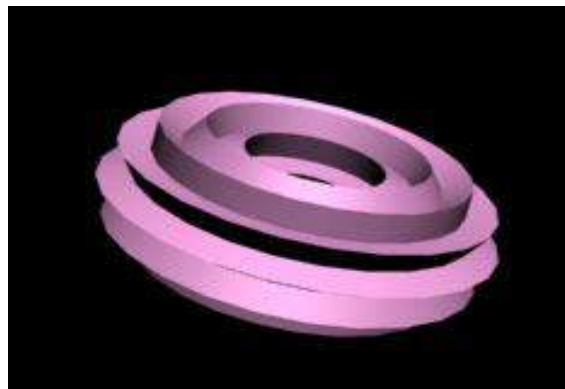


Рис.2.124. Другий **loft**-об'єкт



Рис.2.125. Вихідні форми для третього **loft**-об'єкта



Рис.2.126. Третій **loft**-об'єкт

Крім шляху і перетину, на зовнішній вигляд **loft**-об'єкта впливають і інші параметри, що встановлюються в свитках **Surface Parameters** (Параметри поверхні) і **Skin Parameters** (Параметри оболонки). Перший сувій містить опції для управління способами візуалізації поверхні лофтинга; з його допомогою, наприклад, можна управляти ступенем згладжування оболонки вздовж і поперек шляху (рис. 2.127 і 2.128). Другий сувій містить

безліч опцій, які впливають не тільки на відображення оболонки лофтінга, але і на щільність каркаса і використовуються методи інтерполяції; з його допомогою можна, зокрема, регулювати детальність створюваної моделі (рис. 2.129 і 2.130).

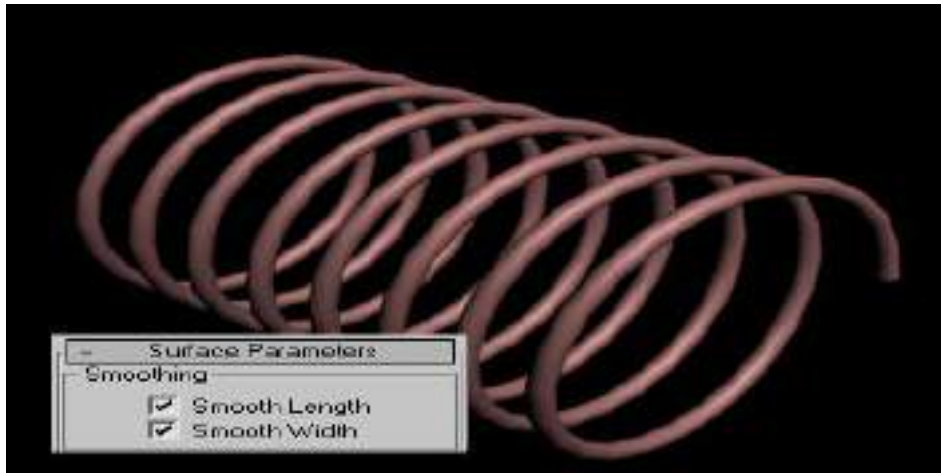


Рис.2.127. Спіраль з включенням обох варіантів згладжування

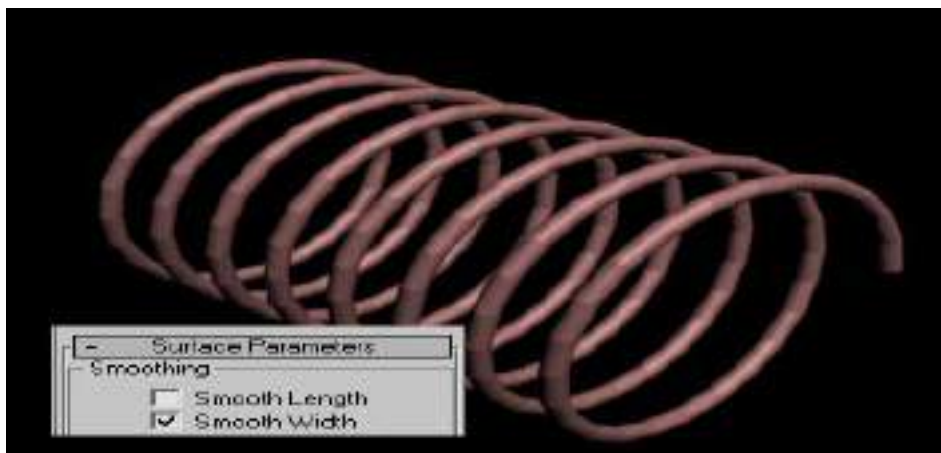


Рис.2.128. Спіраль з відключенням згладжування по довжині

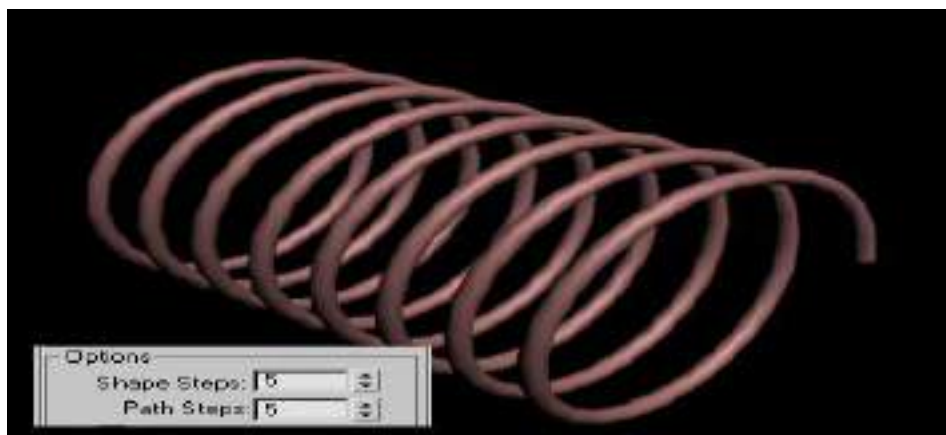


Рис.2.129. Спіраль зі звичайною щільністю каркаса

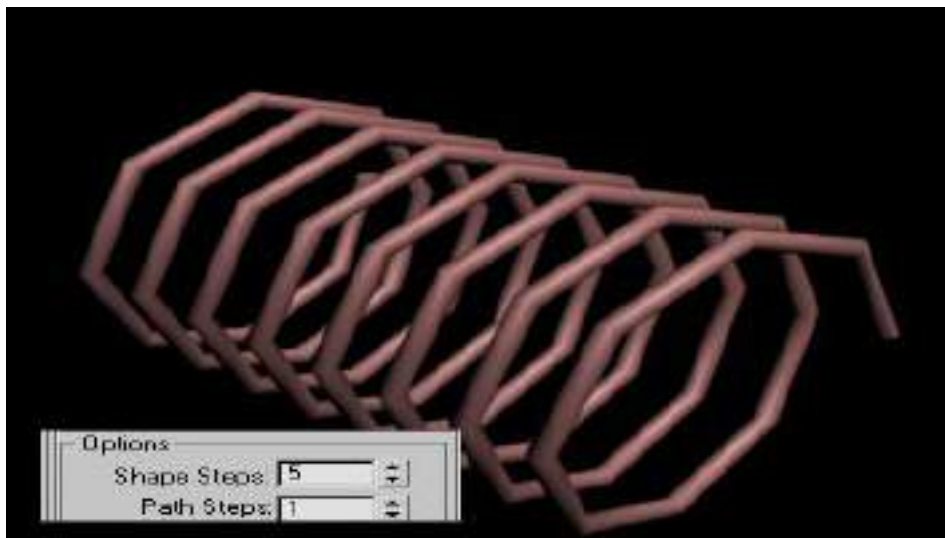


Рис.2.130. Спіраль зі зменшеною щільністю каркаса

2.7.3. Редагування loft-об'єктів

Під редагуванням **loft**-об'єкта розуміються різні операції:

- додавання нових перетинів в **loft**-об'єкти, що дозволяє отримувати набагато цікавіші моделі, ніж на основі одного перетину;
- видалення перетинів;
- заміна одного перетину **loft**-об'єкта на інший, що буває необхідно, якщо вибір перетину виявився невдалим, а змінити перетин занадто довго або взагалі неможливо;
- редагування сплайнів шляху і перетинів на рівні параметричної форми. Таким способом можна виконати тільки найпростіші перетворення, наприклад збільшити або зменшити радіус перетину, змінити число вершин в разі багатокутника і зірки і т.п.;
- зміна контурів шляху і перетинів на рівні підоб'єктів: вершин, сегментів, що дозволяє змінювати об'єкт до повного невпізнання. Дана можливість обов'язково передбачає попередню (тобто до проведення лофтинга) конвертацію відповідних сплайнів зі звичайних в редаговані за допомогою команди **Convert To => Convert to Editable Spline** (Конвертувати в => Конвертувати в редагований сплайн). При цьому редаговані сплайни перестають бути параметричними об'єктами, і їх уже не можна буде редагувати на рівні параметрів, змінюючи ширину, висоту, радіус тощо.

Додавання в loft-об'єкт нових перетинів

Після створення базового **loft**-об'єкта в нього можна додавати додаткові перетини, що дозволяє перетворювати прості об'єкти в набагато більш складні і цікаві. Додавати нові перетини можна як в режимі створення **loft**-форми (панель **Create**), так і в режимі її редагування (панель **Modify**).

Візьмемо за основу вже створений і збережений нами лофтинговий об'єкт на основі зірки і криволінійного сплайна і для зручності подальшого огляду трохи розгорнемо його (рис. 2.131).



Рис.2.131. Вихідний **loft**-об'єкт

Створімо додатково ще один сплайн у вигляді кола, потім виділимо **loft**-об'єкт і активізуємо панель **Modify**. Тепер потрібно вказати місце розташування нового перетину на шляху - для цього призначене поле **Path** (Шлях) в меню **Path Parameters** (Параметри шляху), де встановлюється так званий рівень шляху (за замовчуванням він дорівнює нулю). Рівень може вводитися або у відсотках довжини шляху - в даному випадку повинен бути встановлений прапорець **Percentage** (Відсоток), або як абсолютна відстань вздовж шляху в разі активізації прапорця **Distance** (Відстань). У нашому прикладі зручніше скористатися відсотками і додати новий перетин, наприклад, в кінці шляху. Для цього в поле **Path** (Шлях) при включеному прапорці **Percentage** (Відсоток) введемо число 100. Далі клацнемо на кнопку **Get Shape** (Вказати форму) і вкажемо створене коло-**loft**-об'єкт зміниться і стане нагадувати представлений на рис. 2.132.

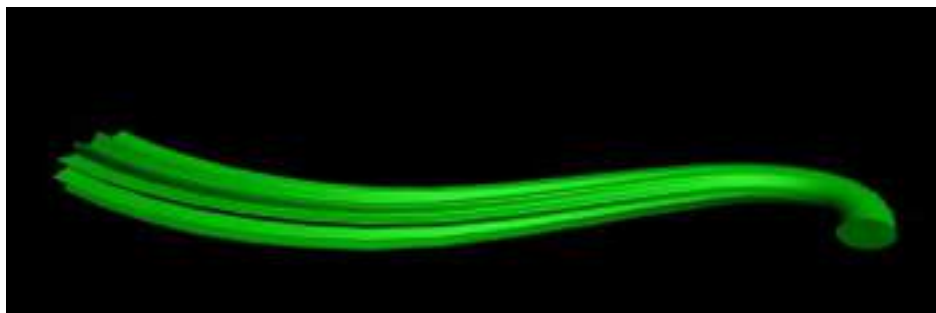


Рис.2.132. **Loft**-об'єкт після додавання другого перетину

Можна додати в середині шляху ще один перетин у вигляді кола, яке краще зробити трохи більшого діаметру. Для цього створимо коло, виділимо **loft**-об'єкт, активізуємо панель **Modify**, в поле **Path** (Шлях) введемо число 50, клацнемо на кнопку **Get Shape** (Вказати форму) і вкажемо друге коло (рис. 2.133).

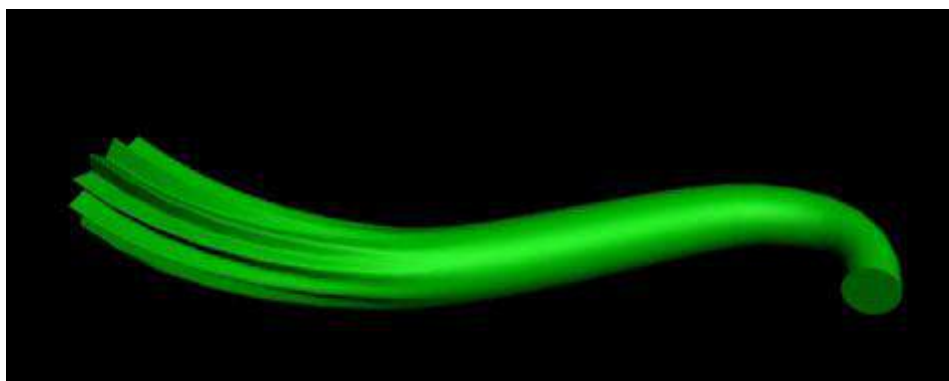


Рис.2.133. **Loft**-об'єкт після додавання третього розтину

Якщо будемо моделі з декількома перетинами, то варто пам'ятати, що хоча теоретично різні перетини можуть мати різне число вершин, але на практиці для отримання згладженої форми краще, щоб кількість вершин у всіх сплайнів-перетинів була однаковою. В іншому випадку, особливо при великій різниці в кількості

вершин, можливо непередбачуване перекручення і розтягування **loft**-моделі. Щоб зрівняти число вершин, в перетині в режимі редагування сплайнів на рівні вершин слід додати відсутні вершини. Останнє можна зробити як вручну, проставляючи вершини за допомогою кнопки **Refine** (Уточнити), так і за допомогою операції **Divide** (Розділити), яка дозволяє додавати вказану кількість вершин на виділеному сегменті сплайна, розбиваючи його при цьому на рівні частини.

Видалення перетинів

Для видалення перетину, невірно вставленого в **loft**-об'єкт, потрібно в режимі редагування **loft**-об'єкта виділити його. Активувавши панель **Modify**, встановим режим редагування перетинів (**Shape**), в одному з вікон проєкцій виділим перетин і клацнем на кнопку **Delete** (рис. 2.134) в меню **Shape Commands** або натиснем клавішу **Delete**.



Рис.2.134. Видалення перетину з **loft**-об'єкта

Заміна перетину в **loft**-об'єкті

У кнопки **Get Shape** (Ввести форму) є дві функції: вона відповідає за додавання перетину в **loft**-об'єкт і допомагає замінити в уже створеному об'єкті один перетин на інший. Випробуємо дану операцію на створеному раніше і збереженому базовому робочому об'єкті. Виділимо його, в поле **Path** (Шлях) введемо число 100, клацнемо на кнопку **Get Shape** (Вказати форму) і вкажемо замість кола, яке раніше використовувалося в якості останнього перетину шляху, ту ж саму зірку, що застосовується на початку шляху. **Loft**-об'єкт тут же зміниться (рис. 2.135).

Звернімо увагу, що для переходу від перетину до перетину зовсім не обов'язково вручну вказувати відповідний їй рівень шляху в поле **Path** (Шлях) - можна скористатися двома кнопками меню **Path Parameters** (Параметри шляху): **Next Shape** (Наступна форма), яка відповідає за переміщення вздовж шляху вперед до рівня наступної форми, і **Previews Shape** (Попередня форма), яка дозволяє переміститися на рівень попередньої форми.



Рис.2.135. **Loft**-об'єкт після заміни останнього перетину

Поміняти можна не тільки перетин, а й сам шлях, для чого потрібно, виділивши **loft**-об'єкт, клацнути на кнопці **Get Path** (Вказати шлях) і в якості нового шляху вказати інший сплайн. Те, що вийшло при заміні шляху в робочому об'єкті з криволінійного сплайна на спіраль, представлено на рис. 2.136.



Рис.2.136. **Loft**-об'єкт після заміни сплайна шляху

Редагування сплайнів шляху і перетинів на рівні параметричної форми

Такий вид редагування можливий тільки в тому випадку, якщо задіяні в **loft**-об'єкті сплайни були конвертовані в редагований сплайн, і має на увазі зміна параметричних характеристик шляху або перетину. Для прикладу візьмем наш робочий об'єкт, виділим перетин-зірку, активізуйте панель **Modify** і зменшіть кількість вершин з 11 до 5 (рис. 2.137). **Loft**-об'єкт відразу ж зміниться (рис. 2.138).

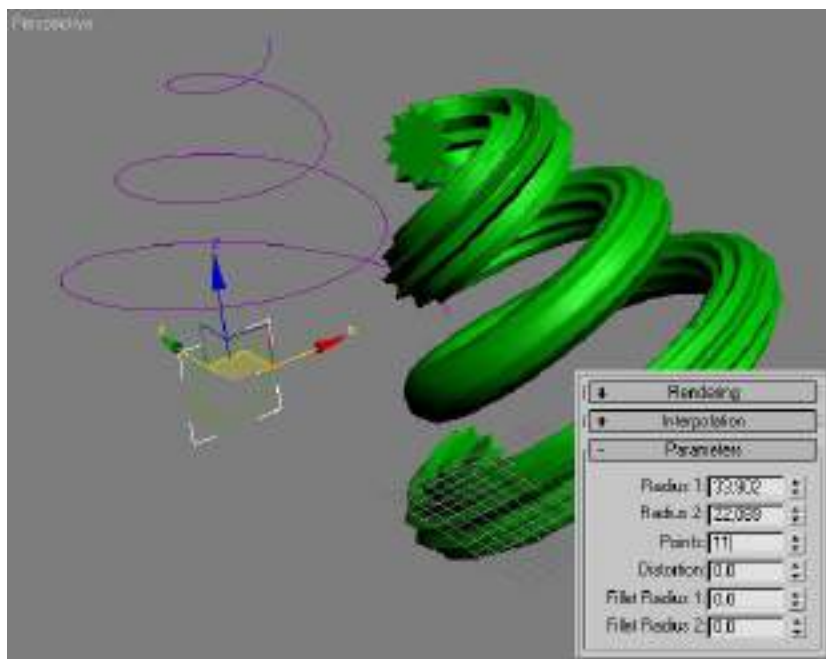


Рис.2.137. Зміна кількості вершин перетину-зірки

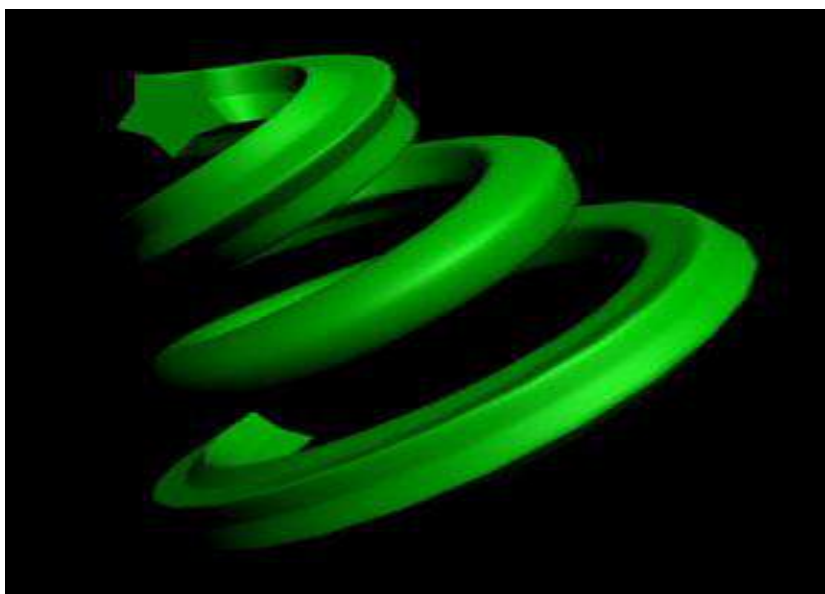


Рис.2.138. Змінений Loft-об'єкт

Зміна контурів шляху і перетинів на рівні підоб'єктів

Як вже було сказано, для того щоб отримати можливість редагування, потрібно попередньо перетворити сплайни зі звичайних в редаговані. У нашому робочому прикладі це зроблено не було, тому доведеться створити новий **loft**-об'єкт, на якому ми і будемо проводити свої експерименти. Тому спочатку виділимо перетин-зірку і конвертуєм її в редагований сплайн командою **Convert To => Convert to Editable Spline** (Конвертувати в => Конвертувати в редагований сплайн), а потім створим новий сплайн звичайним чином (рис. 2.139).

Виділимо зірку, перейдемо в режим редагування вершин і змінимо форму сплайна довільним чином, наприклад, видаливши частину вершин як показано на рис. 2.140. В результаті вихідний **loft**-об'єкт (рис. 2.141) тут же зміниться (рис. 2.142).

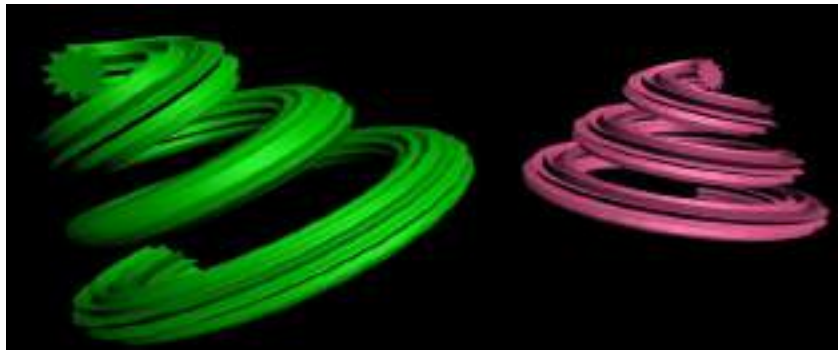


Рис.2.139. Вихідні **loft**-об'єкти: правий може редагуватися на рівні підоб'єктів, а лівий не може

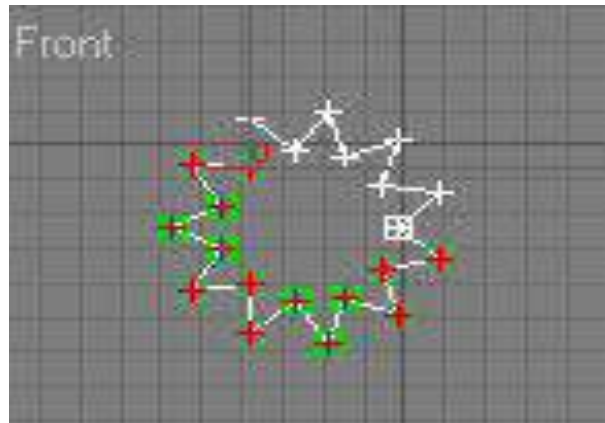


Рис.2.140. Виділення частини вершин перетину для їх подальшого видалення

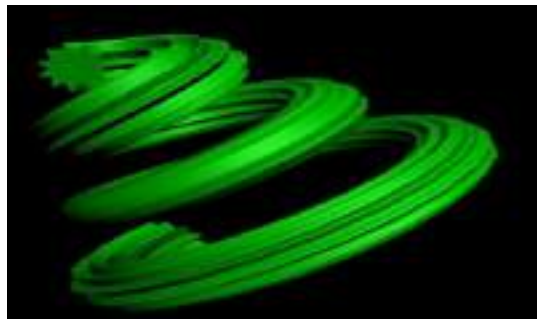


Рис.2.141. **Loft**-об'єкт до зміни перетину на рівні вершин



Рис.2.142. **Loft**-об'єкт після зміни перетину на рівні вершин

Проблема скручування

Неприємним моментом при створенні **loft**-моделей з кількома перетинами є скручування об'єкта від перетину до перетину, якщо перші вершини перетинів не перебувають на одній прямій. У деяких об'єктах це може не дуже кидатися в очі, але якщо кількість вершин різних перетинів відрізняється, то це може виявитися дуже помітним. Для прикладу створим лофт на основі сплайнів (рис. 2.143), вказавши лінію як шлях, а окружність, квадрат і зірку - як перетинів. Коло встановим на рівні 0, квадрат - на рівні 50, а зірку - на рівні 100. Результат лофтинга представлений на рис. 2.144.

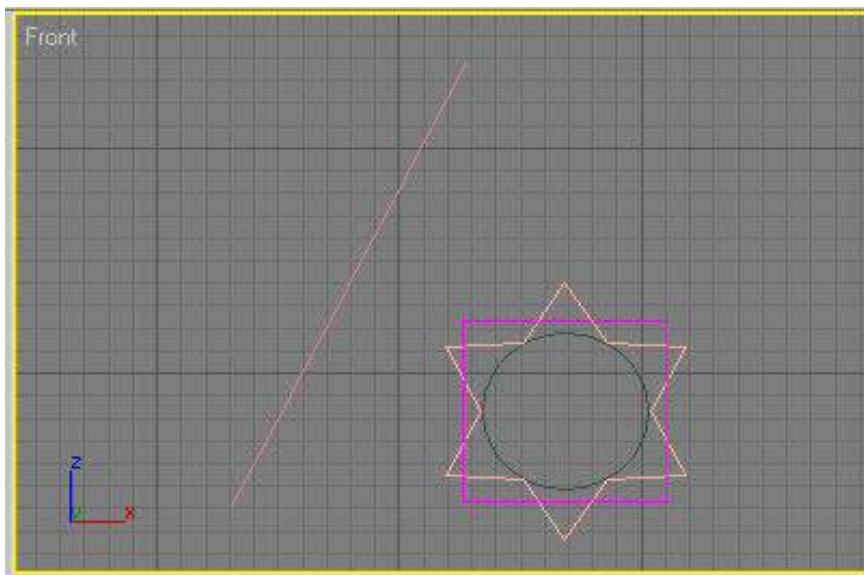


Рис.2.143. Вихідні сплайни для **loft**-об'єкта



Рис.2.144. Вихідний **loft**-об'єкт: перекуси видно дуже сильно

Для ліквідації скручування необхідно вирівняти перші вершини всіх вхідних в **loft**-об'єкт перетинів (дані вершини в режимі редагування вершин виділяються квадратиками). Суть процесу вирівнювання полягає в тому, щоб встановити всі перші вершини на одній прямій. Зробити це можна двома шляхами. Можна послідовно перебрати всі перетини в режимі редагування вершин і встановити в них перші вершини там, де це необхідно, кожен раз виділяючи вершину і клацаючи на кнопці **Make First** (Зробити першою). Очевидно, що даний варіант можливий лише в тому випадку, якщо всі перетини **loft**-об'єкта були перетворені в редаговані

сплайни до проведення лофтинга. Можна піти й іншим шляхом: виділити **loft**-об'єкт, перейти в режим редагування підоб'єктів модифікатора **Loft** на рівні редагування перетинів (**Shape**, рис. 2.145) і клацнути на кнопці **Compare** (Порівняти). Це призведе до відкриття порожнього вікна **Compare**, куди потрібно завантажити всі потрібні перетини.



Рис.2.145. Вибір режиму редагування **Shape** для **loft**-об'єкта

Для цього клацнемо на кнопку **Pick Shape** (в стадії активності вона буде жовтого кольору) і послідовно вкажемо в одному з вікон проекцій все перетину (в момент попадання покажчика миші на перетин зовнішній вигляд покажчика змінюється на знак «+»). В результаті вікно **Compare** стане виглядати приблизно так, як на рис. 2.146. За допомогою інструменту **Select and Rotate** (Виділити і повернути) повернем кожне з перетинів таким чином, щоб всі перші вершини виявилися на одній прямій (рис. 2.147). Дану операцію виконують в будь-якому з вікон проекцій, а вікно **Compare** служить для контролю за становищем початкової точки що повертається перетину. Результатом вирівнювання перших вершин буде зникнення скручування (рис. 2.148).

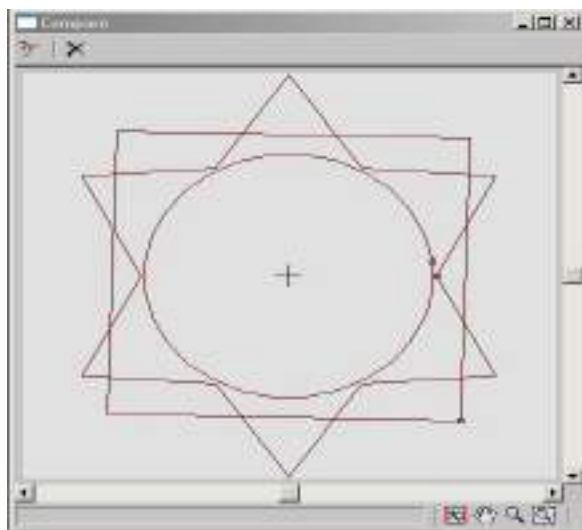


Рис.2.146. Вікно **Compare** після додавання перетинів

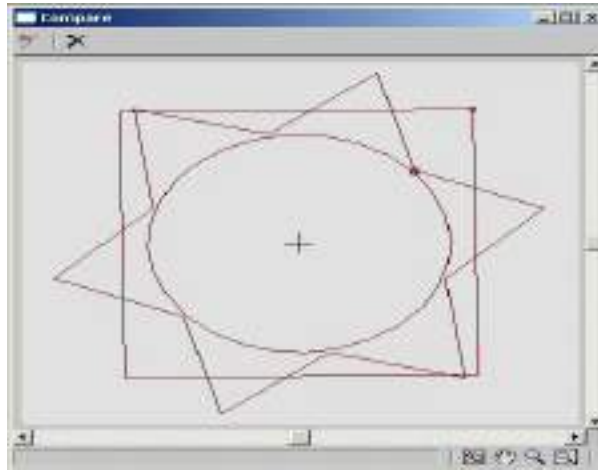


Рис.2.147. Вікно **Compare** після вирівнювання перших вершин

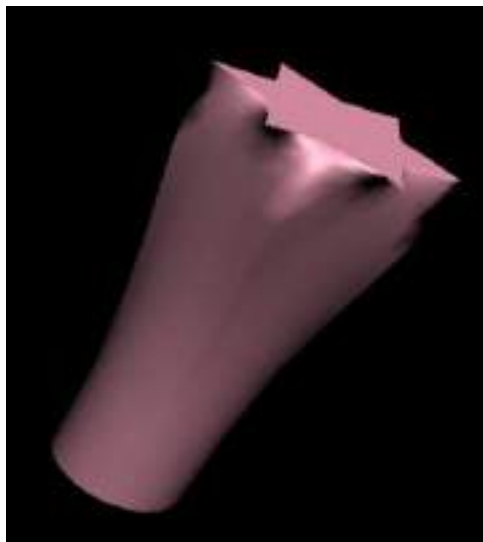


Рис.2.148. **Loft**-об'єкт після вирівнювання вершин

2.8. Створення **loft**-об'єктів на основі сплайнів

2.8.1. Створення **loft**-об'єктів на основі складових сплайнів

Як вже було зазначено, в якості перетинів можуть виступати не тільки поодинокі, але і складові сплайни, що істотно розширює можливості лофтинг-моделювання. При цьому навіть двоє елементарних фігур (наприклад, квадрат і коло), залежно від їх розташування по відношенню один до одного, дозволяє генерувати найрізноманітніші моделі - як порожнисті, так і такі, що представляють собою об'єднання двох об'ємних тіл, що досягається без використання булевих операцій (рис. 2.149).



Рис.2.149. Вихідний складовий сплайн і сплайн-шлях

Для прикладу створимо довільну криву як шлях, а квадрат і коло - як перетин. При цьому сплайни перетину потрібно конвертувати в редаговані і об'єднуємо в складовий сплайн, скориставшись кнопкою **Attach** (Приєднати; рис. 2.149). Проведем лофтинг і отримаємо об'єкт, показаний на рис. 2.150. Виділимо перетин, перейдемо в режим редагування сплайна на рівні **Spline** і перемістимо коло всередину квадрата - **loft**-об'єкт зміниться і стане порожнистим (рис. 2.151). Потім перетягнемо коло поза квадрат - **loft**-об'єкт виявиться представленим двома окремими тілами (рис. 2.152).

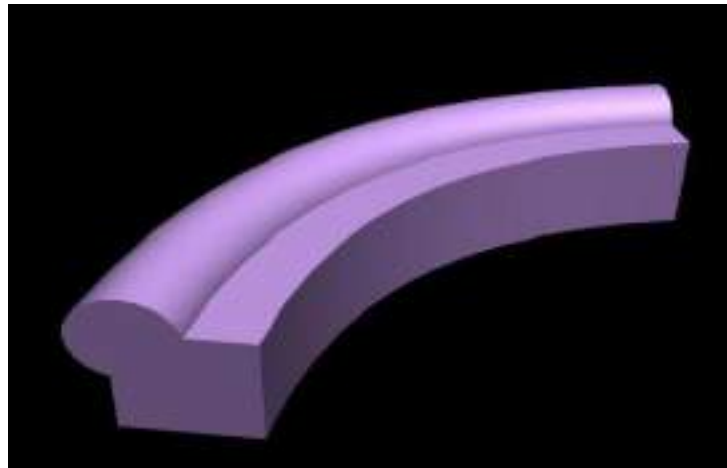


Рис.2.150. Перший **loft**-об'єкт

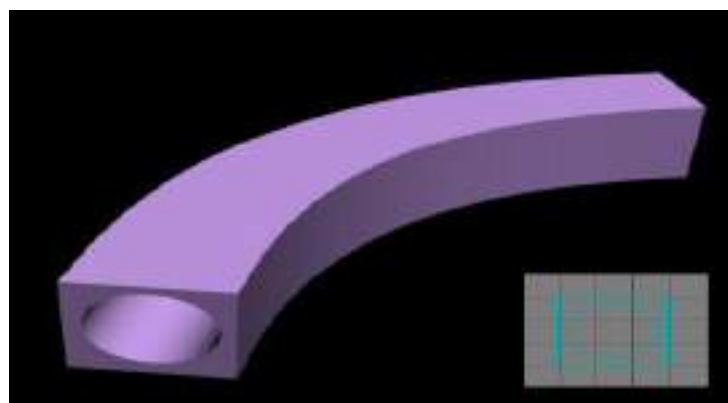


Рис.2.151. Другий **loft**-об'єкт

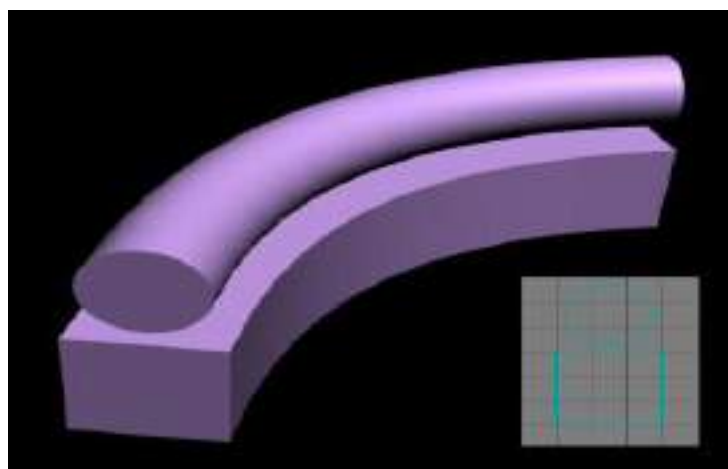


Рис.2.152. Третій **loft**-об'єкт

2.8.2. Створення loft-об'єктів на основі розімкнених сплайнів

Комбінації замкнутих і розімкнутих сплайнів дозволяють створювати різноманітні поверхні з розрізами і розривами. Задіяні в них розімкнуті сплайни часто створюються на основі замкнутих, в яких виділяються вершини в місцях розриву, а потім до них застосовується команда **Break** (Розірвати). Варто відзначити, що в такого роду **loft**-об'єктах узгодження перших вершин набуває ще більшого значення, оскільки такі поверхні сильніше схильні до скручування. Як приклад формування найпростішого об'єкта даного типу створимо звичайне коло, конвертуємо його в редагований сплайн, виділимо всі чотири сегменти кола і додамо в кожен з них по чотири додаткових вершини, клацнувши на кнопці **Divide** (Розділити; рис. 2.153). Зробимо копію кола і розірвемо даний сплайн у зазначеній на рис. 2.154 точці, активувавши кнопку **Break** (Розірвати) і клацнувши у відповідній вершині. Скопіюємо вже розірваний сплайн і змінимо положення граничних вершин - наприклад так, як показано на рис. 2.155.

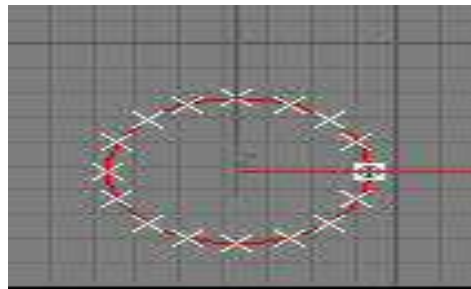


Рис.2.153. Вихідне коло

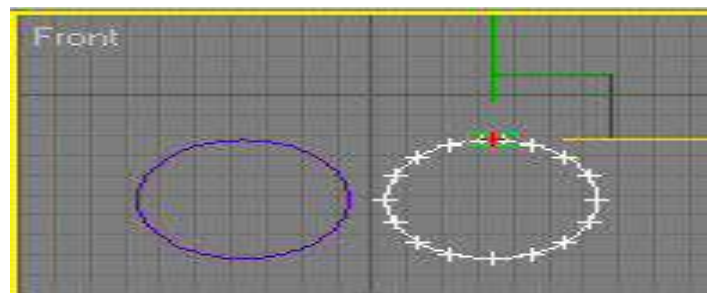


Рис.2.154. Розрив другого сплайна в зазначеній точці

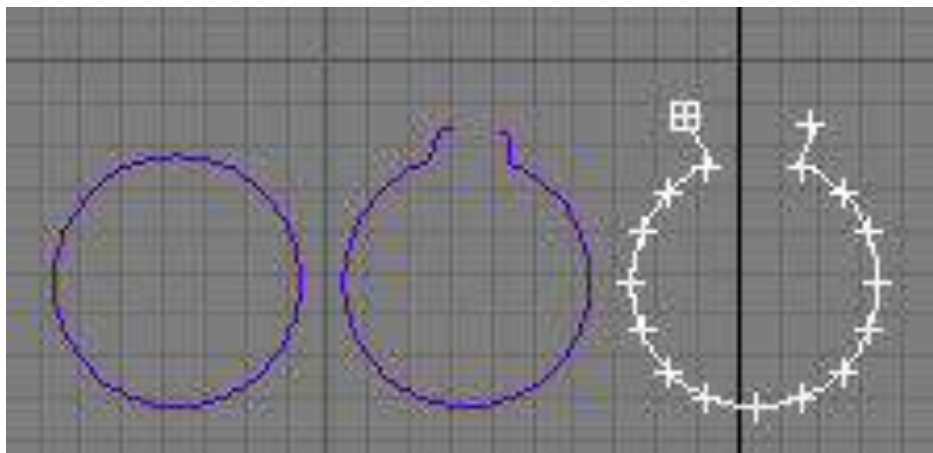


Рис.2.155. Редагування третього сплайна

Узгодимо перші вершини - в даному випадку найпростіше це зробити вручну, призначивши першу вершину для кола, клацнувши на кнопці **Make First** (Зробити першою) і вказавши потрібну вершину. Проведемо лофтинг, вказавши спочатку перший зліва сплайн, потім на рівні шляху 30 - другий, на рівні 50 - третій, 70 - другий і 100 - перший. **Loft**-об'єкт з розривом представлений на рис. 2.156.

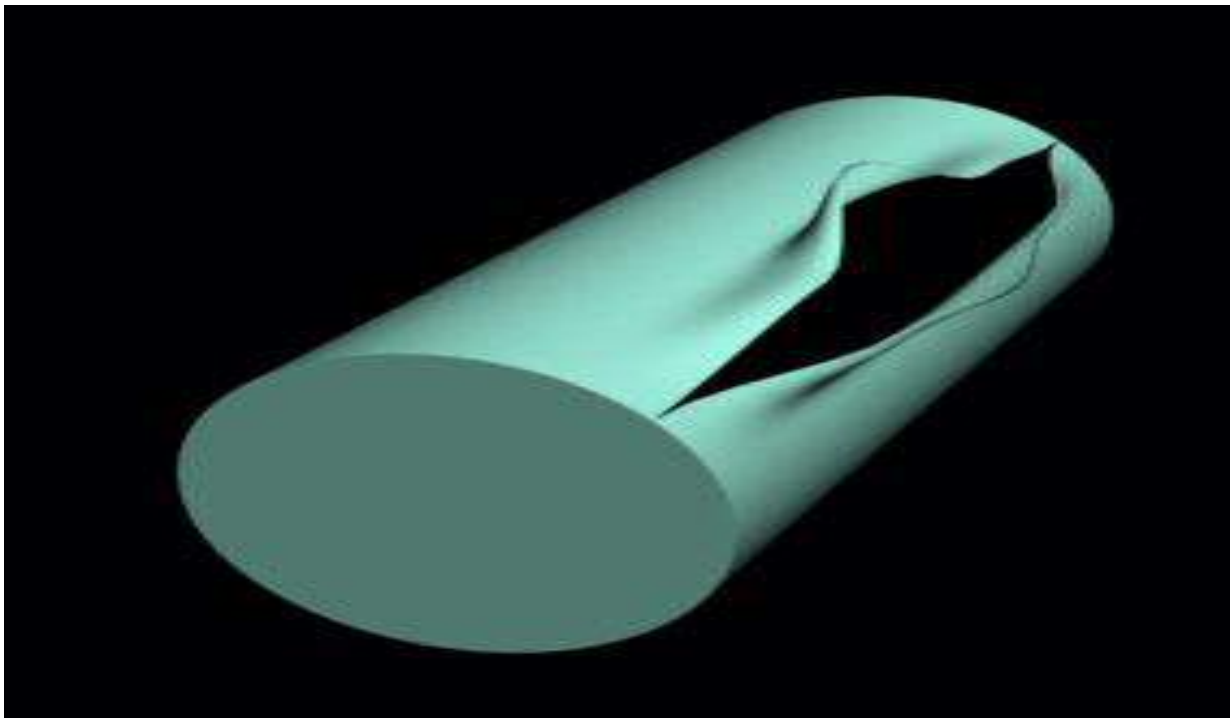


Рис.2.156. **Loft**-об'єкт з розривом

А тепер розглянемо моделювання **loft**-об'єкта з використанням розімкнутих сплайнів, які на перший погляд здаються замкнутими. Створимо приблизно такі об'єкти сплайнів, які показані на рис. 2.157. Звернемо увагу, що два верхні кола (велике і маленьке) відносяться до першого складеного сплайна і гратимуть роль одного перетину, а нижні - другого розтину. Лінія, як зазвичай, буде використовуватися в якості шляху. Відповідні окружності потрібно буде об'єднати в складові сплайни в режимі редагування **Spline**. Безпосередньо такі складові сплайни як різні перетини одного і того ж сплайна вказати не вдасться через їх різну структуру.

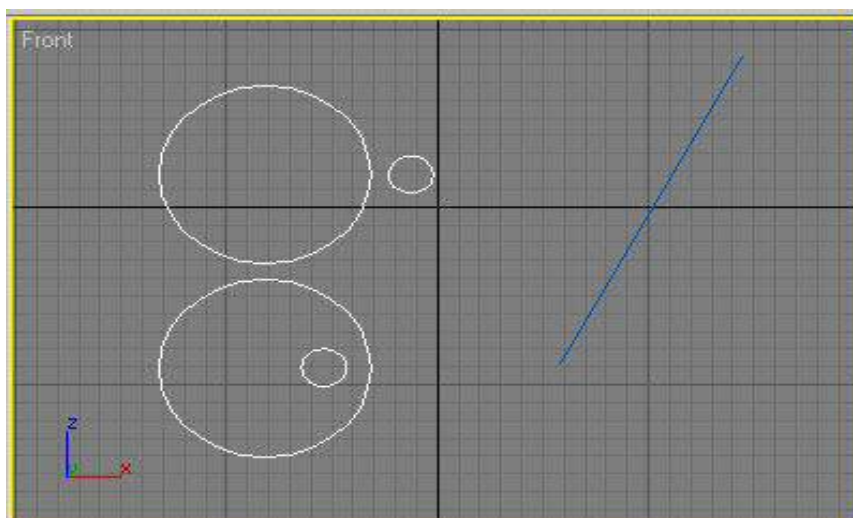


Рис.2.157. Вихідні форми для **loft**-об'єкта

Однак ми застосуємо прийом: в режимі редагування сплайнів за допомогою кнопки **Break** (Розірвати) розірвемо перше велике коло в двох протилежних точках (вони виділені на рис. 2.158), потім аналогічну операцію проведемо щодо нижнього складеного сплайна. Після цього виділимо лінію і створимо **loft**-об'єкт, вказавши спочатку нижній сплайн, потім на рівні 20 - верхній, а на рівні 60 - знову нижній. В результаті отримаємо об'єкт (рис. 2.159), який згодом цілком можна буде перетворити в звичайну чашку.

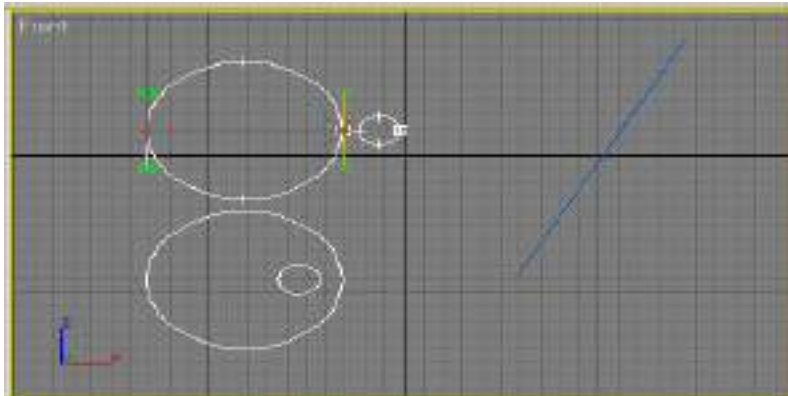


Рис.2.158. Розрив верхнього складеного сплайна в зазначених точках



Рис.2.159. Заготовка для горняти

2.8.3. Приклади створення найпростіших loft-моделей

Незаточений олівець

Мабуть, найпростіша лофтінова модель - звичайний незаточений олівець, який представляє собою лофтінг шестикутника за лінійним шляхом. Для його формування створимо шестикутник і лінію (рис. 2.160), виділимо лінію, клацнемо на кнопку **Geometry** (Геометрія), виберемо в списку різновидів об'єктів варіант **Compound Objects** (Складові об'єкти), клацнемо на кнопку **Loft**, а потім на кнопку **Get Shape** (Вказати форму) і вкажемо в якості перетину шестикутник. Результат представлений на рис. 2.161. Збережемо об'єкт у файлі, так як трохи пізніше ми до нього повернемося.

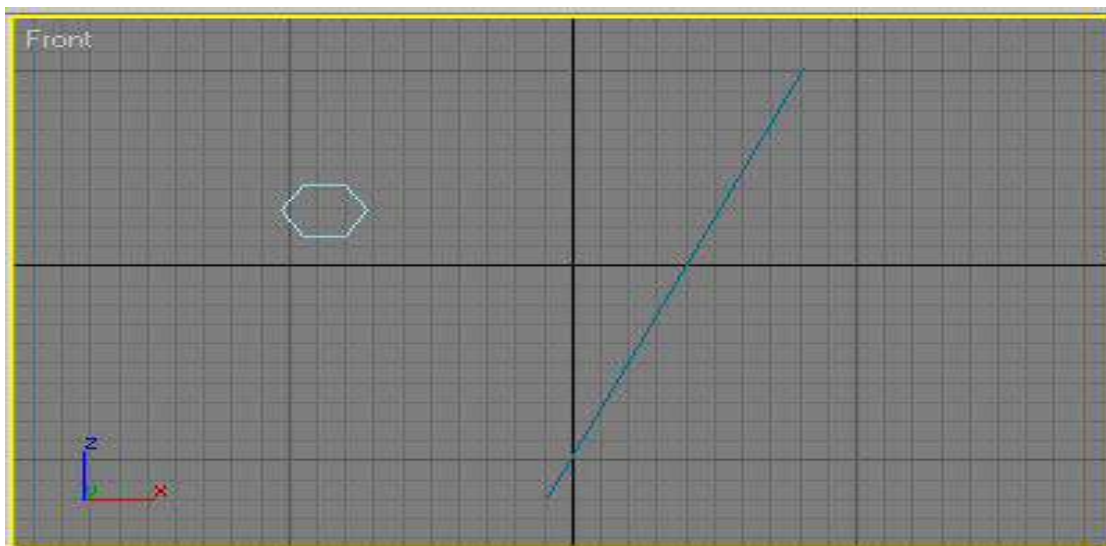


Рис.2.160. Вихідні форми для **loft**-об'єкта

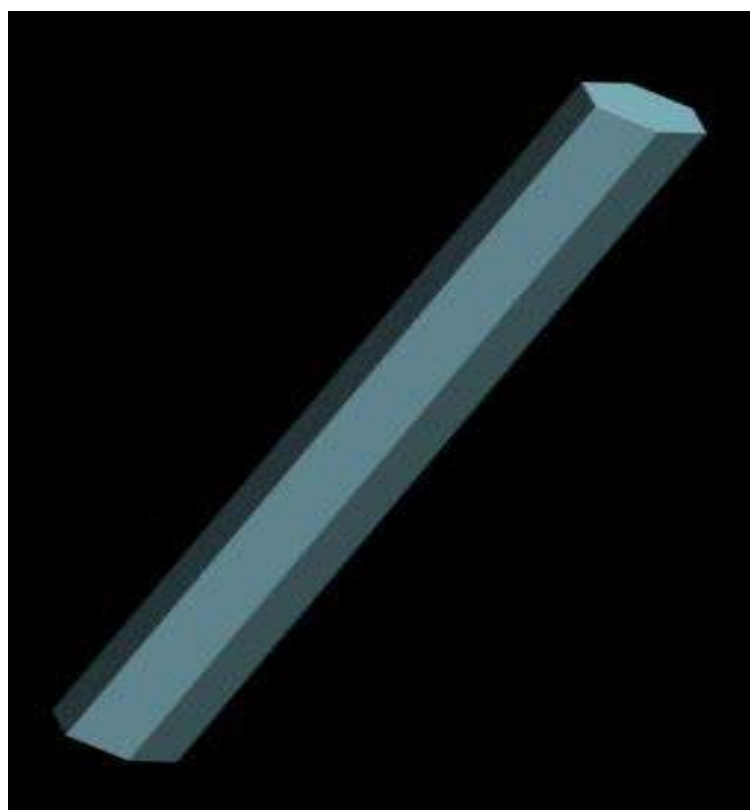


Рис.2.161. Незаточений олівець

Рамка

Спробуємо скористатися лофтінговим моделюванням для створення рамки. Активізуємо інструмент **Line** і створим ним лінійний сплайн у вигляді замкнутої лананої (рис. 2.162). Перетворим сплайн в редагований за допомогою команди **Convert To => Convert to Editable Spline** (Конвертувати в => Конвертувати в редагований сплайн), перейдемо в режим редагування вершин і перетворимо зазначені на рис. 2.163 вершини в згладжені, виділивши їх і в контекстному меню вибравши тип **Smooth** (Згладження).

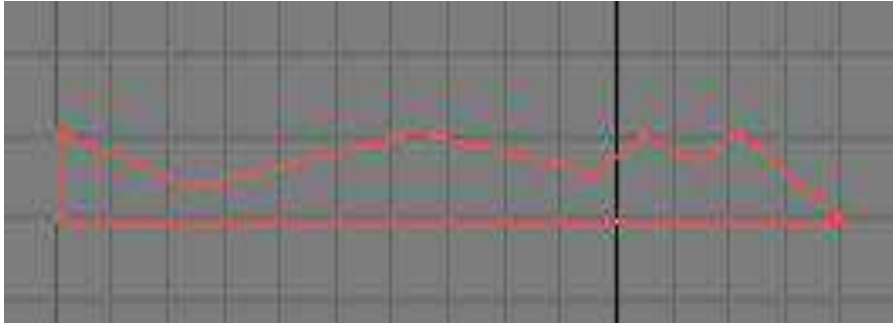


Рис.2.162. Вихідний лінійний сплайн

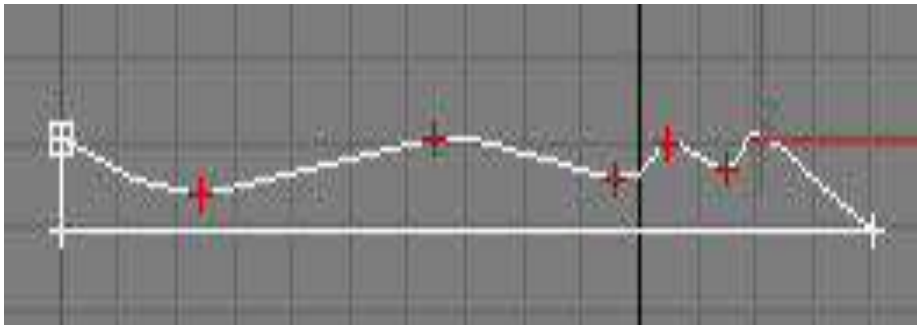


Рис.2.163. Зміна типу вершин

Створимо другий сплайн у вигляді великого прямокутника, який в даному випадку буде грати роль шляху. Виділимо прямокутник і створимо на його основі **loft**-об'єкт, вказавши криволінійний контур в якості розгину. Отримана рамка представлена на рис. 2.164.

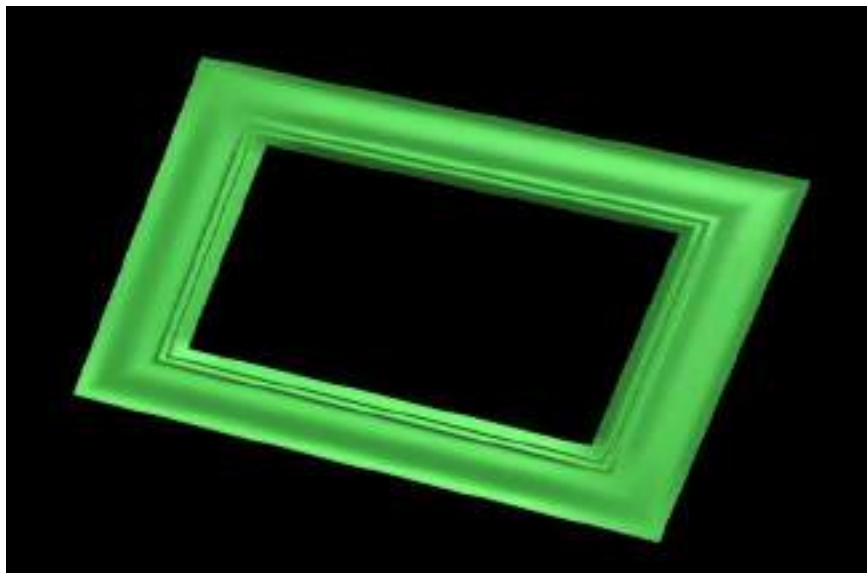


Рис.2.164. Рамка

Заточений олівець

Спробуємо змінити створену вище **loft**-модель олівця таким чином, щоб він став заточеним. Для цього доведеться додати в потрібних точках шляху додаткові перетини. Спочатку створимо маленьку окружність і додамо її на кінці шляху - для цього виділим **loft**-об'єкт, перейдемо в режим його редагування, в поле **Path** (Шлях) введемо число 100, клацнемо на кнопку **Get Shape** (Вказати форму) і вкажемо дане коло (рис. 2.165).



Рис.2.165. **Loft**-об'єкт після додавання першого перетину

Загалом, загострений кінець олівця виглядає цілком прийнятно, але зменшення діаметра повинно проводитися тільки в самому кінці олівця, а не по всій його довжині, тому доведеться заблокувати сточування додатковим перетином. Найпростіше - вказати в якості такого перетину той ж самий багатокутник, що був використаний при створенні базової моделі олівця. Тому виділим **loft**-модель, перейдемо в режим її редагування, в поле **Path** (Шлях) введемо число 75, клацнемо на кнопку **Get Shape** (Вказати форму) і вкажемо багатокутник. Отриманий в результаті об'єкт тепер дійсно схожий на олівець (рис. 2.166).

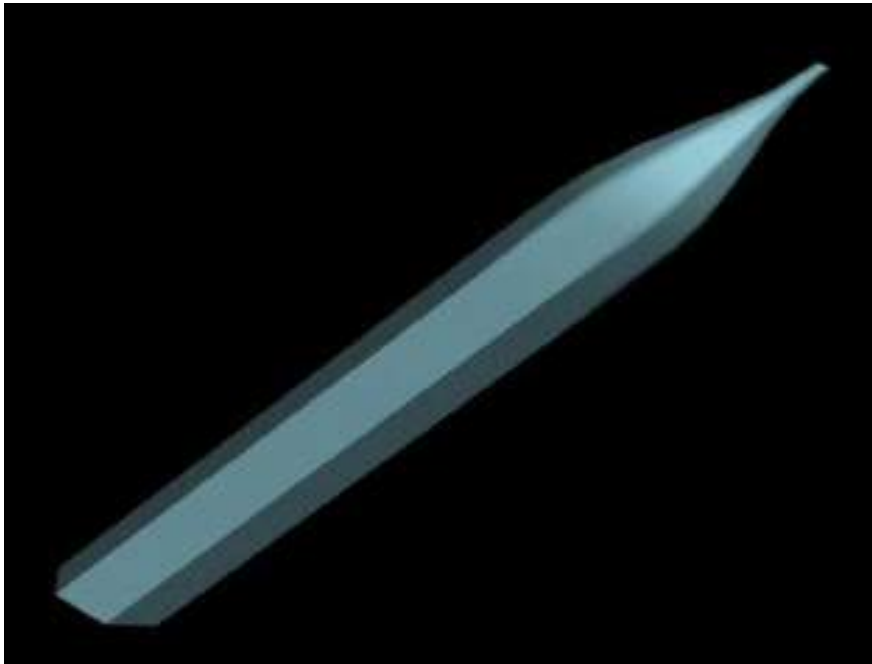


Рис.2.166. Заточений олівець

Спадаюча складками тканина

Зобразити спадаючу складками тканину за допомогою лофтинга зовсім нескладно. Для цього досить створимо два перетини у вигляді криволінійних контурів з великим числом вузлів і задамо напрямок лофтинга (рис. 2.167). Потім слід вказати верхню криву в якості першого перетину на рівні 0, а другу - в якості другого перетину на рівні 100. Результат буде непогано виглядати навіть без накладання матеріалу (рис. 2.168).

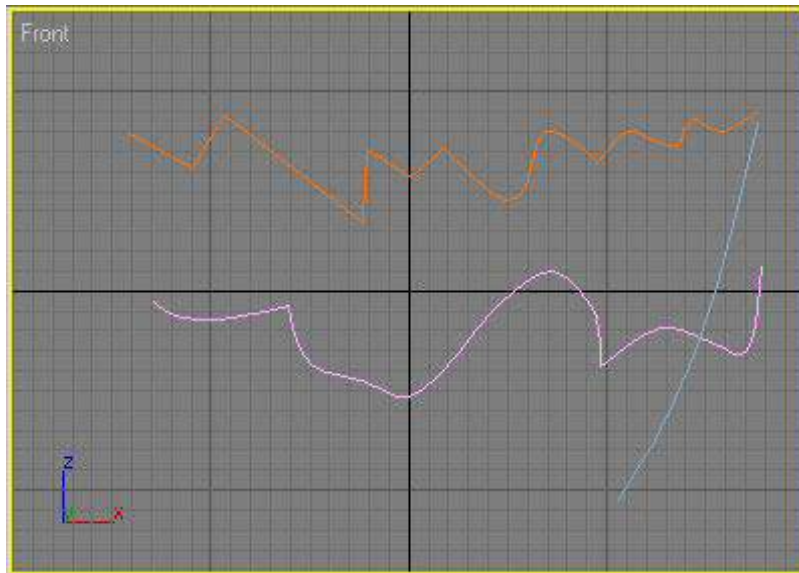


Рис.2.167. Вихідні елементи для loft-об'єкта



Рис.2.168. Спадаюча складками тканина

Гайка

Створимо модель гайки, причому додавати нові перетини для різноманітності ми будемо не в ході редагування, а відразу ж в процесі створення моделі. Звичайно, в більшості випадків обмежитися простими сплайнами як перетинами не вдається, так що доведеться створювати з них більш складні складові сплайни. У разі гайки роль перетину буде грати сплайн, що включає до свого складу шестикутник (як зовнішнього кордону) і коло (як внутрішнього). Якщо ж згадати про різьбу гайки, то вийде, що радіус кола - величина змінна, яка буде приймати то одне, то інше значення. Для початку побудуємо два окремих сплайни: багатокутник і коло (рис. 2.169), розмістимо коло всередині багатокутника.

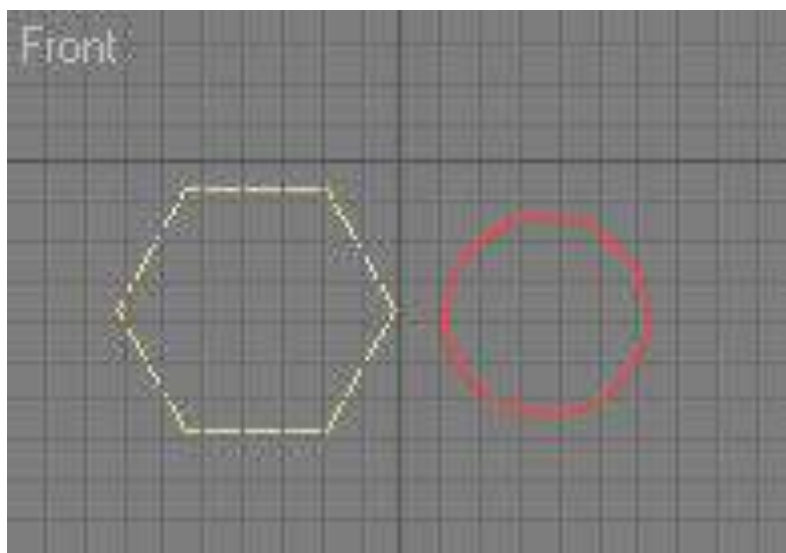


Рис.2.169. Багатокутник і коло

На панелі **Modify** відрегулюємо значення радіусів обох сплайнів: в нашому випадку радіус багатокутника - 35, а кола - 25. Виділимо обидва об'єкти, зробимо копію і для зручності роботи додамо її поруч. Збільшимо радіус скопійованого кола приблизно на дві одиниці. Перетворимо першу групу з багатокутника і кола в складений сплайн - для цього виділимо багатокутник, переведемо його в редагований сплайн, перейдемо в режим редагування **Spline**, клацнемо на кнопці **Attach** (Приєднати) і в якості додаткового об'єкта вкажемо коло. Обидва об'єкти стануть складовими частинами одного і того ж сплайна і тепер їх можна буде використовувати як перетин. Аналогічну операцію виконаємо щодо другої групи об'єктів. Викреслимо лінію, яка буде потрібна як шлях (рис. 2.170).

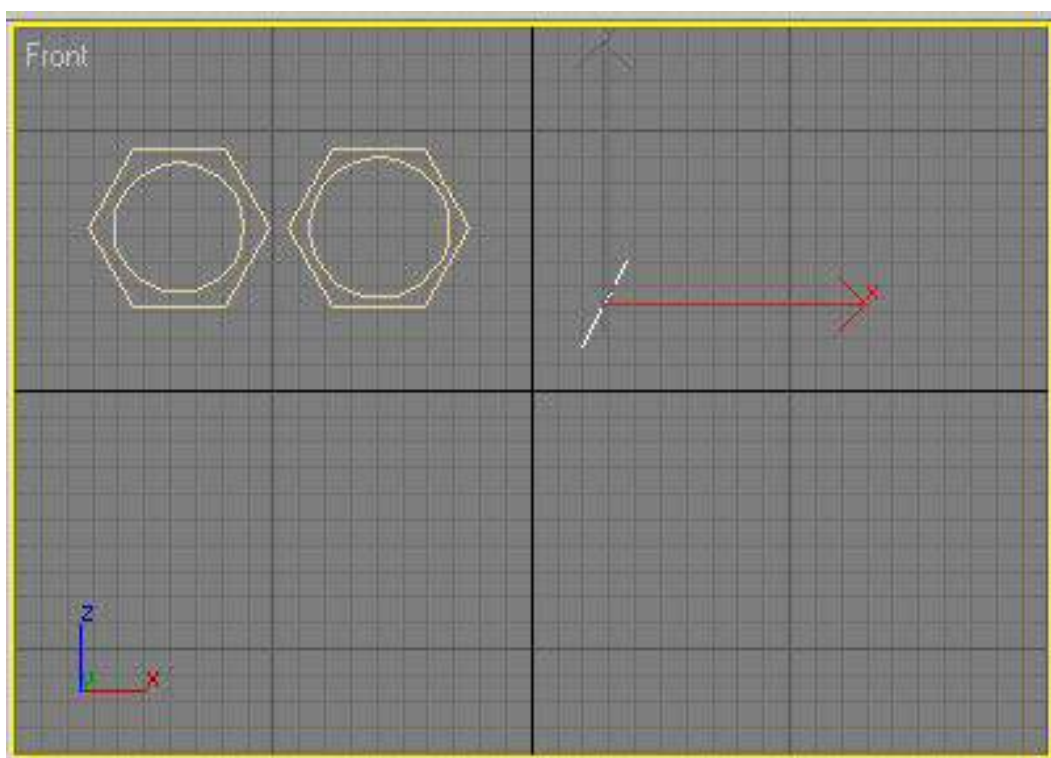


Рис.2.170. Вихідні елементи **loft**-об'єкта

Виділимо лінію, перейдемо в режим створення лофтинга, клацнемо на кнопці **Get Shape** (Вказати форму) і вкажемо в якості першого перетину перший складений об'єкт (табл.1). В результаті буде створена **loft**-модель гайки без різьблення (рис. 2.171).

Табл. 1. Рівень шляху для перетинів гайки

Рівень шляху	Переріз
0	1 складений об'єкт
13,3	2 складений об'єкт
25	1 складений об'єкт
38,5	2 складений об'єкт
50	1 складений об'єкт
63,5	2 складений об'єкт
75	1 складений об'єкт
88,5	2 складений об'єкт
100	1 складений об'єкт

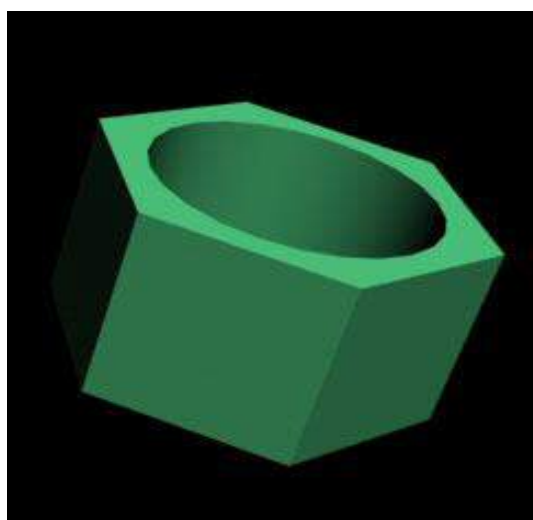


Рис.2.171. Гайка без різьблення

Після цього відразу ж в поле **Path** (Шлях) в меню **Path Parameters** (Параметри шляху) встановимо значення 13,5 - це рівень шляхи для другого розтину. Вкажемо в якості другого перетину другий складений

об'єкт. Введемо в поле **Path** (Шлях) значення 25 і вкажемо перший складений об'єкт і т.д. відповідно до таблиці. Зрозуміло, при іншому варіанті різьблення гайки закон чергування перетинів буде іншим. Отримана після закінчення операції підключення перетинів гайка показана на рис. 2.172.

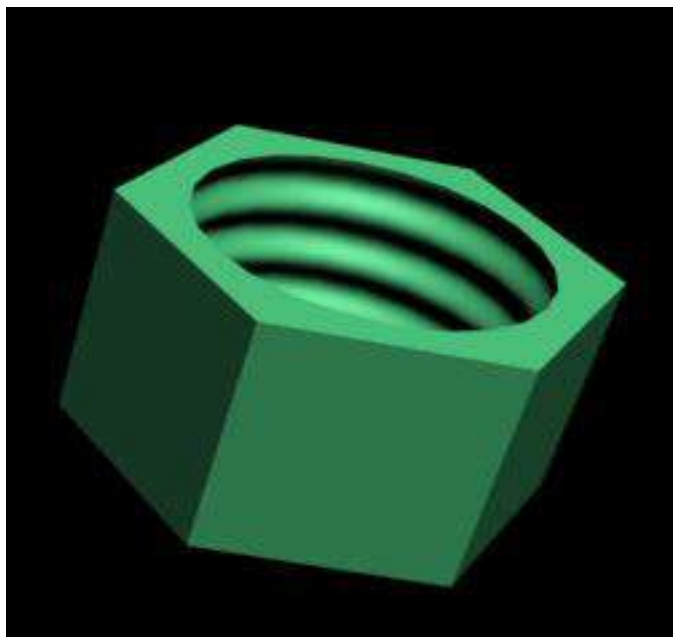


Рис.2.172. Гайка з різьбленням

Фрагмент кованої меблевої ручки

Ми вже говорили про те, що шлях, який складається з декількох сплайнів, **3DS MAX** не приймає. Однак чимала частина моделей передбачає формування досить складних шляхів, які зручніше створювати на базі декількох сплайнів. Об'єднання сплайнів в складений тут не допоможе, оскільки програма як і раніше не дозволяє вказати такий сплайн як шлях. Вийти з положення можна, якщо перетворити складений сплайн в простий шлях зварюванням вершин окремих сплайнів в місцях їх з'єднання. Розглянемо це на прикладі створення фрагмента навісної кованої меблевої ручки. За основу візьмем спіраль, створену інструментом **Helix** (Спіраль), - з неї будемо моделювати шлях для лофтинга і ромб з чотирма вершинами як перетин (рис. 2.173).

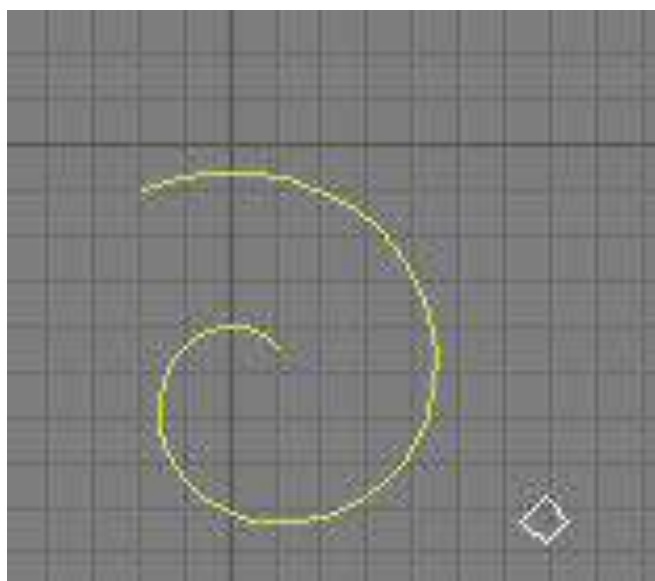


Рис.2.173. Вихідні елементи

Створимо копію спіралі, дзеркально її відобразимо, а потім розмістимо обидві спіралі потрібним чином. Перетворимо одну з спіралей в редагований сплайн, перейдемо в режим редагування вершин, клацнемо на кнопку **Attach** (Приєднати) і в якості додаткового об'єкта вкажемо другу спіраль. В результаті дві окремі спіралі хоча і перетворяться в складений об'єкт, але поки ще будуть окремими сплайнами, в чому неважко переконатися за наявністю в об'єкті двох перших вершин (рис. 2.174). Виділимо зазначені на рис. 2.175 вершини і клацнемо на кнопці **Fuse** (Наблизити), щоб наблизити вершини двох сплайнів один до одного.

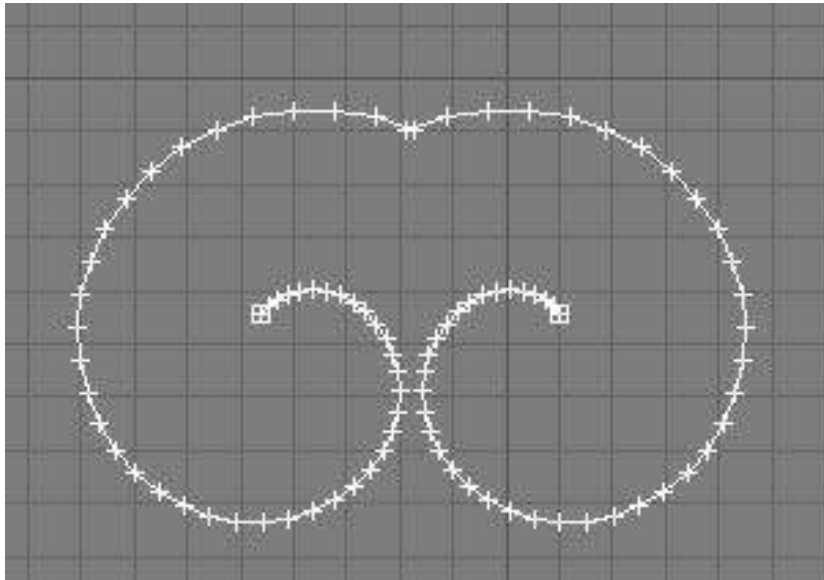


Рис.2.174. Складений сплайн

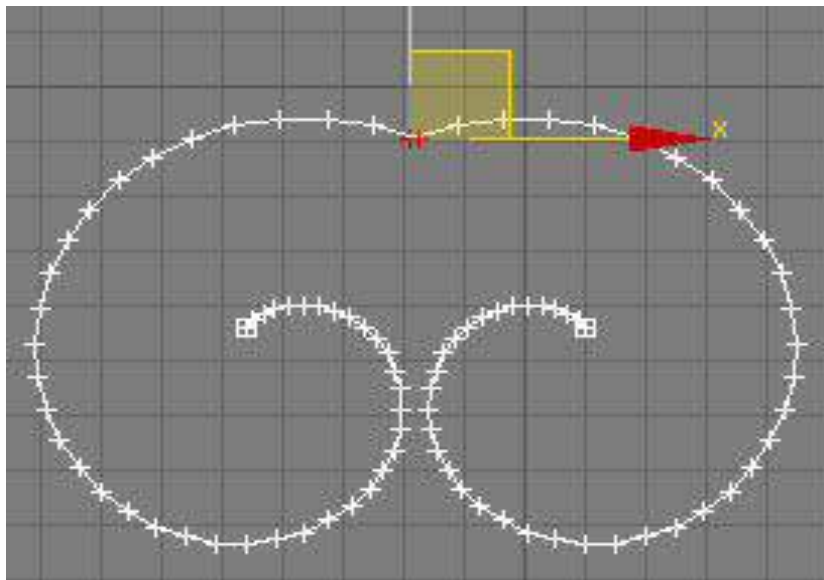


Рис.2.175. Виділення зварювальних вершин

Потім клацнемо на кнопці **Weld** (Злити) для об'єднання двох виділених кінцевих вершин в одну. Не забудем при цьому попередньо встановити потрібне значення параметра **Weld Threshold** (Поріг злиття), задати відстань, при якому вершини будуть об'єднуватися. Дві спіралі стануть єдиним сплайном - про це буде свідчити єдина початкова точки (рис. 2.176). Далі змінюем сплайн за своїм бажанням, щоб він став нагадувати фігурний контур навісний меблевої ручки; один з можливих варіантів такого контуру показаний на рис. 2.177. Це і буде

відстань, при якому вершини будуть об'єднуватися. Дві спіралі стануть єдиним сплайном - про це буде свідчити єдина початкова точка (рис. 2.176). Далі змінюєм сплайн за своїм бажанням, щоб він став нагадувати фігурний контур навісний меблевої ручки; один з можливих варіантів такого контуру показаний на рис. 2.177. Це і буде шлях для лофтінга. Створимо на основі даного шляху і підготовленого раніше перетину-ромба **loft**-об'єкт,представлений на рис. 2.178.

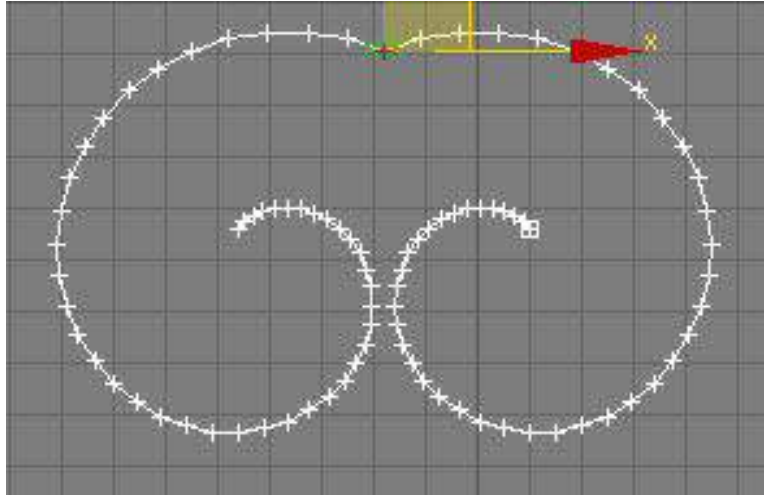


Рис.2.176. Результат зварювання вершин

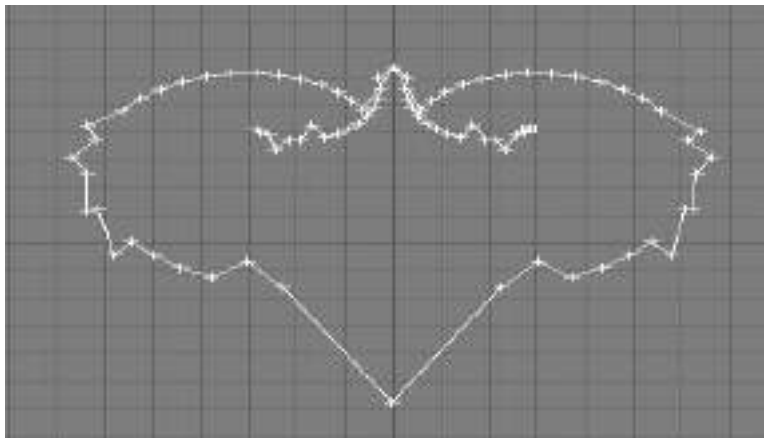


Рис.2.177. Шлях для **loft**-об'єкта

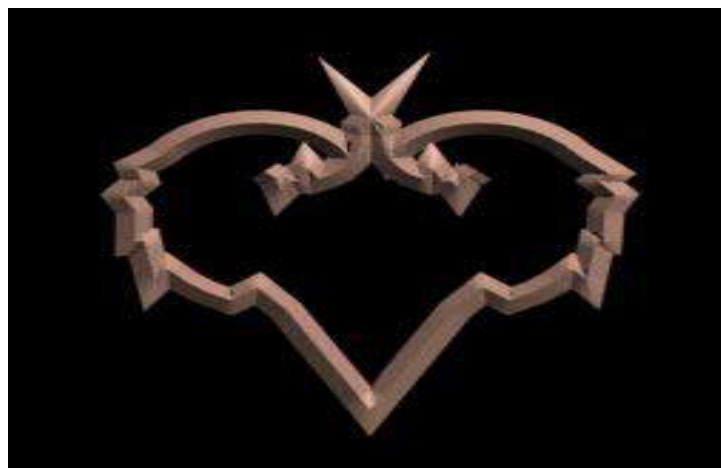


Рис.2.178. Фрагмент меблевої ручки

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Вказати способи доступу до команд.
2. Які кнопки передбачені для управління вікнами проекцій?
3. Як відбувається розгортання і згортання вікон проекцій?
4. Показати послідовність переміщення, повороту і масштабування просторових моделей об'єктів.
5. Показати послідовність створення сплайнів.
6. Як відбувається редагування форми сплайнів?
7. Які властивості стандартних сплайнів форм **Donut** і **Text**?
8. Навести приклади використання редагованих полігональних поверхонь.
9. Які способи використовуються для моделювання за допомогою складових елементів об'єкта?
10. Показати послідовність використання опорної точки для створення моделей.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ, АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ

3.1. Nurbs-лофтинг. Моделювання

3.1.1. Опис технології nurbs

NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines) перекладається як «неоднорідний раціональний В-сплайн». Це особлива технологія, призначена для створення плавних органічних форм і моделей, заснована на складному математичному апараті. Технологія **NURBS**-моделювання в **3DS max** - це технологія, альтернативного створення об'єктів через сплайни або поверхні, призначена спеціально для створення просторових моделей з плавними, гладкими контурами.

Всього існує близько 1500 рівнянь для опису всіх геометричних елементів, від найпростіших кривих до складних поверхонь. Через особливості будови **NURBS** поверхні завжди гладкі (у них немає гострих країв, властивих полігонів), тому вони широко використовуються в органічному моделюванні (подібному створення рослинних форм), для створення моделей тварин, людей, машин і т. д. **NURBS** поверхні не складаються з сітки прямокутників, розбиття поверхонь на багатокутники відбувається лише на етапі рендеринга і передбачає використання оптимального алгоритму для збереження гладкості. Тому, при будь-якому наближенні дотримується гладкість поверхні. **NURBS** поверхні не складаються з сітки прямокутників і широко використовуються для створення моделей тварин, людей, автомобілів, тобто таких складних об'єктів, які не мають гострих граней.

3.1.2. Створення об'єктів за допомогою nurbs

У **3DS Max** існує два типи роботи з **NURBS**: створення моделей за допомогою кривих (**Curves**) або поверхонь (**Surface**). Різниця між ними полягає лише в способі управління. Об'єкт **Point** управляється точками, що лежать безпосередньо на самому об'єкті, іншими словами, об'єкт проходить через ці точки. Об'єкт **CV** управляється вершинами, які розташовуються поза об'єктом і пов'язані між собою лініями. Це нагадує керуючі вершини Безьє, які застосовуються в технології моделювання на основі клаптів. Однак існує важлива відмінність: керуючі окуляри Безьє впливають відразу на всю поверхню, тоді як керуючі вершини **NURBS** впливають на локальну область, розміром якої можна управляти, використовуючи вагу.

Крива (**Curves**) - передбачає створення контуру за допомогою ліній. Метод схожий на роботу зі сплайнами. **Create => Shapes => NURBS Curves** (рис. 3.1).

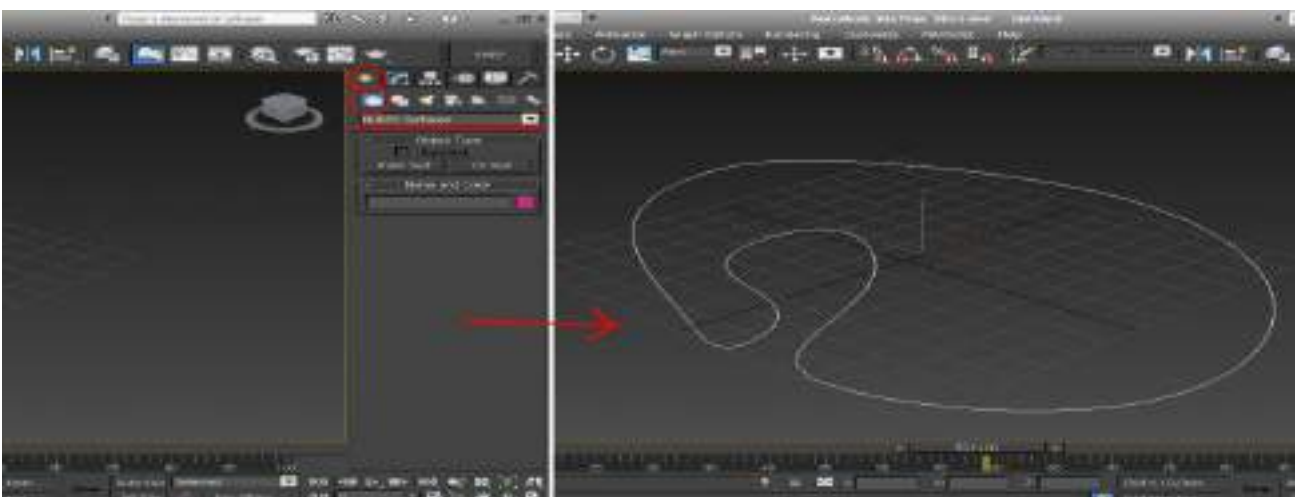


Рис.3.1. NURBS Curves (криві NURBS)

Поверхні (**Surface**) - передбачають створення поверхні: **Create** => **Geometry** => **NURBS Surfaces** (рис. 3.2).

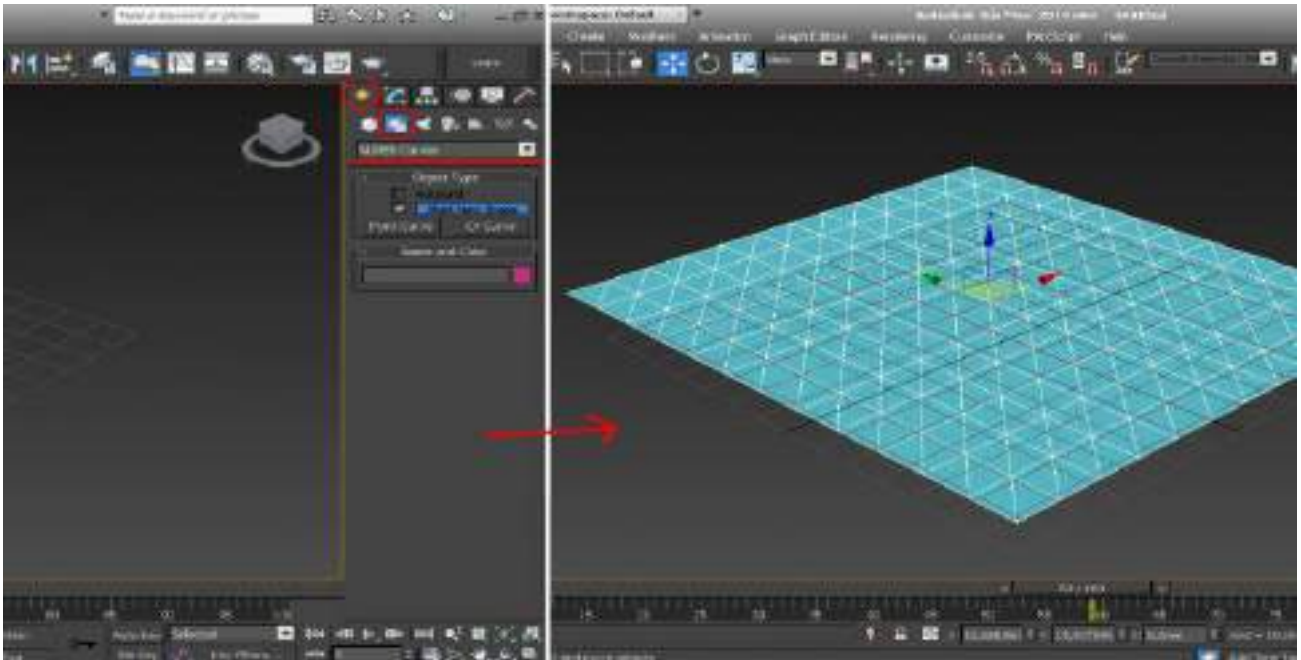


Рис.3.2. **NURBS Surfaces** (**NURBS** поверхні)

Чим більше вага вершини, тим сильніше вплив цієї вершини на поверхню або криву. Інакше кажучи, чим більше вага, тим сильніше змінюється форма. На рис. 3.3 показано як дві точки з різними вагами, переміщені на однакові відстані, по-різному впливають на поверхню.

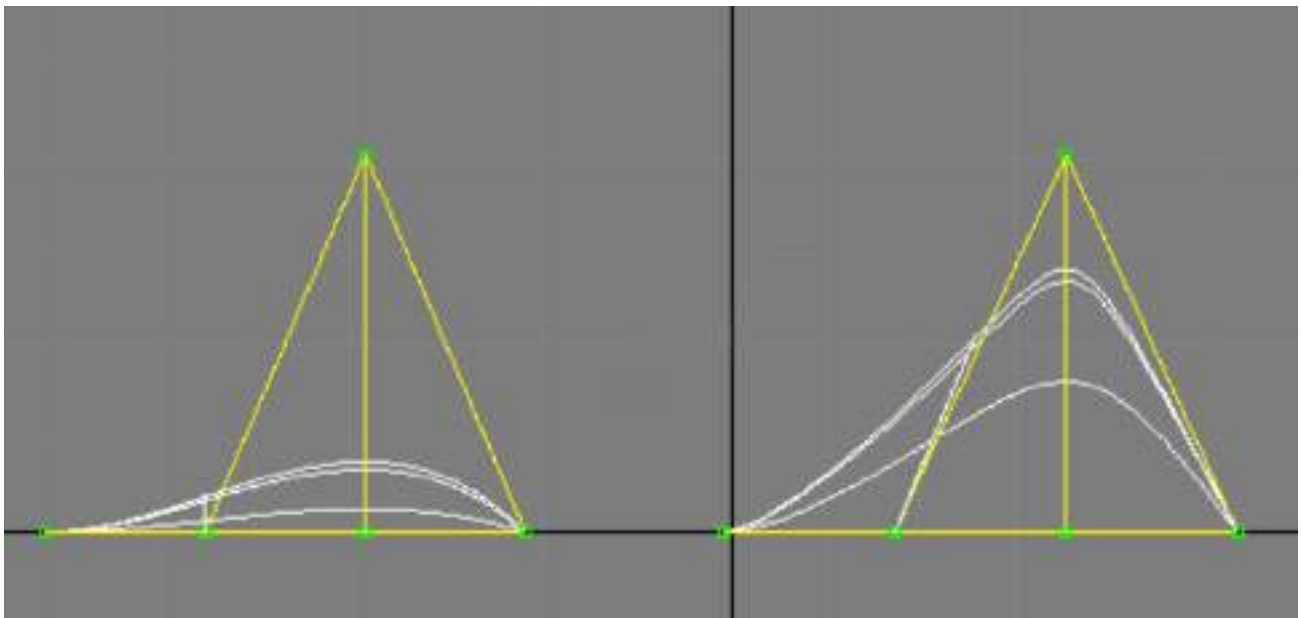


Рис.3.3. Вага вершини впливає на форму кривої лінії

Одна поверхня або крива не можуть одночасно керуватися як точками, так і вершинами, але всередині одного об'єкта **NURBS** можуть міститися як підоб'єкти **Point**, так і **CV**.

Також система створення об'єктів **NURBS** передбачає два методи формування кривих і поверхонь: **Point Surf** і **CV (Control Vertex) Surf**, між якими є невелика різниця.

Об'єкт **Point Surf** редагується через точки, які знаходяться на самому об'єкті (рис. 3.4).

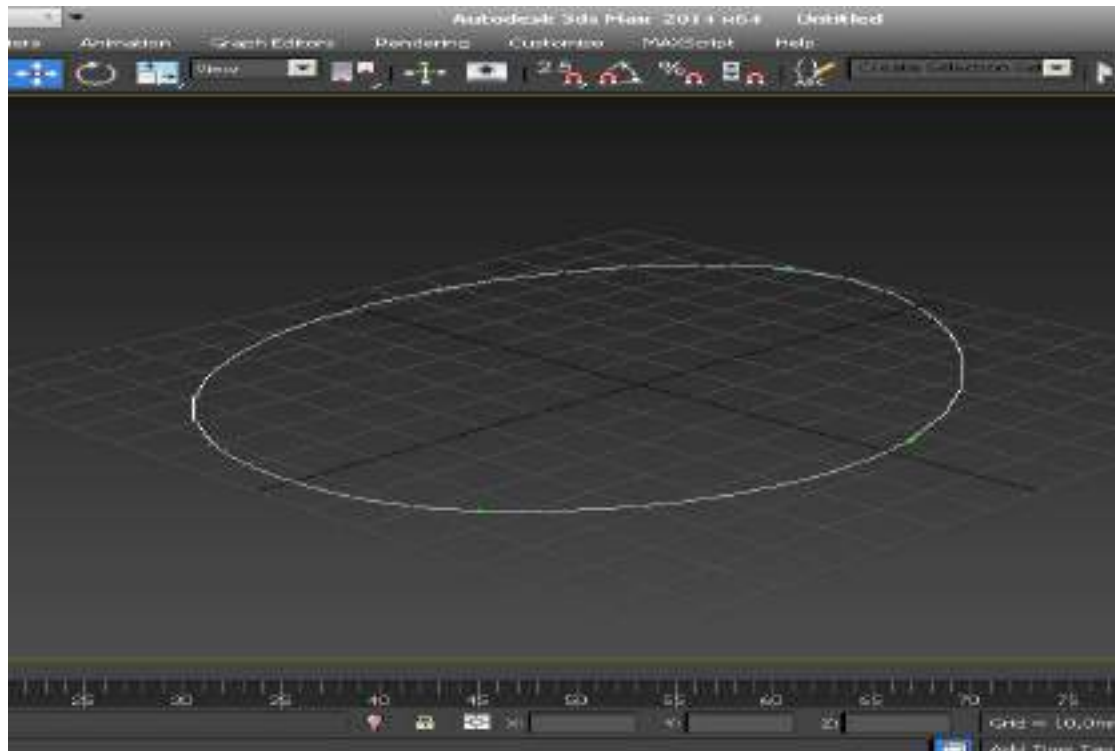


Рис.3.4. Об'єкт **Point Surf**

Об'єкт **CV Surf** управляється точками, які виходять за межі об'єкта (рис. 3.5).

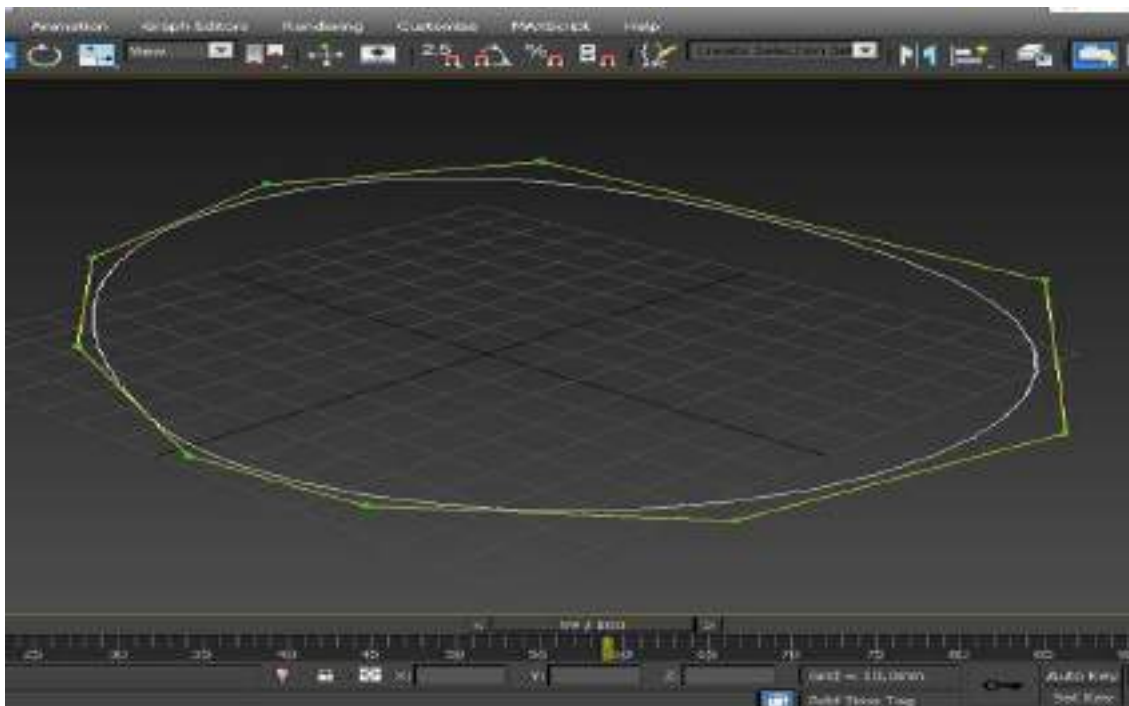


Рис.3.5. Об'єкт **CV Surf**

Після створення **NURBS** форми можна відредагувати, рухаючи точки і працюючи з кривими на рівні підоб'єктів (рис. 3.6).

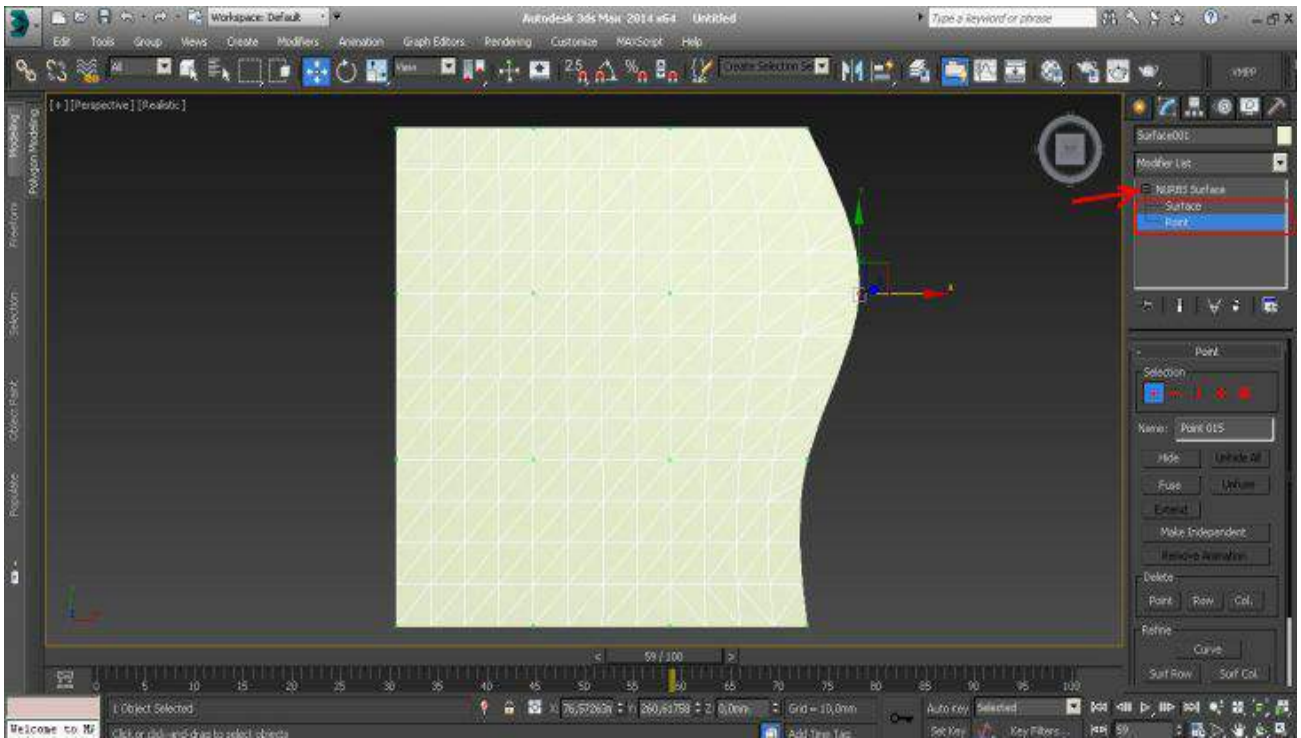


Рис.3.6. Підоб'єкти NURBS

Перетворити в **NURBS** об'єкт можна, якщо конвертувати його так само, як ми конвертуємо його в **Editable Poly**. Для цього треба натиснути на об'єкт ПКМ і перетворити його за допомогою **Convert - Convert to - Convert to NURBS** (рис. 3.7).

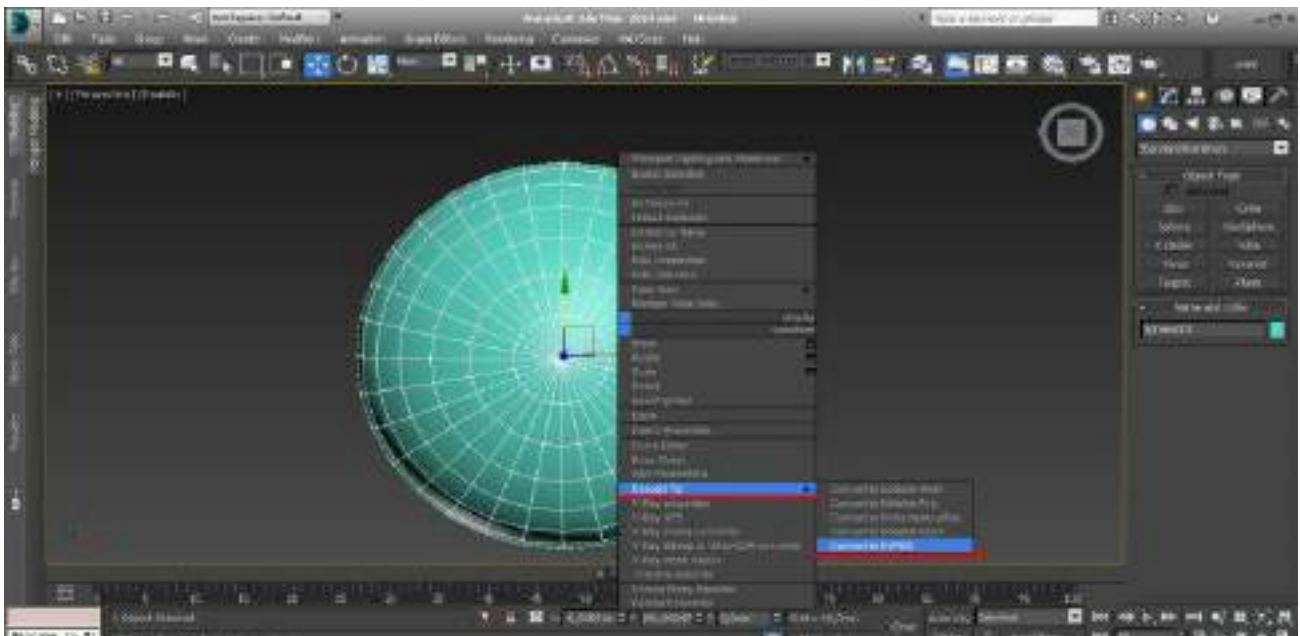


Рис.3.7. Перетворення об'єкта в NURBS

3. 1. 3. Nurbs об'єкти: панель toolbox

Отже, **NURBS** моделювання виконують через спеціальну панель, знайти яку можна у вкладці **Modify**. Вона однакова і для плоских **Curves** і для об'ємних **Surface**. Щоб відкрити панель **Creation Toolbox**, натиснемо на зелену кнопку в меню **Modify** після створення **NURBS**-об'єкта.

Панель складається з трьох розділів для управління точками (**Points**), кривими (**Curves**) і площинами (**Surfaces**) (рис. 3.8). Розглянемо кожний розділ.

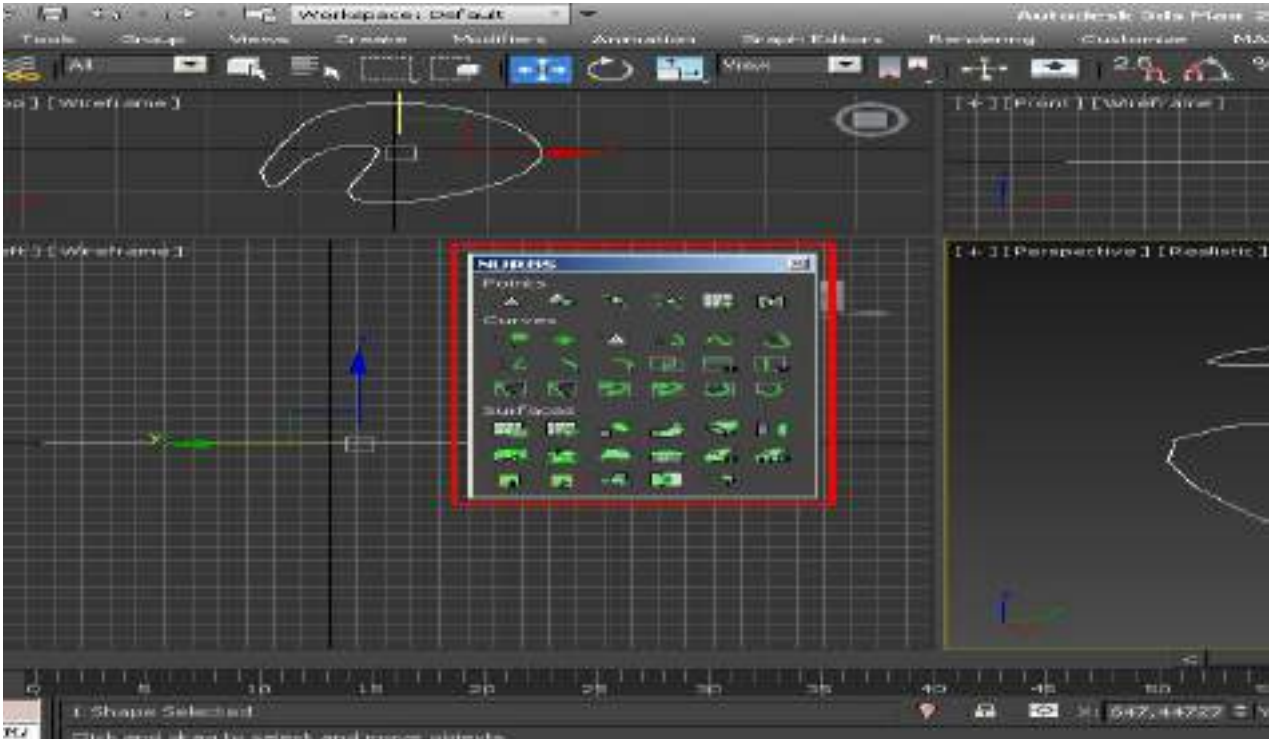


Рис.3.8. Панель **NURBS** з усіма розділами та функціями

Розділ **Points**

- **Create Point** - за допомогою кнопки можна створити незалежну точку;
- **Create Offset Point** - Створити нову точку, зміщеною від іншої точки на задану відстань;
- **Create Curve Point** - створити точку на контурі;
- **Create Curve-Curve Point** - створити точку в місці перетину двох контурів;
- **Create Surf Point** - створення точки на площині **Surface**;
- **Create Surface Curve Point** - створення точки в місці перетину кривої та площини.

Розділ **Curves**

- **Create CV Curve** - за допомогою кнопки можна намалювати криву типу **Control Vertex**;
- **Create Point Curve** - за допомогою кнопки можна намалювати криву типу **Point**;
- **Create Fit Curve** - створення кривої, яка пройде через задані точки;
- **Create Transform Curve** - створення дублікату кривої;
- **Create Offset Curve** - створення дублікату кривої із зазначенням відстані зсуву;
- **Create Blend Curve** - допомагає створити плавне з'єднання кінців двох кривих;
- **Create Mirror Curve** - створення дзеркальної копії на певній, заданій користувачем, відстані;

- **Create Chamfer Curve** - створення скоса в місці перетину двох кривих;
- **Create Fillet Curve** - створення згладженого переходу між пересічними кривими;
- **Create Surface Intersection Curve** - створення кривої в місці перетину двох поверхонь;
- **Create U Iso Curve** - створення зрізу на **U**-лінії поверхні;
- **Create V Iso Curve** - створення зрізу на **V**-лінії поверхні;
- **Create Normal Projected Curve** - проектування кривої на площину вздовж нормалі;
- **Create Vector Projected Curve** - проектування кривої на площину вздовж вектора;
- **Create CV Curve on Surface** - створення кривої типу **Control Vertex**, що лежить на поверхні;
- **Create Point Curve on Surface** - створення кривої типу **Point**, що лежить на поверхні;
- **Create Surface Offset Curve** - створення кривої, зміщеною на задану відстань від іншої кривої;
- **Create Surface Edge Curve** - створення кривої на кромці площини.

Розділ Surfaces

- **Create CV Surface** - створення площини (**Surface**) типу **Control Vertex**;
- **Create Point Surface** - створення площини типу **Point**;
- **Create Transform Surface** - створення копії поверхні (площини);
- **Create Blend Surface** - з'єднання двох площин третьою, що згладжує, поверхнею;
- **Create Offset Surface** - створення копії **Surface** з заданим зміщенням в сторону;
- **Create Mirror Surface** - створення дзеркальної копії поверхні щодо виділеної осі із заданою відстанню зсуву;
- **Create Extrude Surface** - видавлювання поверхні з кривою;
- **Create Lathe Surface** - створення **NURBS**-поверхні шляхом обертання кривої щодо заданої осі;
- **Create Ruled Surface** - створення поверхні, що з'єднує краї двох кривих;
- **Create Capped Surface** - створення «кришки» на замкненій кривій;
- **Create U Loft Surface** - створення поверхні, яка об'єднує кілька замкнутих контурів уздовж осі **U**;
- **Create UV Loft Surface** - створення поверхні, яка об'єднує кілька замкнутих контурів уздовж осей **U** і **V**;
- **Create 1-Rail Sweep** - створення поверхні на підставі кривої і поперечного перерізу, створеного іншою кривою;
- **Create 2-Rail Sweep** - створення поверхні на підставі двох кривих і поперечного перерізу, створеного іншою кривою;
- **Create a Multisided Blend Surface** - створення поверхні, яка об'єднує кілька кривих і поверхонь;
- **Create Multicurved Trimmed Surface** - створення поверхні на підставі декількох кривих, які формують петлю;
- **Create Fillet Surface** - створення поверхні з закругленими краями в місці їх перетину (по типу зварного шва).

3.1.4. Nurbs поверхня поперечного лофтинга (u-loft)

Інструмент активізується кнопкою і створює поверхню на основі декількох форм. Стрілки в меню **U Loft Surface** (Поверхня поперечного лофтинга) дозволяють змінювати порядок розташування форм по шляху лофт.

Прапорець **Reverse Curve** (Повернути криву) дозволяє змінити напрямок обраної кривої, при цьому, відповідно, зміниться і характер лофт.

У режимі **Sub-Object** (підоб'єкти) з'являється можливість вставити форму в лофт, для цього виберемо в списку форму, після якої потрібно вставити нову форму, натиснемо кнопку **Insert** (Вставити) і виберемо в будь-якому вікні нову форму.

- Кнопка **Refine** (Уточнити) дозволяє ввести в форму лофт розтин.
- Кнопка **Remove** (Видалити) видаляє форму з лофт.
- Кнопка **Edit Curve** (Редагувати криву) - можливо редагування форм лофт.
- Прапорець **Display Iso Curves** (Показати Iso криві) управляє показом ізоліній, що описують форму поверхні лофт.

Створення об'єкта каное

Модель каное буде будуватися за стародавньою технологією створення кораблів. Спочатку створимо каркас, це будуть шпангоути, розташовані по довжині судна, а потім натягнемо на них обшивку (рис. 3.9).

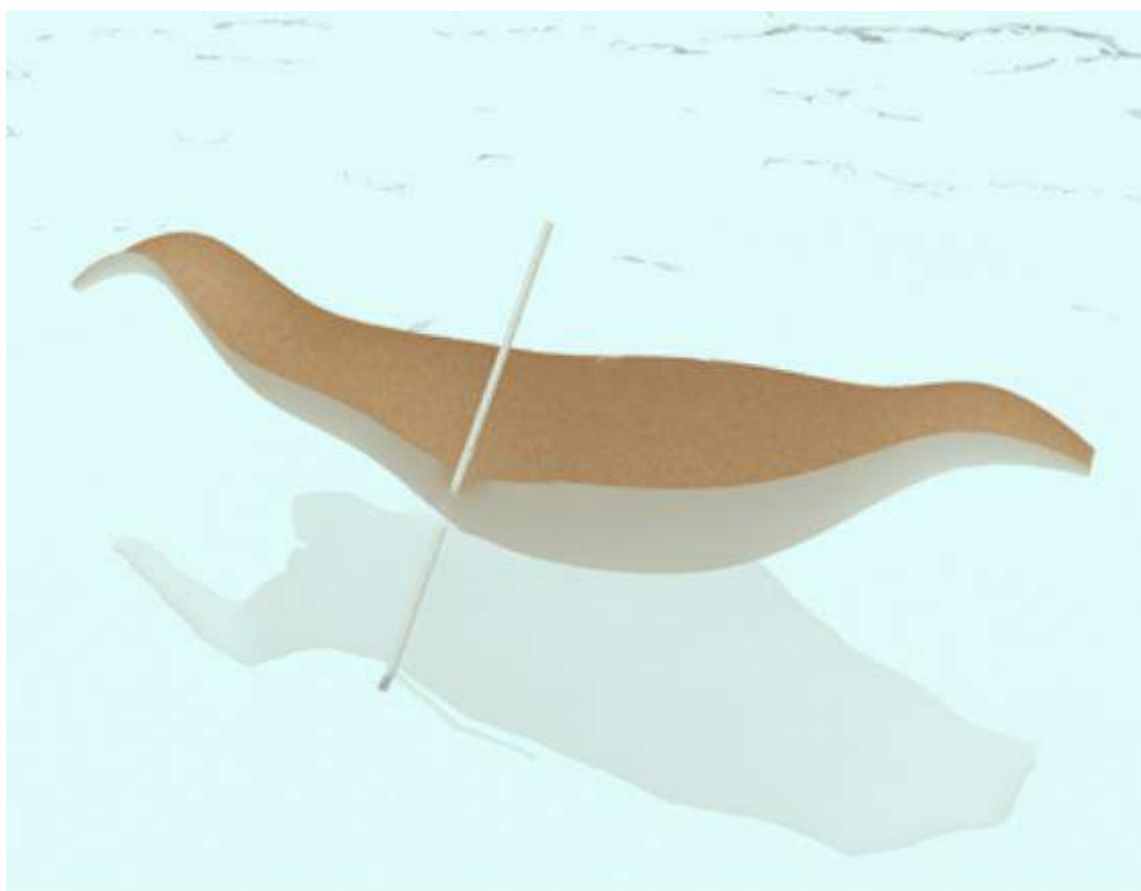


Рис.3.9. Візуалізована модель каное.

Крок 1. Перезавантажимо **3DS Max** і почнемо новий файл сцени, якщо відкрито якийсь інший файл.

Крок 2. Створимо перший шпангоут. Для цього створим звичайне (НЕ **NURBS**) коло, потім перейдемо на вкладку **Modify** (Змінити) і застосуємо модифікатор **Edit Spline**. Виберемо рівень **Segment** (Сегменти) і видалимо два верхніх сегменти командою **Delete** (Видалити). Результат представлений на рис. 3.10.

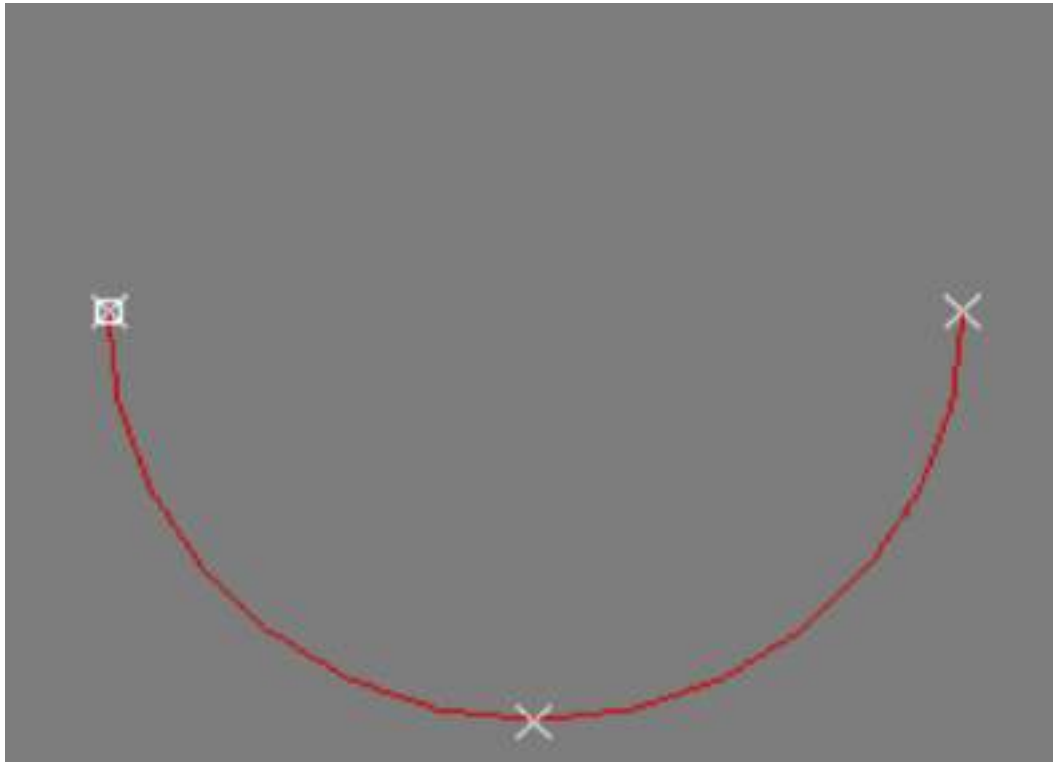


Рис.3.10. Створення шпангоута

Крок 3. Створимо кілька копій шпангоута і розташуємо їх по довжині каное, а потім виконаємо їх масштабування так, щоб вони відповідали формі корпусу, як показано на рис. 3.11.

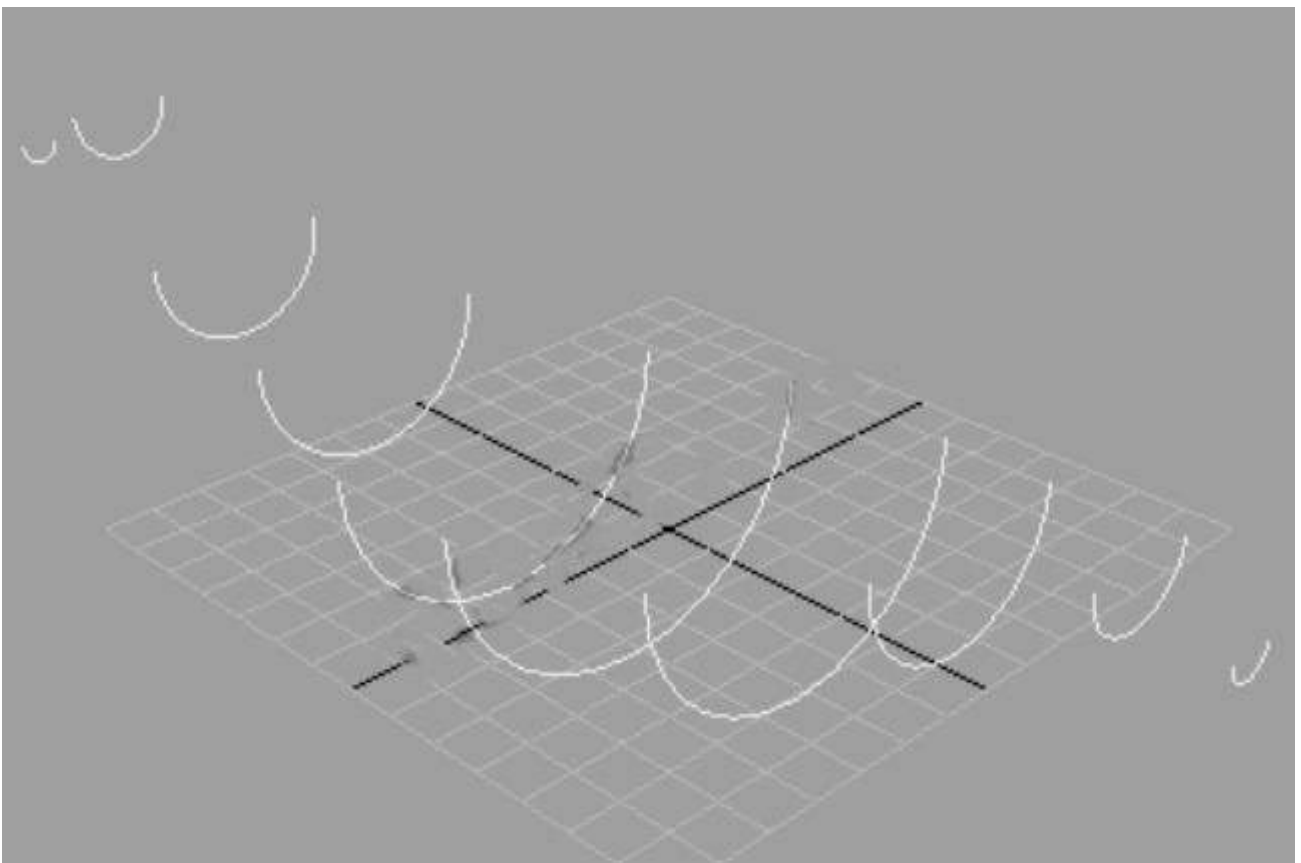


Рис.3.11. Шпангоути у вікні проєкції **3DS Max**

Крок 4. З'єднаємо всі форми в одну, використовуючи кнопку **Attach** (Приєднати) або **Attach Multiple** (Приєднати безліч), в останньому випадку натиснемо кнопку **All** (Усі) і потім (в будь-якому випадку) - кнопку **OK**. Візуально результат виглядає аналогічно до рис. 3.11.

Крок 5. Тепер натиснемо кнопку **U-Loft** (Поперечний лофтинг) і з'єднаємо все сусідні криві. Вийде корпус каное (рис. 3.11). У процесі виконання завдання був створений **NURBS**-лофт, відмінність якого від звичайного полягає в тому, що не потрібно використовувати шлях, а в процесі створення лофт потрібно орієнтуватися на положення самих форм.

Використання nurbs-лофтинга для створення об'єкта Столова ложка

В ході роботи буде розглянуто прийом, часто вживаний розробниками тривимірних моделей, - використання опорних контурів-проекцій. Такі контури не беруть участі безпосередньо у формуванні поверхні, а служать тільки опорними лініями, що демонструють майбутні кордони проекцій поверхні створюваного тіла. Опорні проекції використовуються для візуального орієнтування з метою правильного розміщення і масштабування перетинів. Виконаємо наступні дії:

Крок 1. Запустимо **3DS Max**, виберемо в якості одиниць виміру сантиметри і встановимо крок сітки рівним один см. Встановимо у вікні проекції **Top** (Вигляд зверху) масштаб, при якому вертикальний розмір видимої частини сітки становить приблизно 25 см. Розгорнемо вікно проекції на весь екран.

Крок 2. Намалюємо у вікні проекції **Top** (Вигляд зверху) дзеркальну половину опорного контуру проекції майбутньої ложки, показану на рис. 3.12 Цей контур не буде безпосередньо використовуватися при створенні тривимірного тіла, але в порядку тренування створим його у вигляді **NURBS**-кривої типу **CV**, вибравши для цього на командній панелі **Create** (Створити) інструмент **CV Curve** (**CV**-крива). Першу (крайню зліва) опорну вершину помістимо в точку $(-15,5; 0; 0)$, останню - в точку $(14; 0; 0)$. Решта опорні вершини розмістимо так, щоб по можливості відтворити контур, наведений на рис. 3.12.

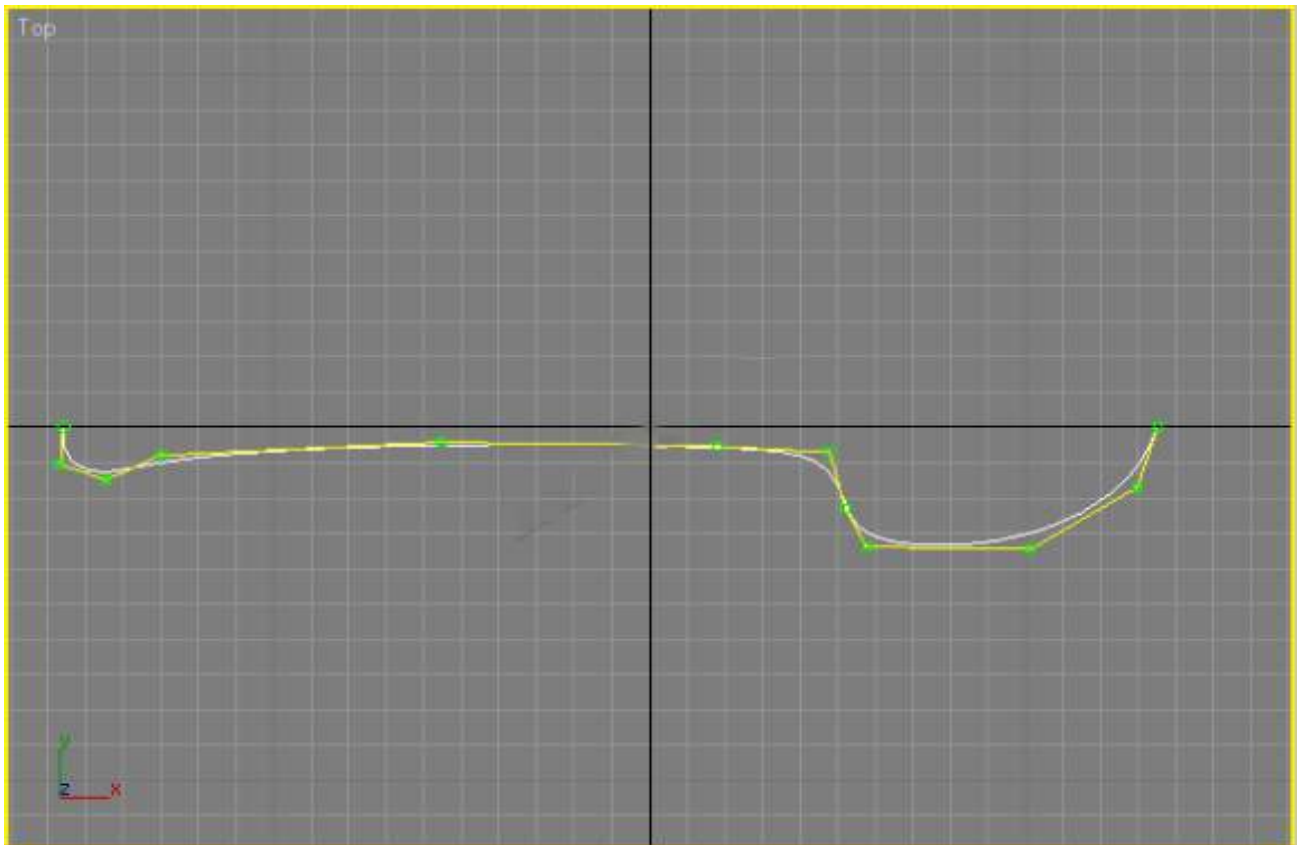


Рис.3.12. Дзеркальна половина опорного контуру проекції майбутньої ложки

Крок 3. Намалювавши лінію половини контуру, виділимо її та створимо дзеркальну копію кривої. Для цього перейдемо на командну панель **Modify** (Змінити) і розкриємо палітру інструментів для роботи з **NURBS**-об'єктами, клацнувши на кнопці **NURBS Creation Toolbox** (Інструменти створення **NURBS**-об'єктів) в підпункті **General** (Загальні параметри). Виберемо інструмент **Create Mirror Curve** (Створити дзеркальну криву). Курсор набуде вигляду стрілки зі значком, зображеним на кнопці (рис. 3.13).



Рис.3.13. Інструмент **Create Mirror Curve**

Встановимо курсор на лінію контуру. Вона при цьому повинна змінити колір на синій, а курсор - прийняти вид хрестика. Клацнемо кнопкою миші, створивши дзеркальну копію кривої. Встановимо перемикач **Mirror Axis** (Вісь відображення) в положення **Y**. Налаштуємо значення в лічильнику **Offset** (Зсув) так, щоб крайні вершини вихідної кривої і її копії збіглися як показано на рис. 3.14.

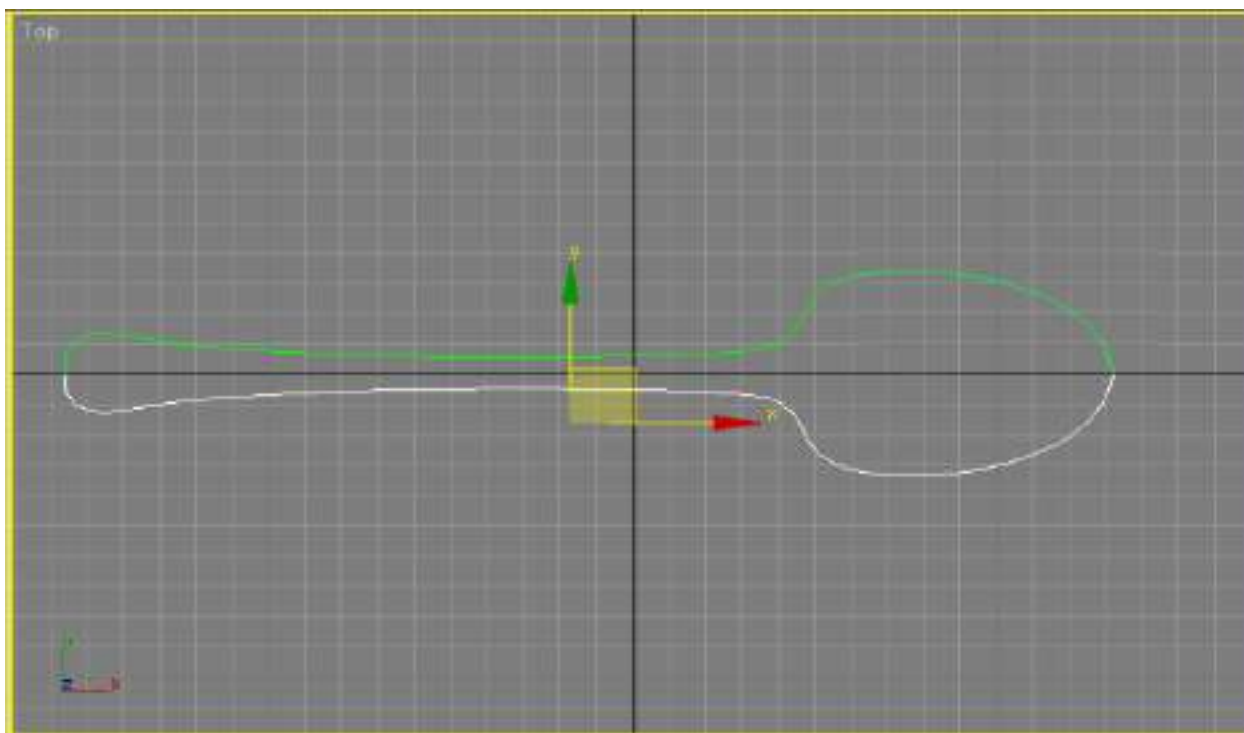


Рис.3.14. Дзеркальна копія і оригінал склали повний контур проекції ложки в вікні **Top** (Вид зверху)

Крок 4. Перейдемо у вікно проекції **Front** (Вигляд спереду) і, знову вибравши інструмент **CV Curve** (**CV**-крива), намалюємо опорний контур проекції майбутньої ложки при погляді на неї збоку як показано на рис. 3.15. Горизонтальний розмір контуру повинен бути таким же як і у попереднього, підготовленого у вікні проекції **Top** (Вигляд зверху). На цьому підготовча частина роботи закінчується.

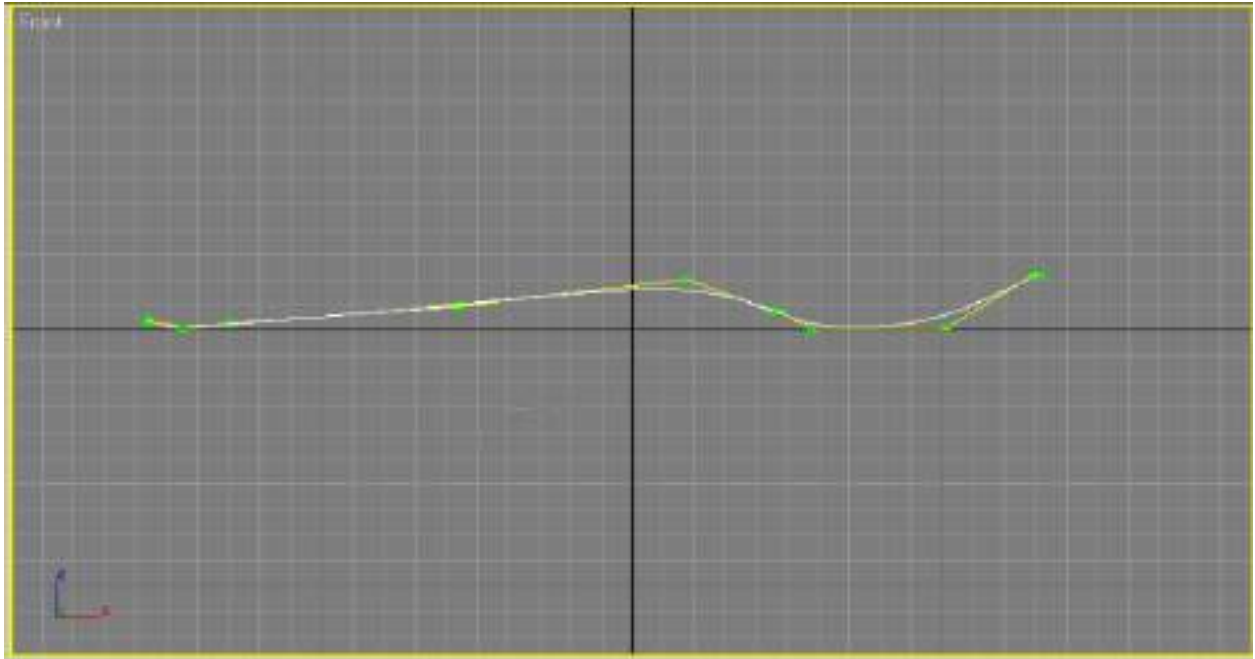


Рис.3.15. У вікні проекції **Front** намалюємо опорний контур проекції ложки при погляді збоку

Крок 5. Переходимо до головного: підготовки перетинів для лофтинга. Активуємо вікно проекції **Left** (Ліва частина). Виділимо обидві лінії контурів і клацнемо на кнопку **Zoom Extents Selected** (Виділені об'єкти цілком), щоб встановити у вікні потрібний масштаб (рис. 3.16).



Рис.3.16. Кнопка **Zoom Extents Selected**

Виберемо інструмент **Ellipse** (Еліпс) і побудуємо в центрі вікна сильно витягнутий еліпс з горизонтальною віссю розміром близько 3 см як показано на рис. 3.17. Назвемо об'єкт "Січення01". При виділеному еліпсі перейдемо на командну панель **Modify** (Змінити), клацнемо на кнопці **Edit Stack** (Виправлення стека) в підпункті **Modifier Stack** (Стек модифікаторів) і виберемо в меню, що з'явилося, варіант **NURBS** (NURBS-поверхня). Еліпс буде перетворений в NURBS-поверхню, представлену поки тільки одним перетином.

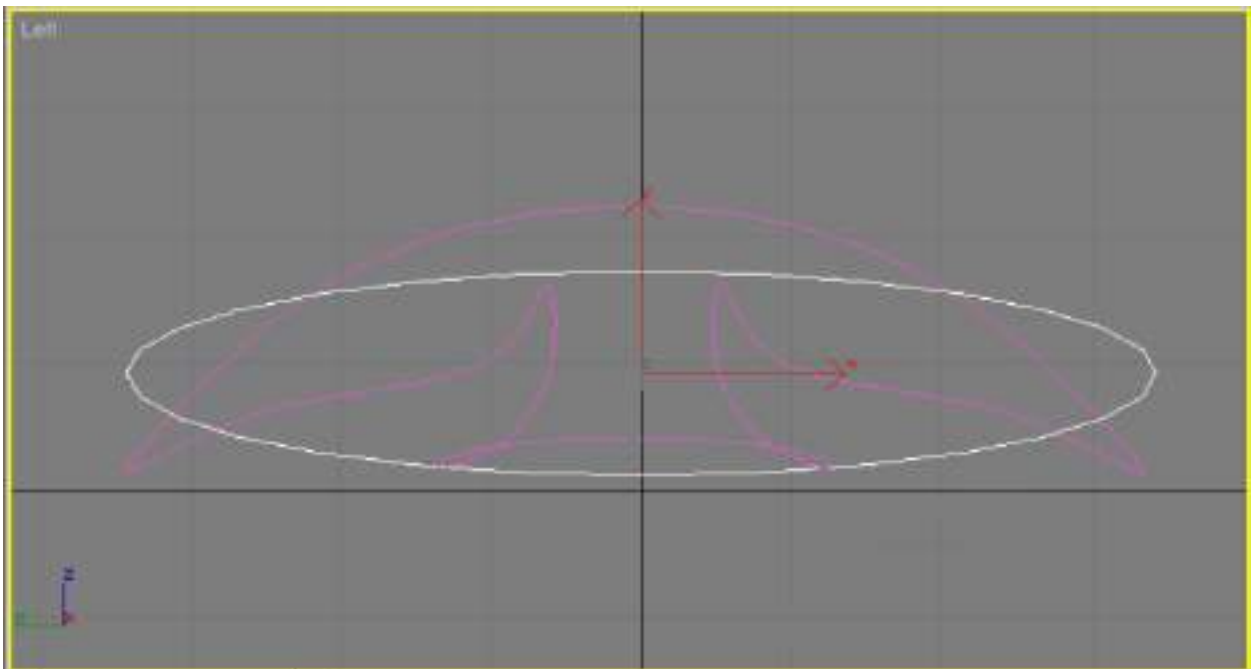


Рис.3.17. Перетини для лофтинга створюємо на основі сплайна **Ellipse**, перетвореного в **NURBS**-поверхню

Крок 6. Тепер потрібно створити достатню кількість копій перетину і розмістити їх в потрібних місцях вздовж контуру майбутньої ложки. Активуємо вікно проєкції **Top** (Вид зверху). Орієнтуючись по лінії контуру проєкції, перемістимо еліпс на лівий край контура. Клацнем на кнопку **Sub-Object** (підоб'єкти) в підпункті **Modifier Stack** (Стек модифікаторів) командної панелі **Modify** (Змінити) і виберем в списку **Selection Level** (Рівень виділення) підоб'єкти **Curve** (Крива). Це потрібно для того, щоб все створювані перетину виявилися підоб'єкти однієї **NURBS**-поверхні. Увімкнемо режим обмеження переміщення віссю **X**.

Натиснувши і утримуючи клавішу **Shift**, клацнемо на еліпсі і злегка перемістимо його вправо. У вікні діалогу просто клацнемо на кнопку **OK**, залишивши перемикач в положенні **Independent Copy** (Незалежна копія). Створимо таким чином в цілому 17 перетинів, розташовуючи їх більш часто в тих місцях, де форма опорного контуру різко змінюється. Там, де форма опорного контуру змінюється плавно, можна розташовувати перетини з великими інтервалами як показано на рис.3.18.

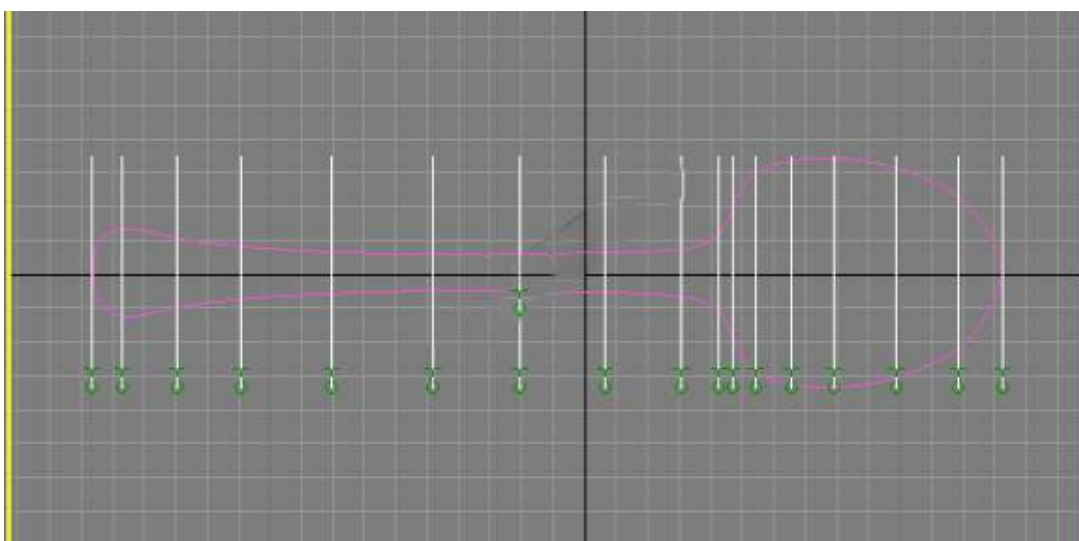


Рис.3.18. Всі 17 перетинів розміщені вздовж контура проєкції ложки

У підпункті **Parameters** (Параметри) з елементами настройки вигину встановимо в лічильнику **Angle** (Кут) розділу **Bend** (Вигин) величину -135° , а в лічильнику **Direction** (Напрямок) задамо 90 , щоб вигин відбувався у вертикальній площині. Перемикач **Bend Axis** (Вісь вигину) встановимо в положення **X**, щоб отримати результат, показаний на рис. 3.19.

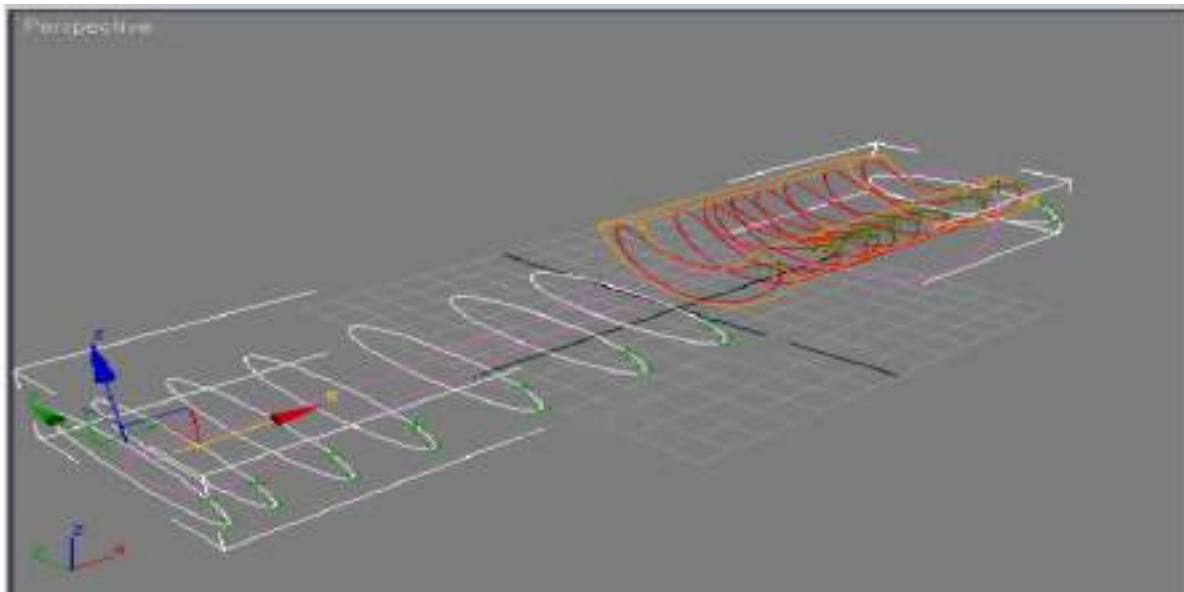


Рис.3.19. Вигин перетинів добре видно у вікні проекції **Perspective**

Для продовження роботи над тілом лофтінга необхідно згорнути модифікатор вигину в стеці модифікаторів. Клацним правою кнопкою миші в списку застосованих модифікаторів і виберіть **Collapse All** (Згорнути все), як показано на рис. 3.20. У вікні попередження про критичний характер операції згортання модифікаторів клацнем на кнопку **Yes** (Так).

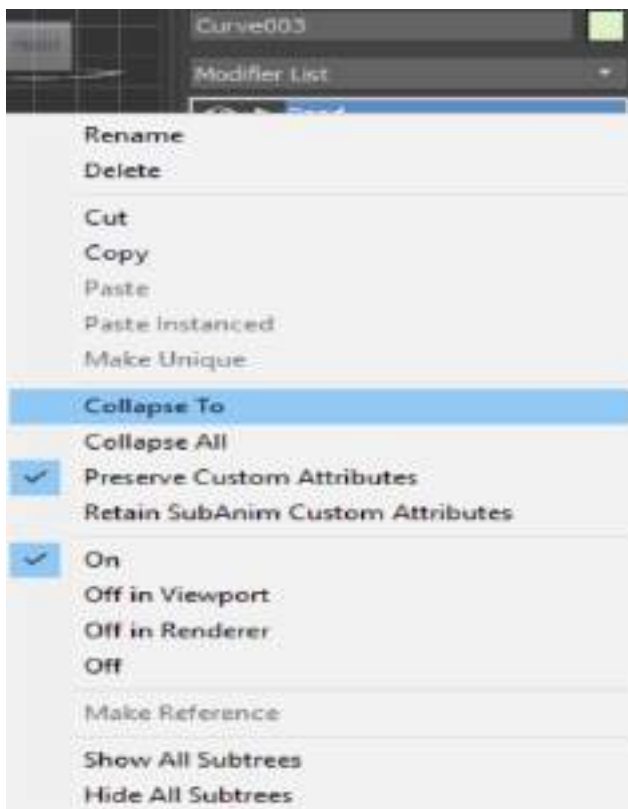
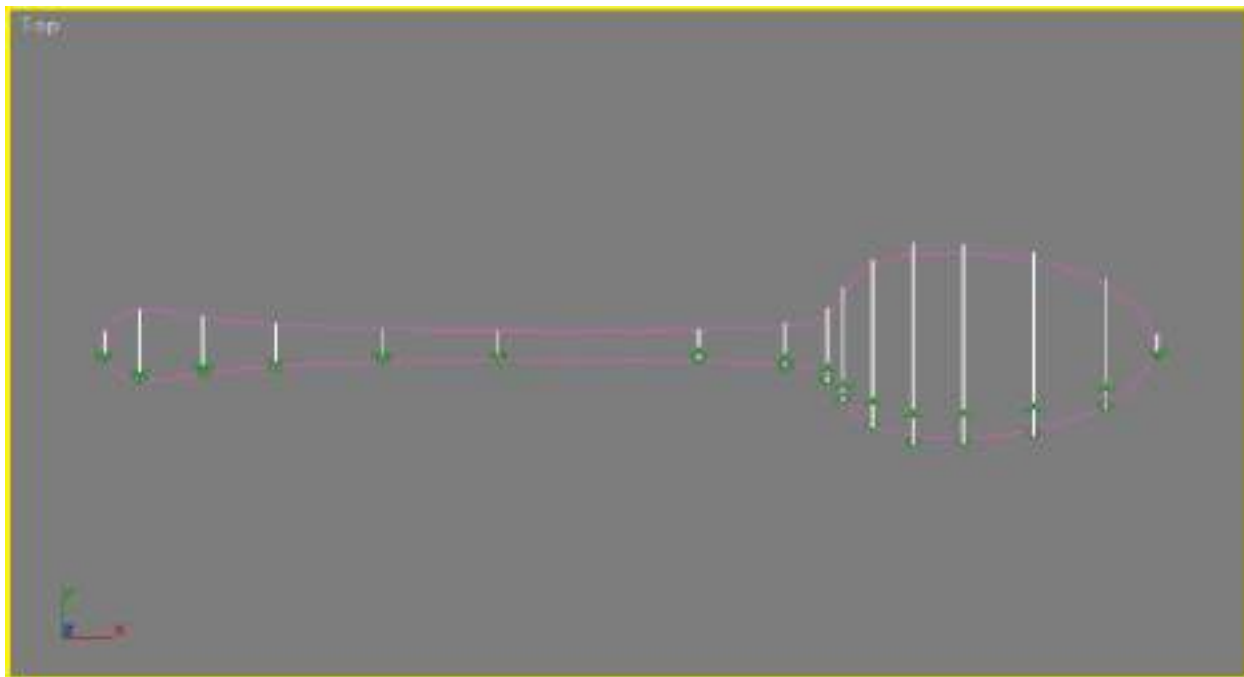


Рис.3.20. Операція **Collapse All** (Згорнути все)

Крок 7. Тепер виконаємо необхідне масштабування перетинів, підганяючи їх розмір по видимій лінії опорного контуру проекції ложки. Для цього клацнем на кнопки **Sub-Object** (підоб'єкти) і знову виберем підоб'єкт **Curve** (Крива) в списку **Selection Level** (Рівень виділення). Виберіть інструмент **Select and Non-Uniform Scale** (Виділити і нерівномірно масштабувати). По черзі виділяємо перетини один за одним у вікні



проекції **Top** (Вигляд зверху) і змінюємо їх розмір, орієнтуючись на лінію контуру як показано на рис. 3.21.

Рис.3.21. В результаті масштабування перетини придбали потрібний розмір

Крок 8. Перемістимо перетини в потрібні положення по вертикалі. Для цього перейдемо у вікно проекції **Front** (Вигляд спереду) і, включивши обмеження переміщення віссю **Y**, пересуньте перетини по вертикалі, розмістивши їх в межах контуру перетину ложки. Чергуючи роботу з інструментами **Select and Move** (Виділити і перемістити) і **Select and Non-Uniform Scale** (Виділити і нерівномірно масштабувати) у вікнах проекцій **Top** (Вигляд зверху) і **Front** (Вигляд спереду), виконаємо підгонку розмірів перетинів по опорним контурам проекцій ложки, як показано на рис. 3.22. Це зручно робити, розгорнувши вікно проекції на весь екран. Для перемикавання проекцій у вікні використовуємо клавіатурні комбінації: натискання клавіші **T** в латинському регістрі включає проекцію **Top** (Вид зверху), клавіші **F** - проекцію **Front** (Вигляд спереду) і т. п.



Рис.3.22. Після переміщення по вертикалі і підгонки розмірів перетини зайняли потрібні положення в просторі

Крок 9. Тепер необхідно створити поверхню методом лофтинга. Вимкнемо режим виділення підоб'єктів, клацнувши на кнопці **Sub-Object** (підоб'єкти). Щоб опорні контури не заважали цій процедурі, сховаємо їх від перегляду. Розкрийте палітру інструментів для роботи з **NURBS**-об'єктами, клацнувши на кнопці **NURBS Creation Toolbox** (Інструменти створення **NURBS**-об'єктів) в підпункті **General** (Загальні параметри) командної панелі **Modify** (Змінити). Виберіть інструмент **Create U Loft Surface** (Створити поверхню методом U-лофтинга). Перемістимо курсор у вікно проекції **Top** (Вид зверху), де він набуде вигляду стрілки зі значком, зазначеним на кнопці інструменту (рис. 3.23).

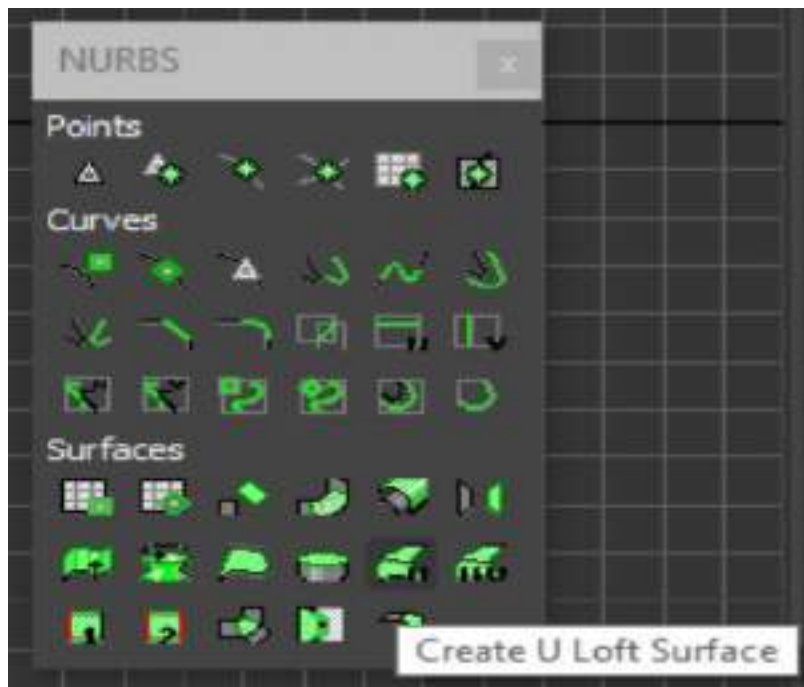


Рис.3.23. Кнопка інструменту U-лофтинга

Встановимо курсор на перший зліва перетин і, коли лінія перетину забарвиться в синій колір, а курсор набуде вигляду хрестика, клацнемо кнопкою миші. Перетин буде позначено синім кружком, що вказує на його включення в поверхню. Перемістимо курсор до наступного перетину (за курсором потягнеться пунктирна лінія) і знову клацнемо кнопкою миші (рис. 3.24).

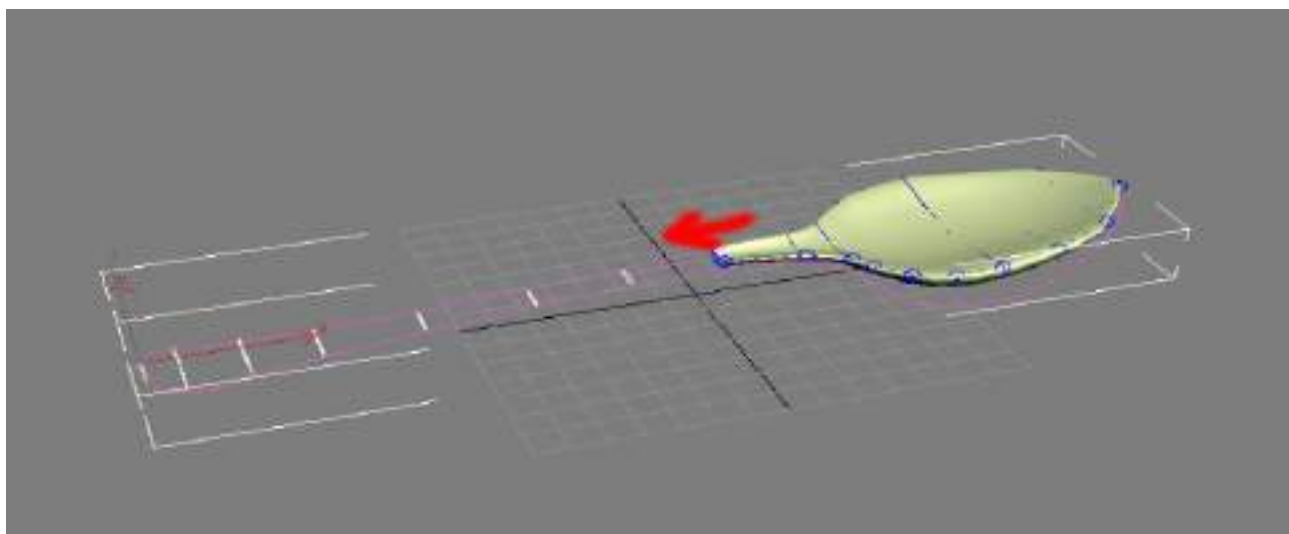


Рис.3.24. Створення поверхні ложки

Продовжуємо клацати послідовно на інших перетинах як показано на рис.3.25. Натиснувши на останньому перетині, клацнемо правою кнопкою миші для завершення процесу лофтинга.

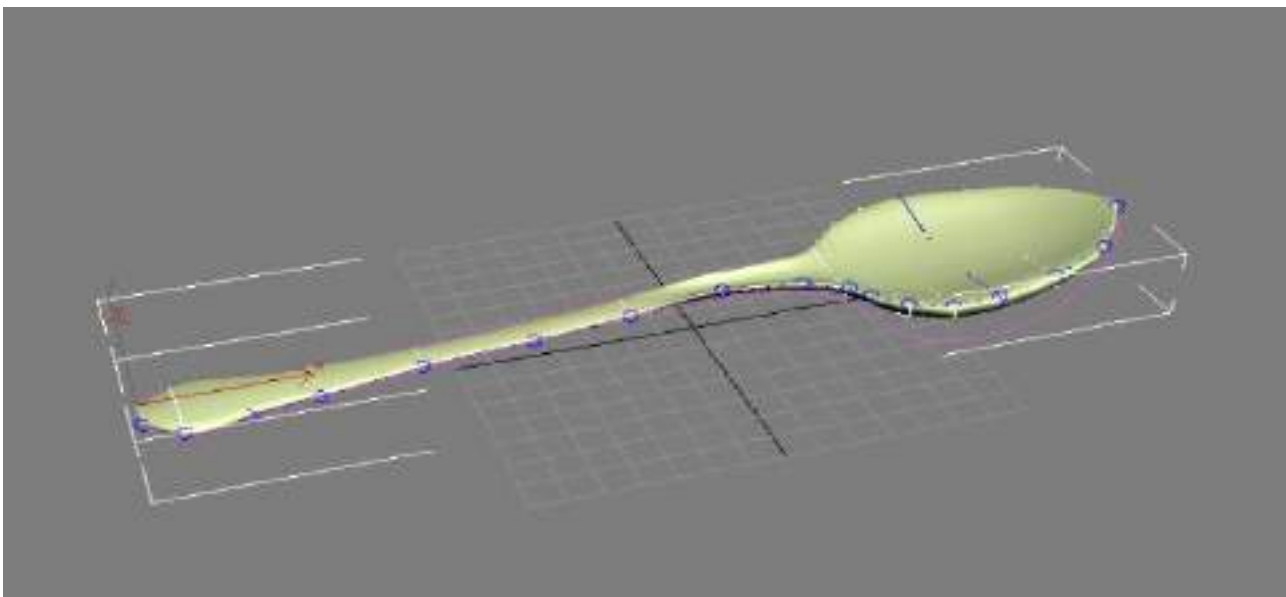


Рис.3.25. Для побудови поверхні просто послідовно клацаємо на перетинах

Крок 10. При необхідності корекції форми ложки включимо режим виділення підоб'єктів і виберемо підоб'єкт **Curve** (Крива) в списку **Selection Level** (Рівень виділення). Знову відновимо видимість опорних контурів. Виділяємо окремі криві перетинів і переміщаємо або масштабуємо їх, домагаючись потрібного результату. Закінчивши коригування моделі, видалимо криві опорних контурів.

3.2. Приклади створення моделей елементів приміщення

Моделювання приміщення за допомогою об'єкта **Box**

Створюємо об'єкт **Box** та задаємо йому налаштування (рис. 3.26). Саме він буде основою приміщення, яке ми створюємо.

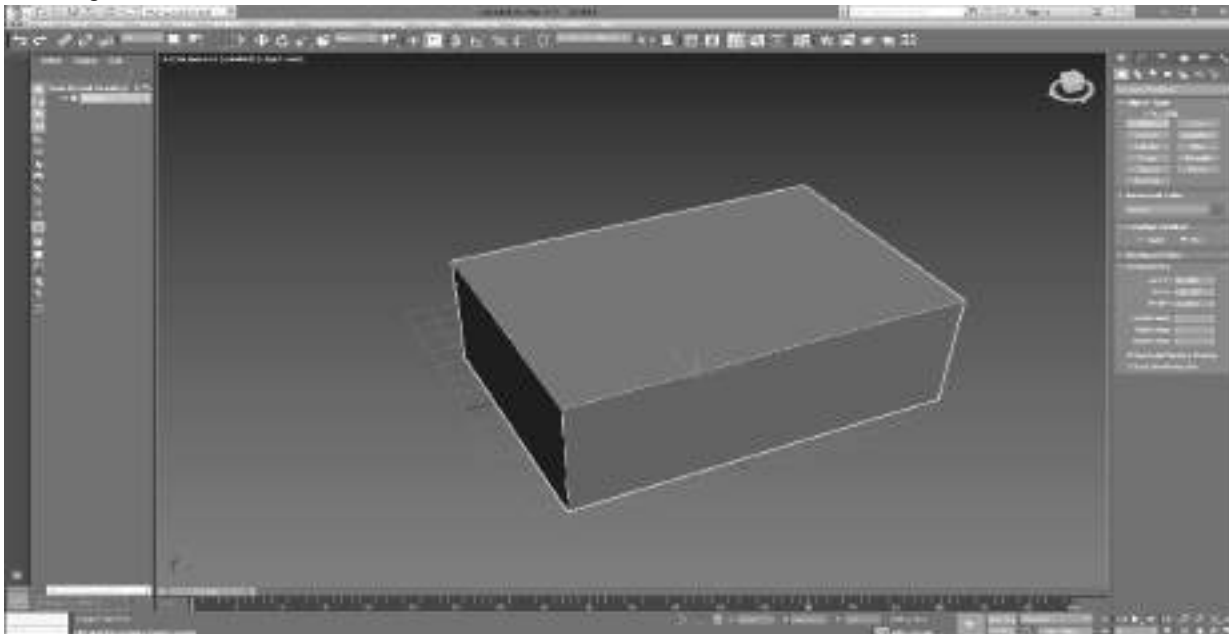


Рис.3.26. Створений об'єкт **Box**

Перетворюємо новостворений об'єкт у **Editable Poly**. Натискаємо на бокс правою кнопкою миші і у списку, який з'явиться, знаходимо **Convert to**, де обираємо **Convert to Editable Poly**. Виділяємо верхній та нижній полігони нашого об'єкта (рис. 3.27).

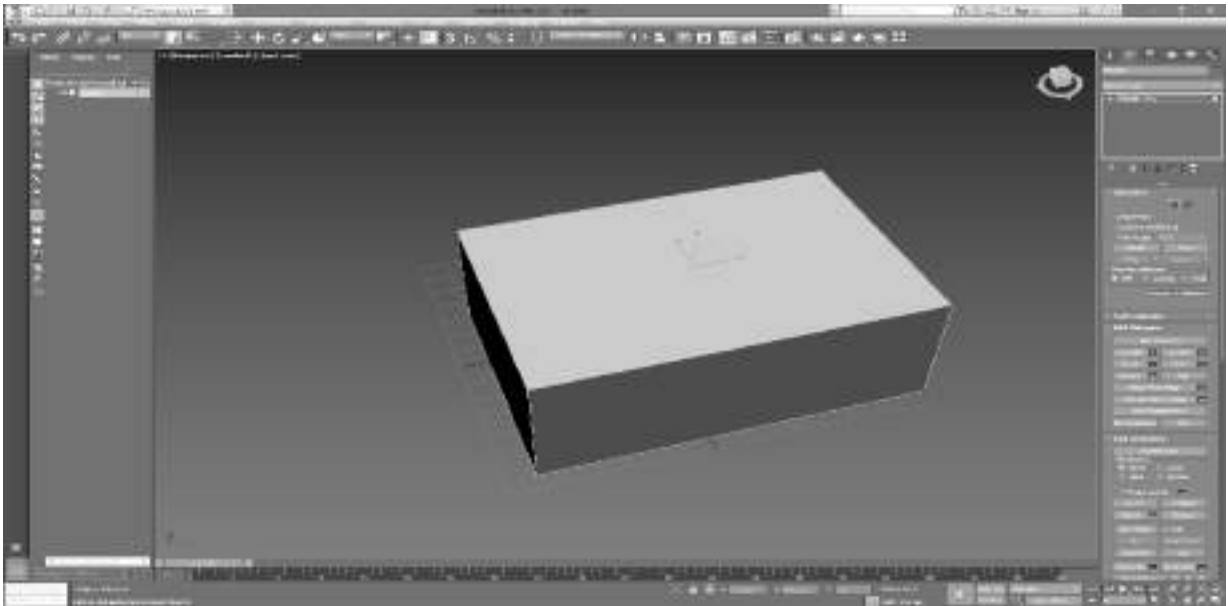


Рис.3.27. Необхідні полігони

Видаляємо їх клавішею **DELETE** (рис. 3.28).

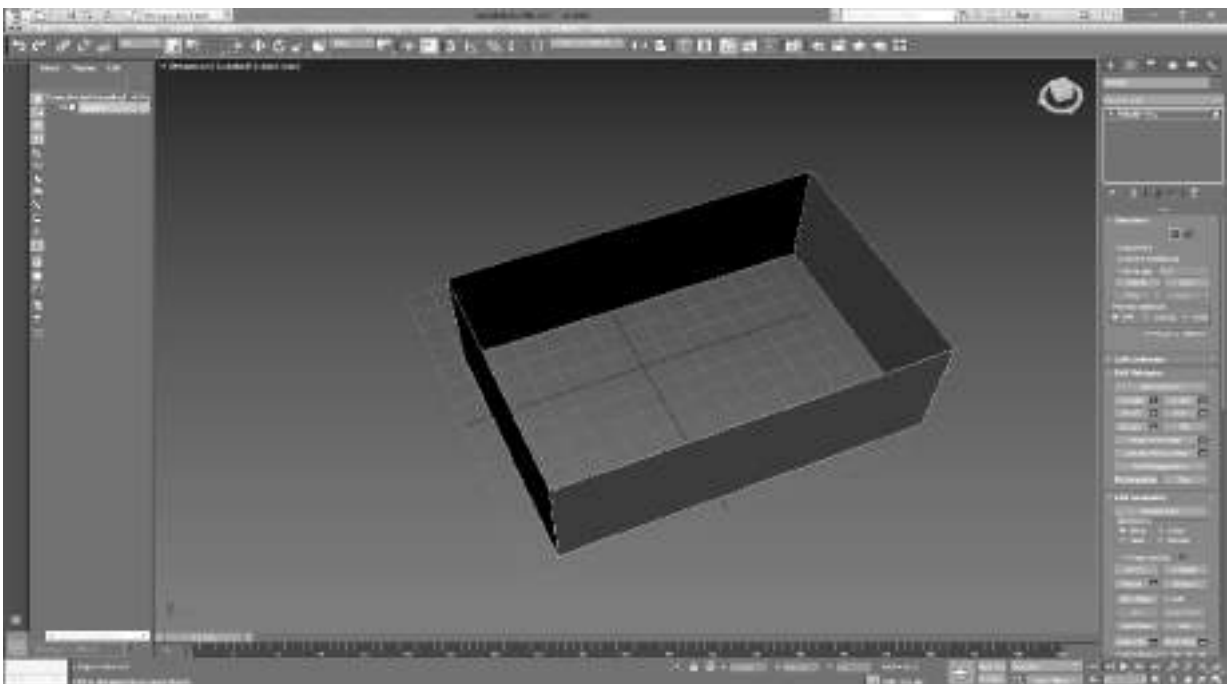


Рис.3.28. Поточний вигляд об'єкта **Box**

У списку модифікаторів **modifier list** знаходимо модифікатор **Shell** та накладаємо його на об'єкт. Налаштовуємо йому товщину стін. Після цього знову перетворюємо об'єкт в **Editable Poly** для того, щоб модифікатор об'єднався з об'єктом (рис. 3.29).

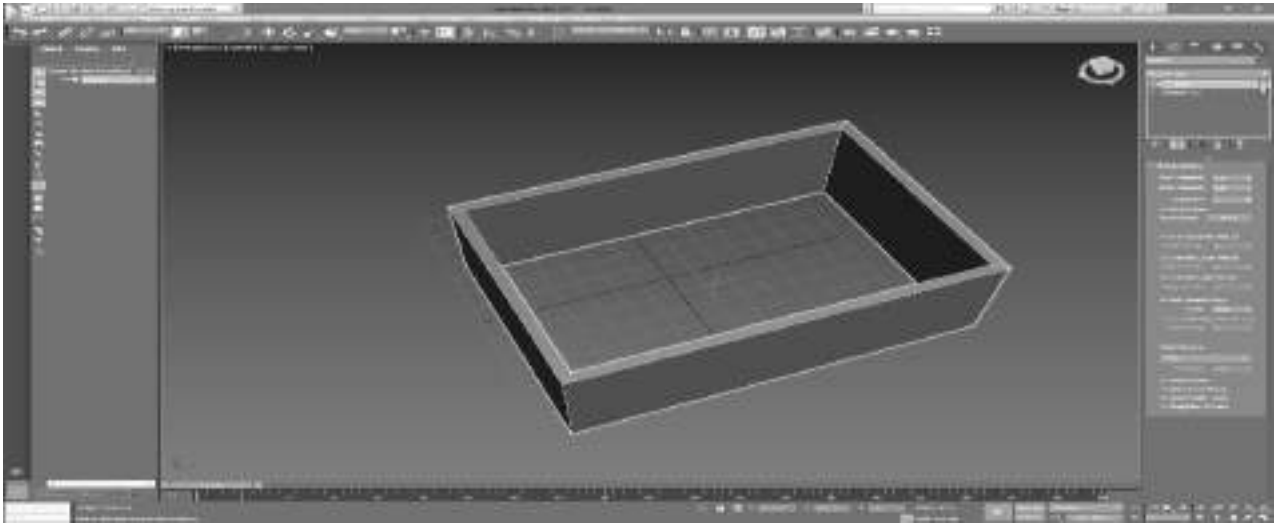


Рис.3.29. Задана товщина за допомогою модифікатора **Shell**

Виділяємо усі паралельні лінії крайньої від нас широкої стіни (рис. 3.30).

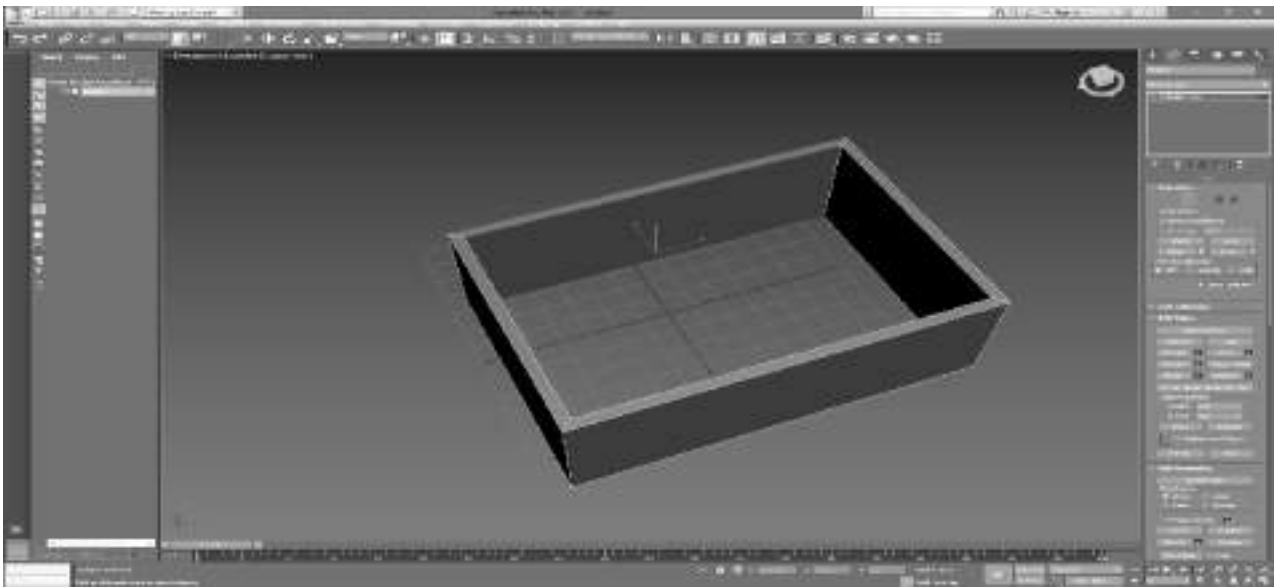


Рис.3.30. Виділення ліній

Активуємо функцію **Connect**, натискаючи при цьому на маленький квадратик біля самої функції, щоб викликати її параметри. Задаємо три сегменти та натискаємо на галочку (рис. 3.31).

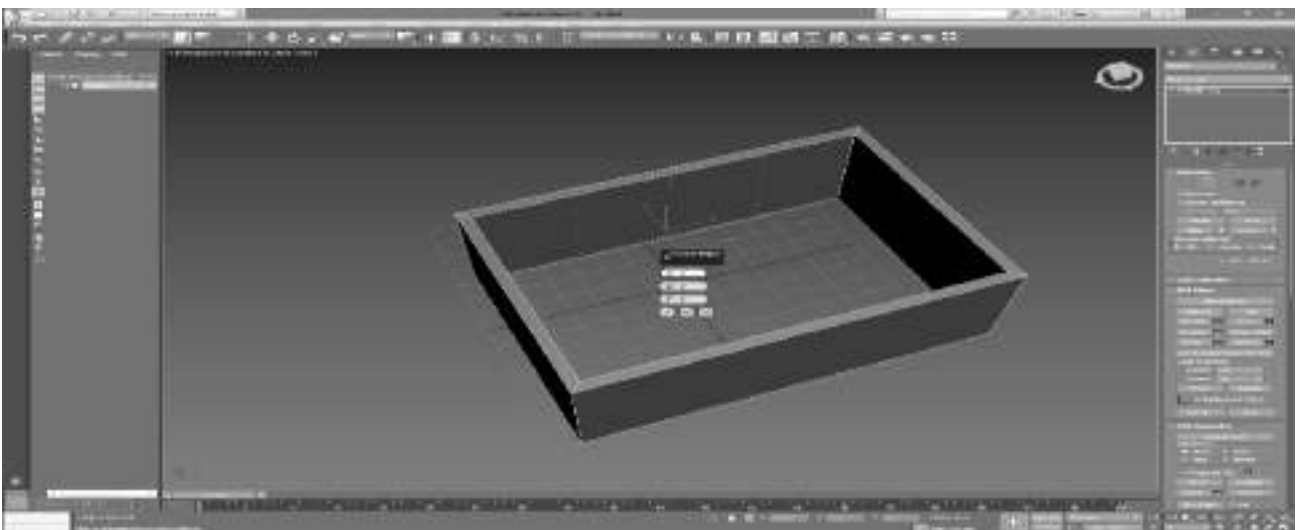


Рис.3.31. Застосування функції **Connect**

На щойно утворені лінії застосовуємо функцію **Chamfer** (рис. 3.32).

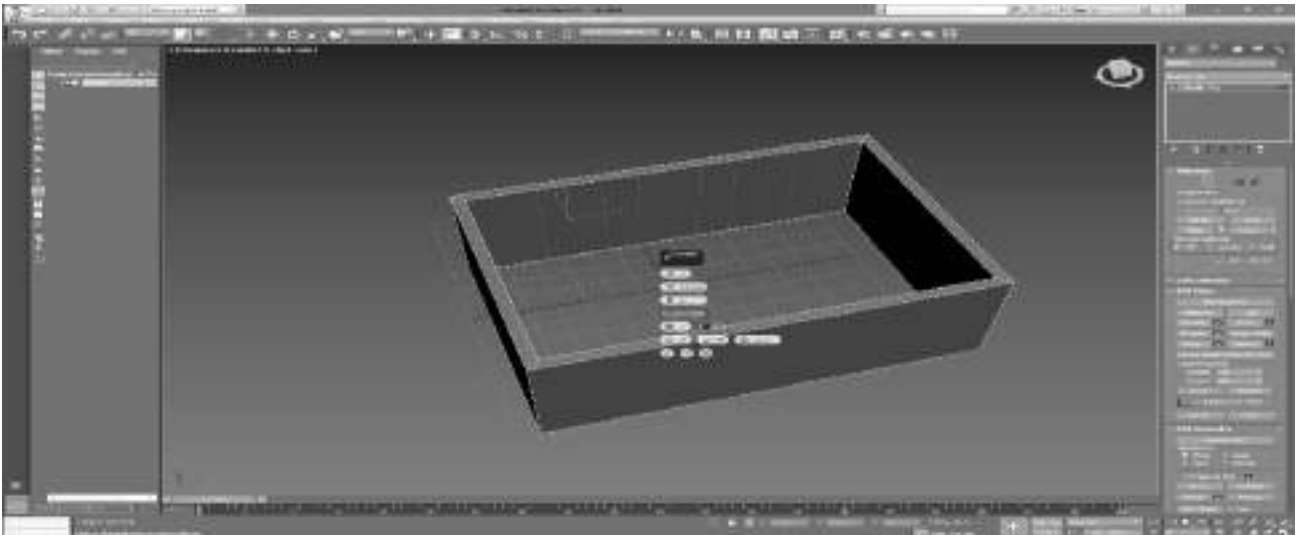


Рис.3.32. Застосування функції **Chamfer**

Виділяємо паралельні лінії всередині та зовні об'єкту (рис. 3.33).

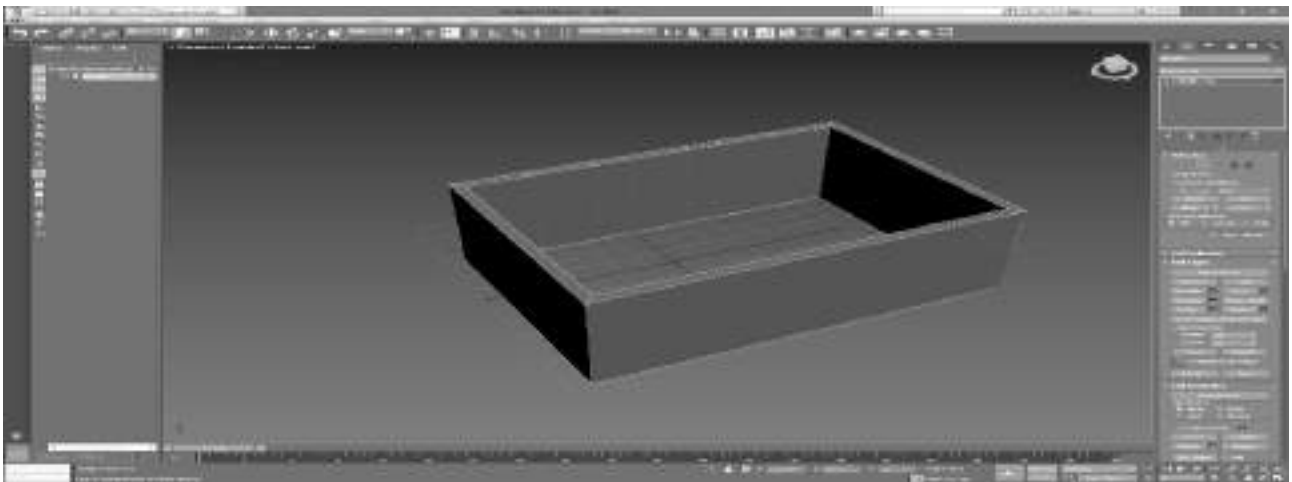


Рис.3.33. Виділені лінії

Використовуємо для них функцію **Connect** (рис. 3.34).

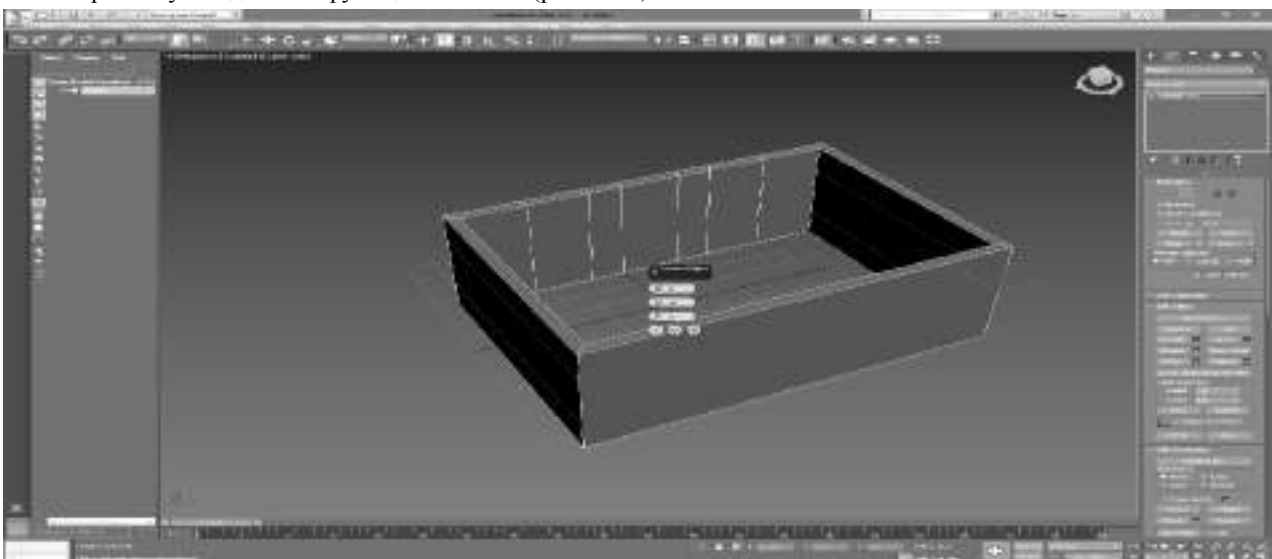
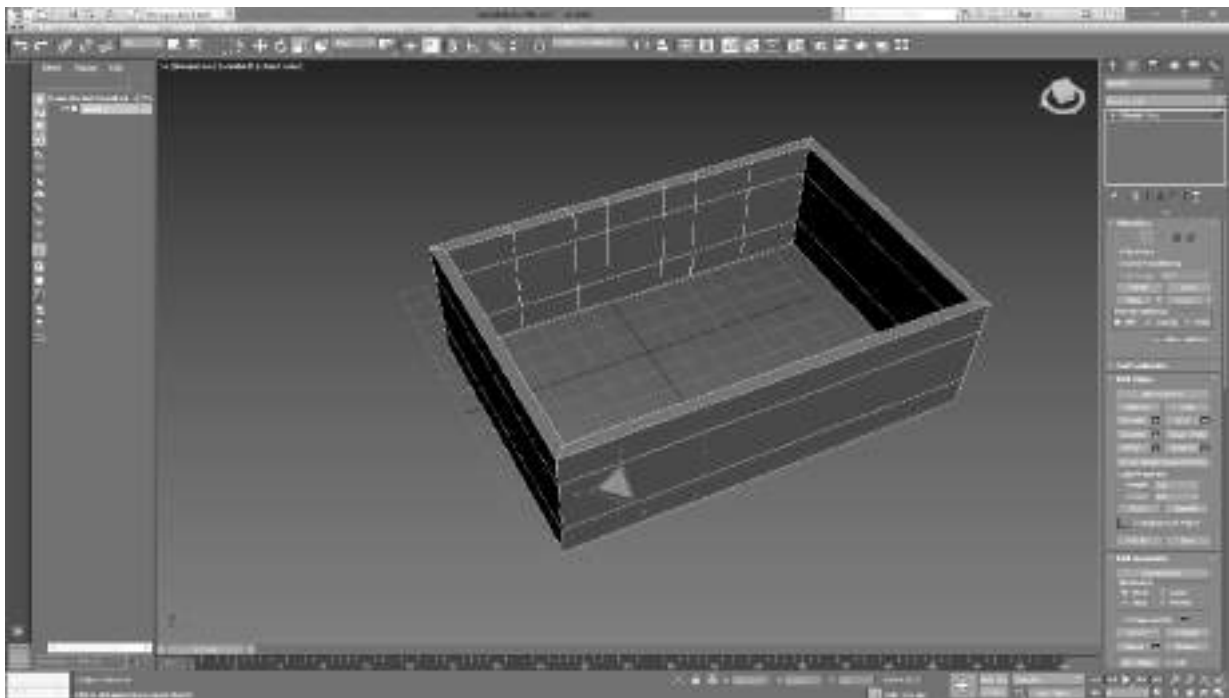


Рис.3.34. Застосування функції **Connect**

Таким чином ми створюємо місця, де будуть розміщуватись вікна (рис. 3.35).

Рис.3.35. Вирівнювання ліній для подальшої роботи



Виділяємо паралельні лінії найближчої до нас широкої стіни та застосовуємо на ній функцію **Connect**.
Задаємо 2 сегменти та налаштуємо відстань між ними. Таким чином ми створимо простір, де будуть розміщуватись двері (рис. 3.36).

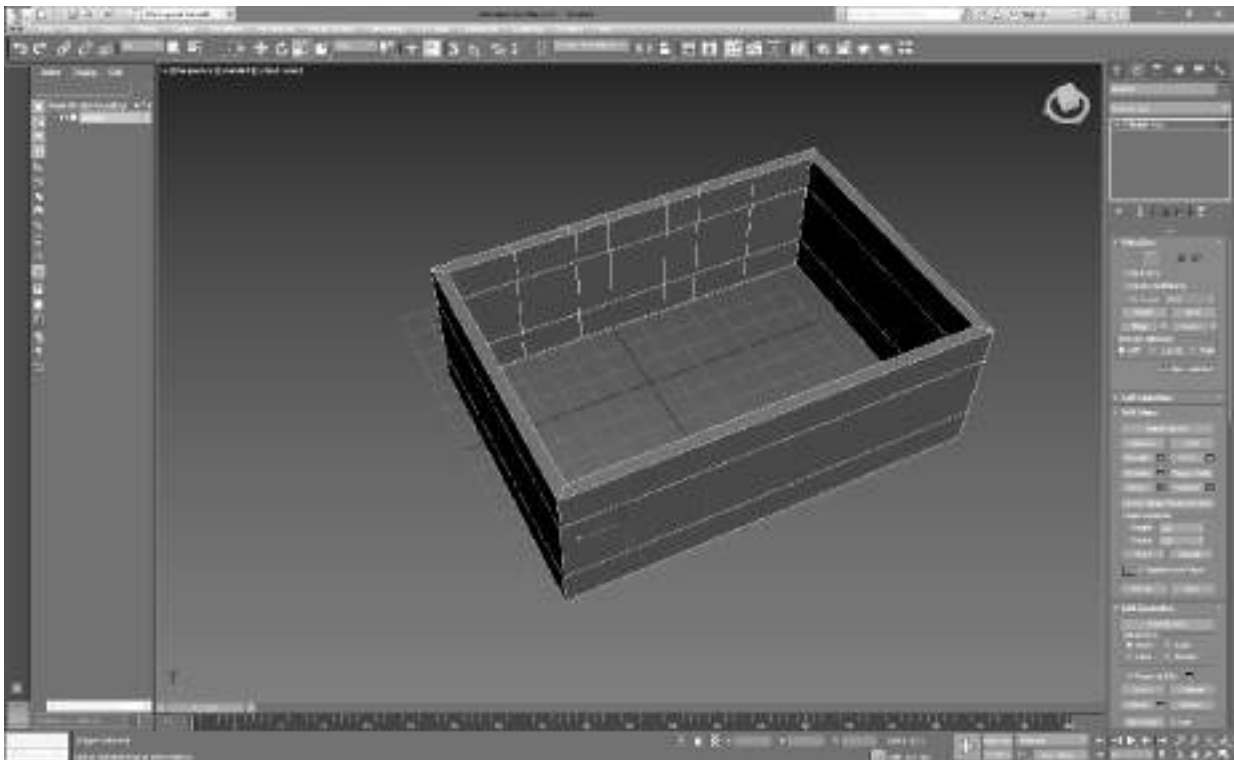


Рис.3.36. Вирівнювання ліній для подальшої роботи (лінії для дверей вже вирівняно)

Виділяємо створені на рис. 3.32 та 3.35 лінії. Активуємо інструмент **Scale** (клавiша **R**) та тягнемо за перпендикулярну до вузької стiни вiсь. Таким чином ми вирiвнюємо наші лiнii. Видiляємо та видаляємо полiгони, в яких будуть розмiщуватись вiкна/дверi як на рис. 3.37.

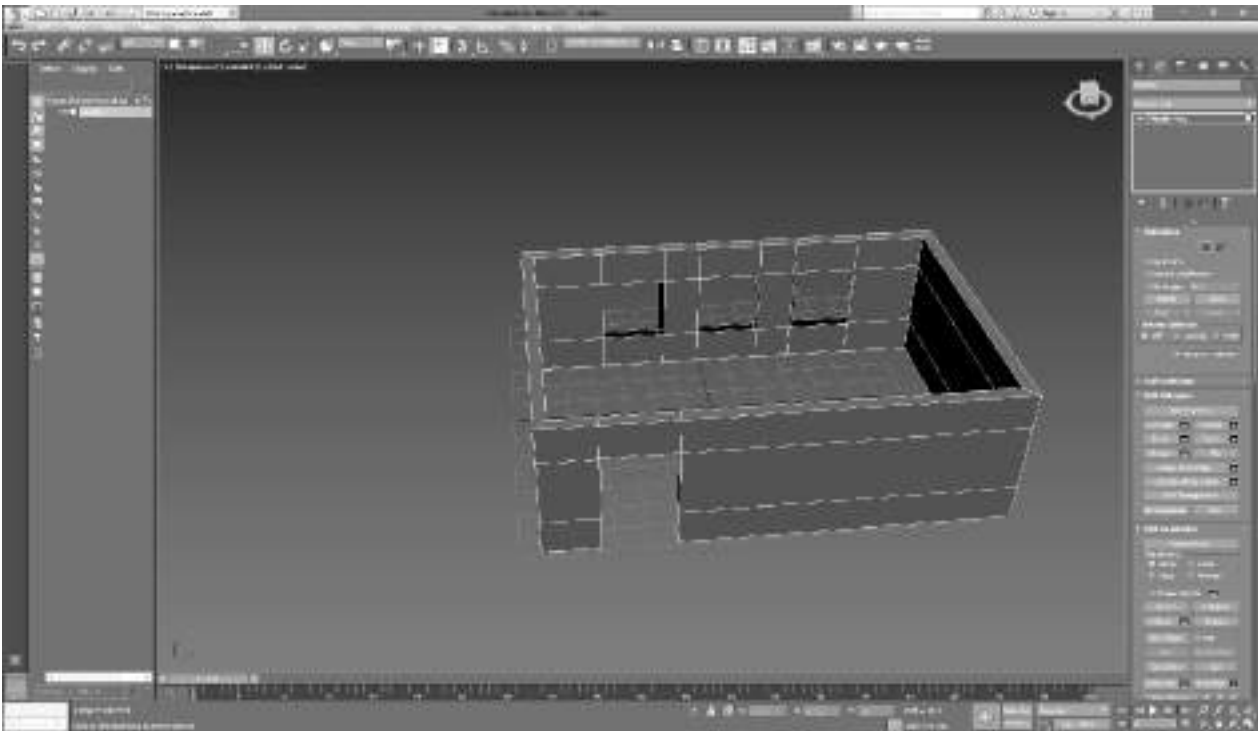


Рис.3.37. Отвори для вiкна та дверей

Видiляємо за допомогою рiвня **border** (клавiша **3**) лiнii вiконного отвору поршого вiкна з обох бокiв (рис. 3.38).

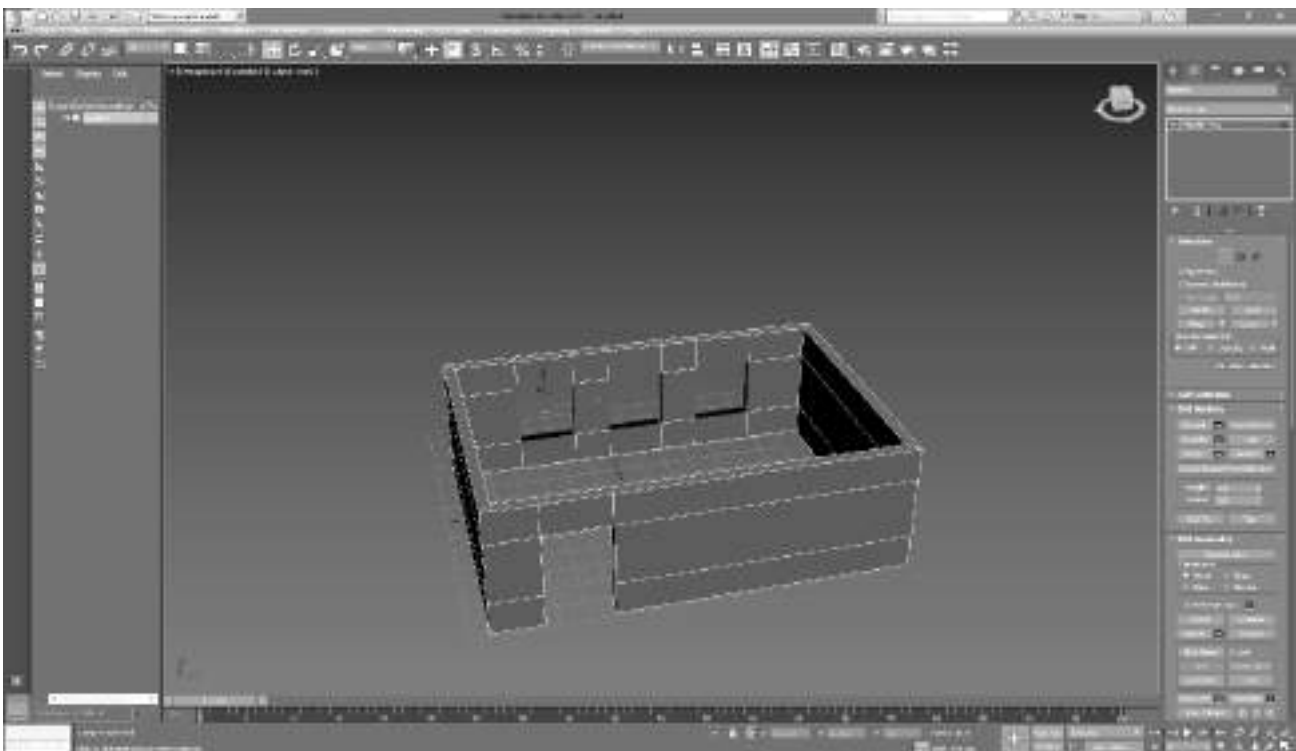


Рис.3.38. Видiлення необхідних лiнii рiвня **border**

Застосовуємо функцiю **Bridge**. Таким чином ми перекрили небажаний отвiр (рис. 3.39).

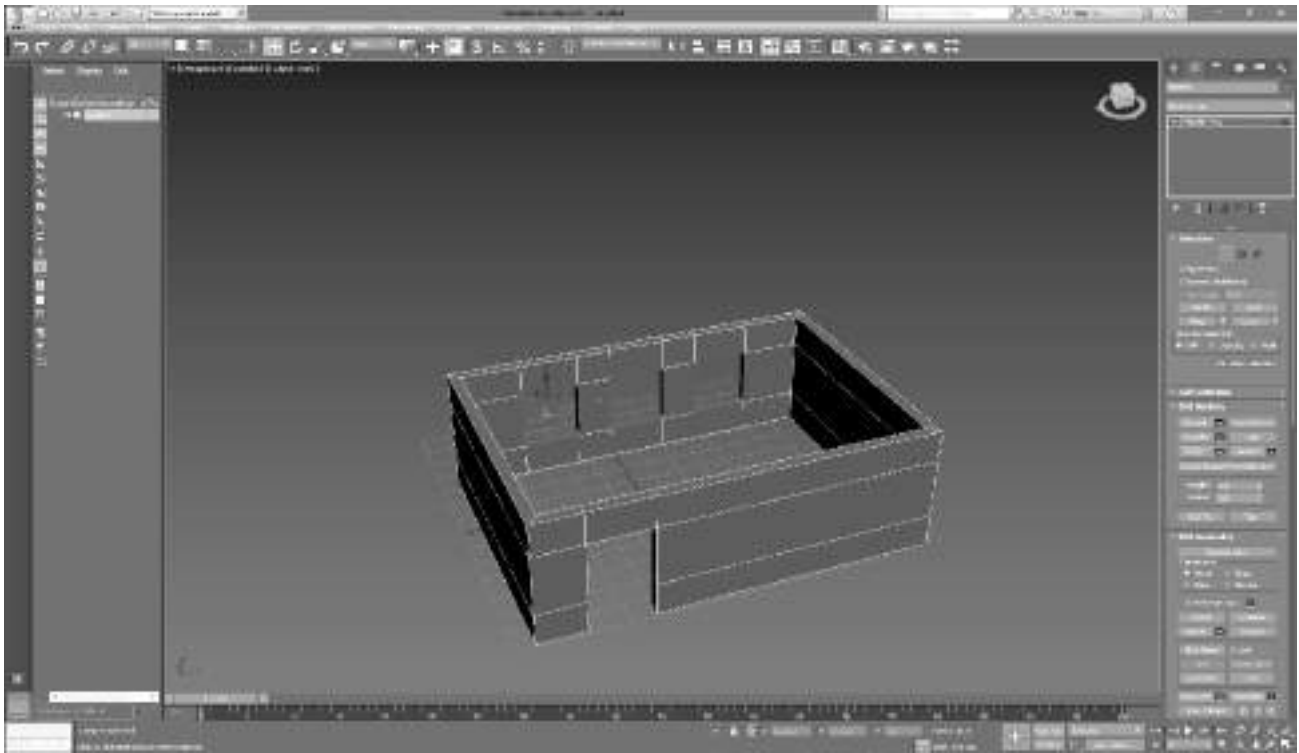


Рис.3.39. Застосування функції **Bridge**

Ту ж саму операцію почергово робимо з кожним вікном. Аналогічним чином нам потрібно перекрити отвори в дверях(рис. 3.40). **Але!** У даному випадку потрібно буде виділяти почергово по дві лінії, бо у протилежному випадку **Bridge** може або не спрацювати, або перекрити отвір не так як нам потрібно.

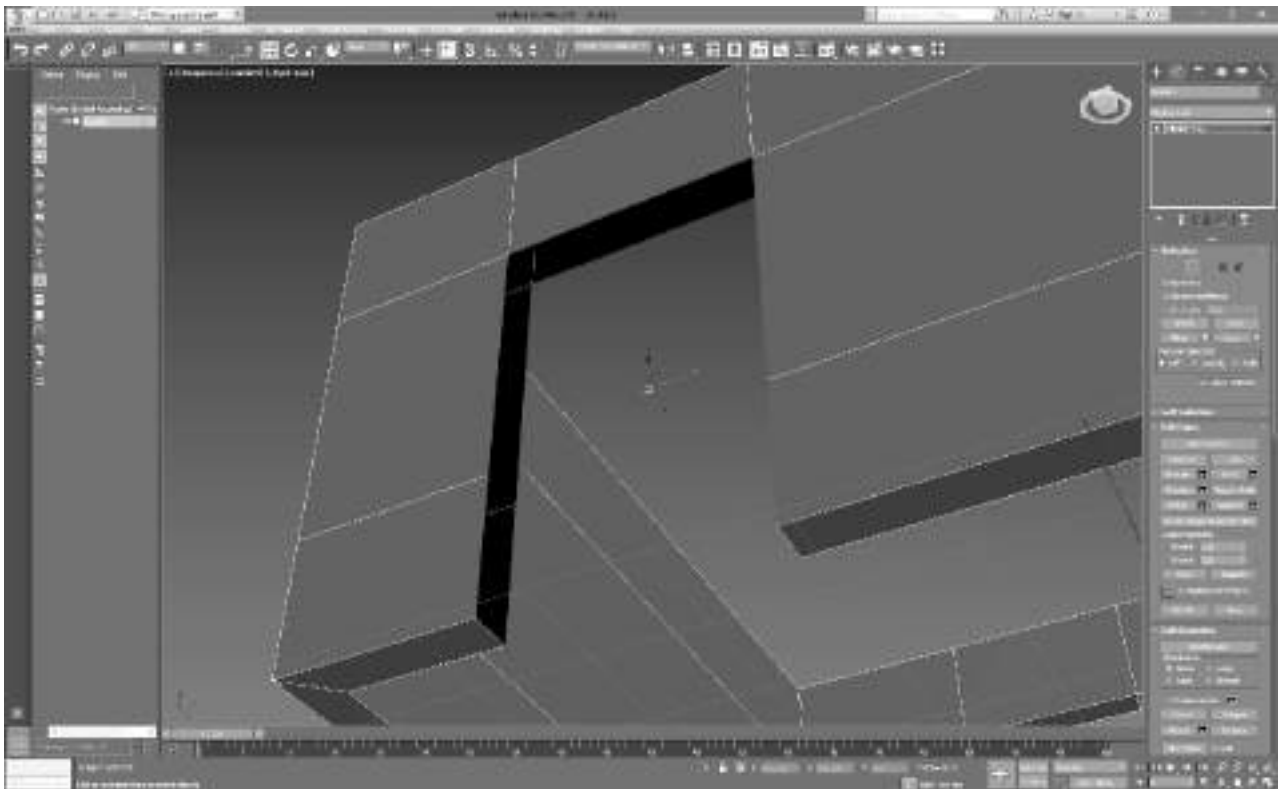


Рис.3.40. Отвір дверей, який необхідно правильно закрити

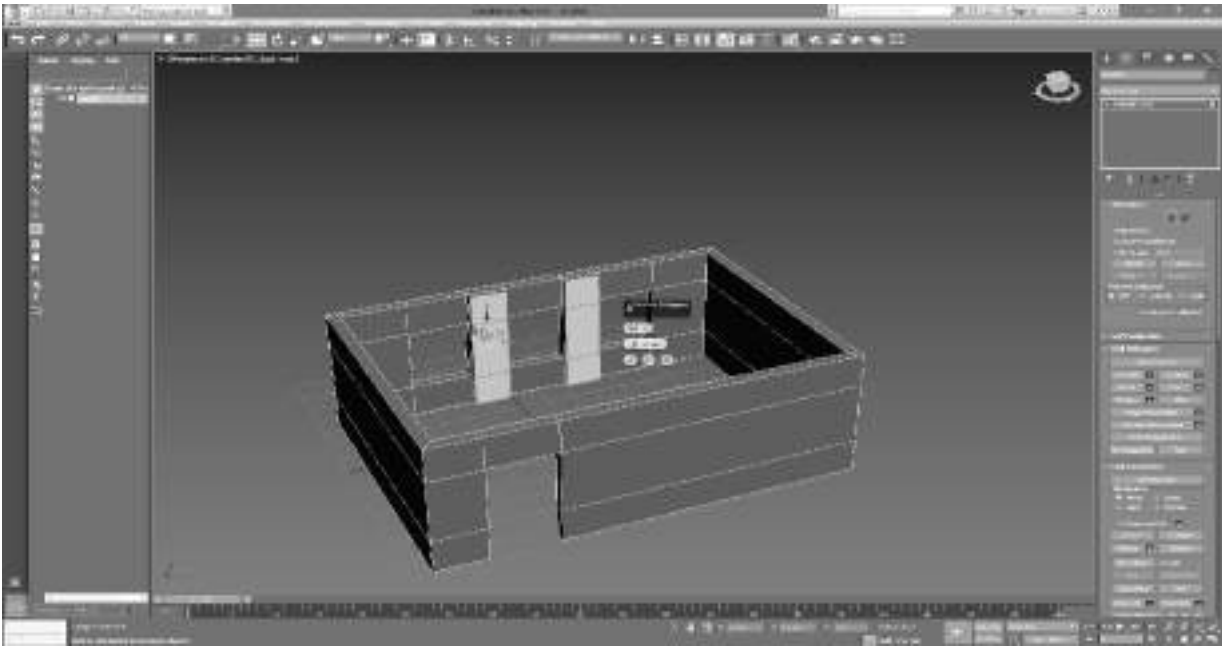


Рис.3.41. Створення колон

Згідно з рис. 3.41 виділяємо полігони та застосовуємо на них функцію **Extrude**. Таким чином ми побудуємо «колони».

Виходимо з режиму редагування **Editable Poly** та переходимо до меню **Create**. Беремо об'єкт **Plane** та створюємо його як підлогу для нашого приміщення (рис. 3.42).

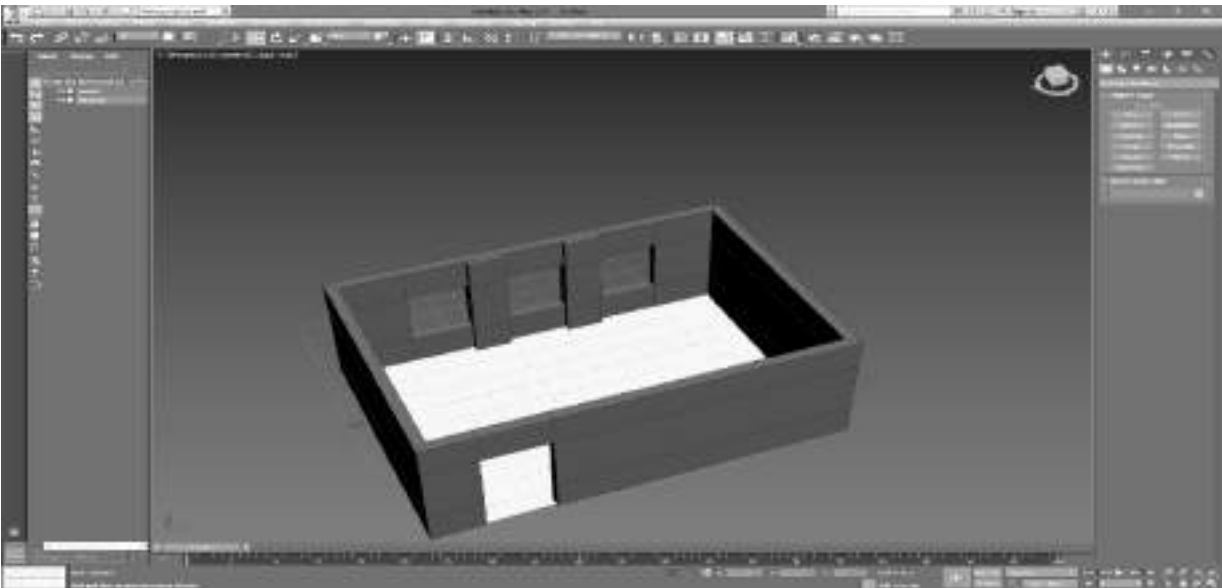


Рис.3.42. Поточний вигляд приміщення з об'єктом **Plane** у якості підлоги

Моделювання вікон

Згідно з рис.3.43 створюємо **Box**. Він стане заготовкою для наших вікон.

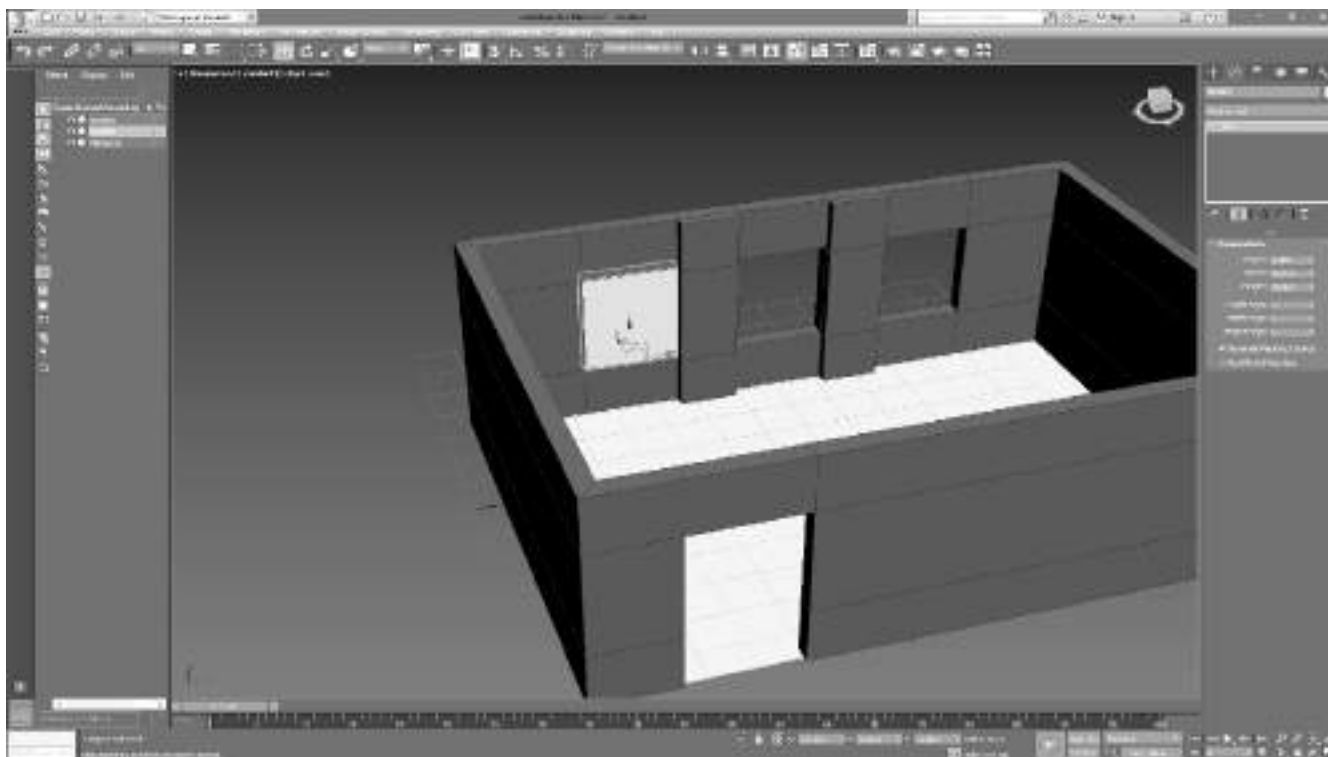


Рис.3.43. Створений по розміру отвору для вікна **Box**

Виділяємо лінії та робимо **Connect** як це показано на рис. 3.44. Наголошуємо, що лінія має йти навколо об'єкта, тобто поділити його навпіл не лише в полігоні, який ми бачимо на рис. 3.44.

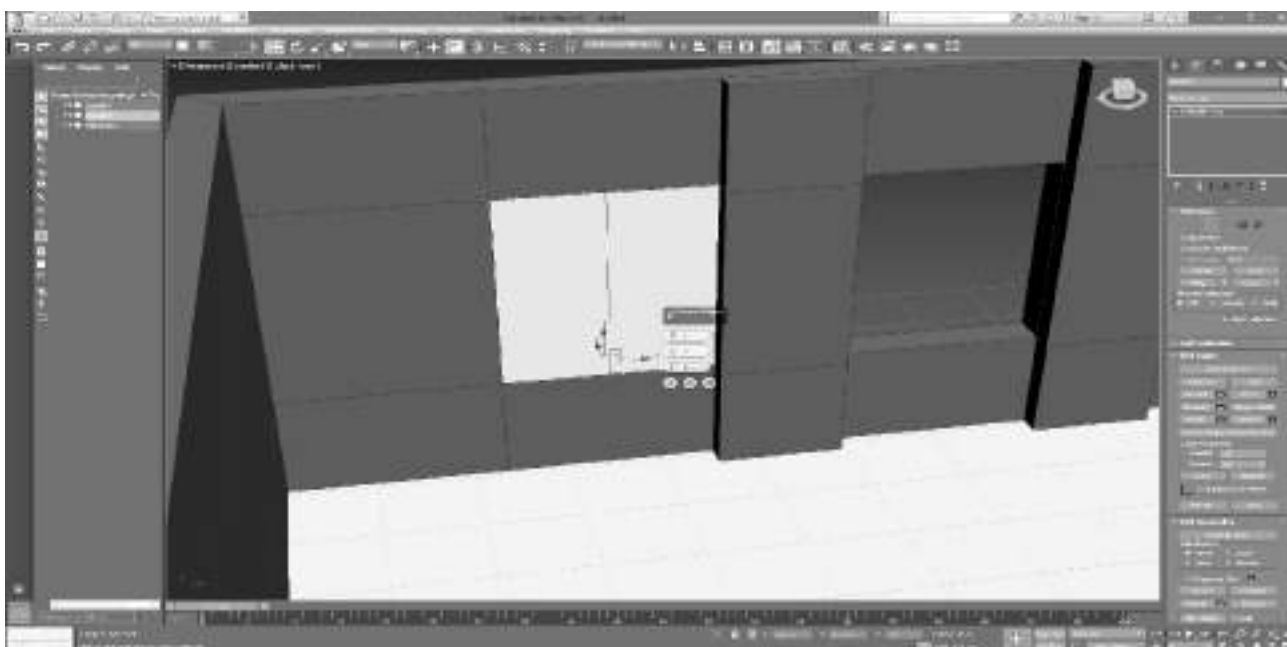


Рис.3.44. Розділення майбутнього вікна навпіл

Використовуємо на полігонах функцію **Inset** з параметром **By Polygon** (рис. 3.45).

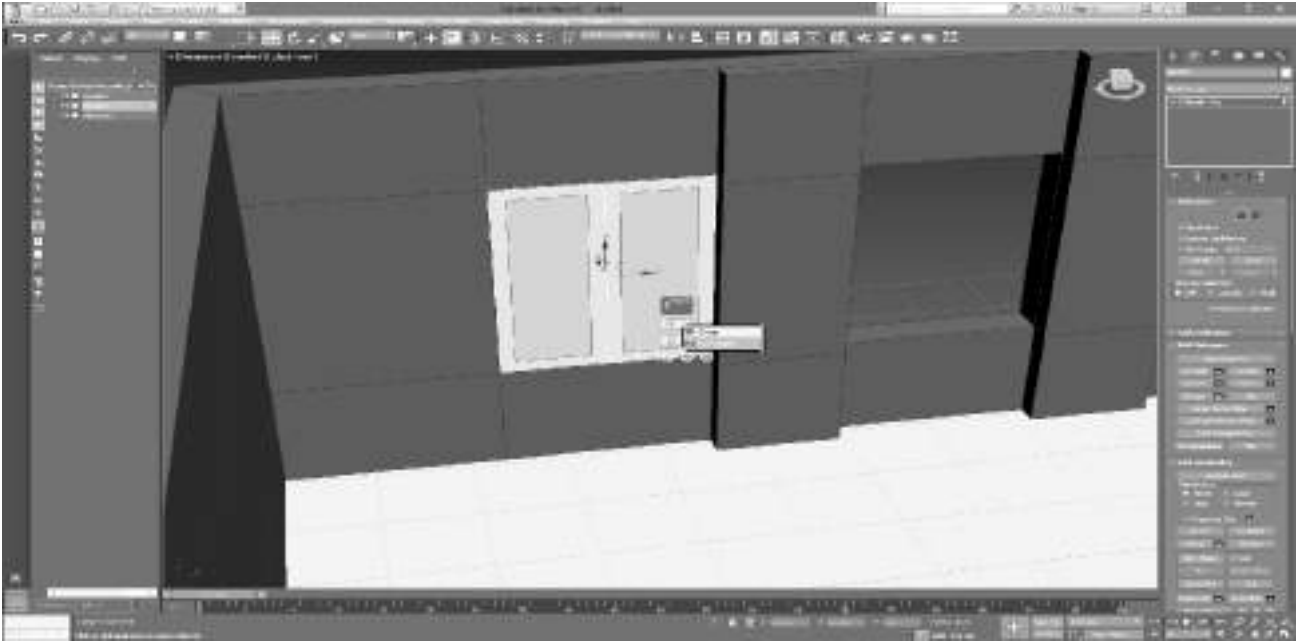


Рис.3.45. Застосування функції **Inset**

Видаляємо полігони (рис. 3.46).

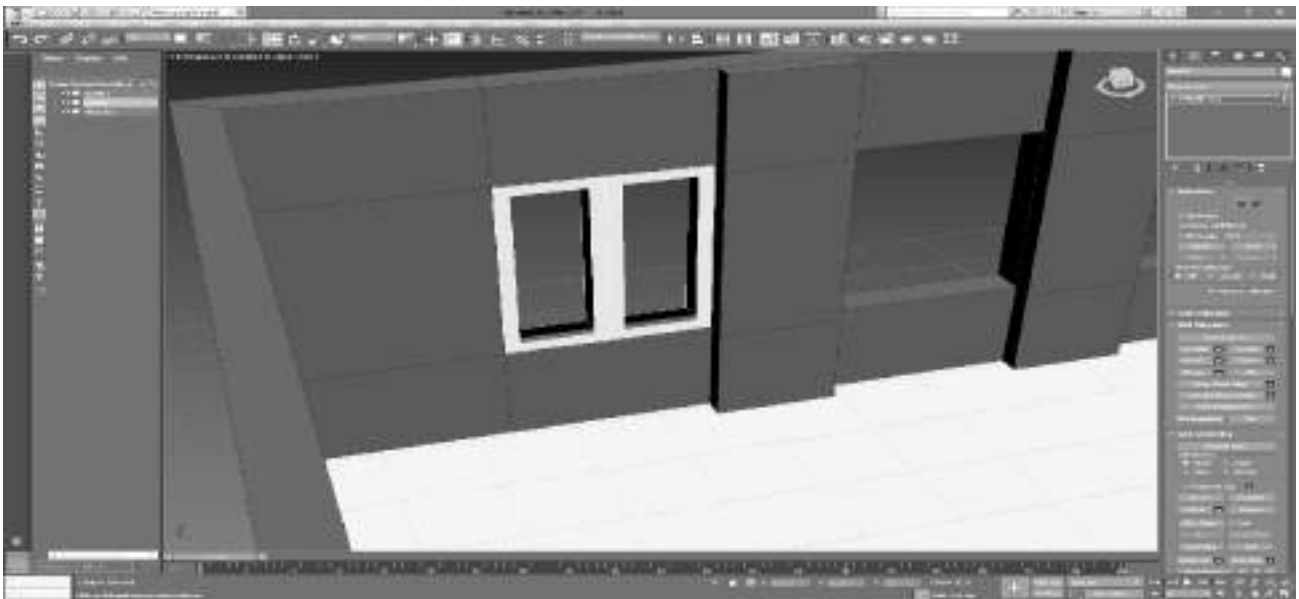


Рис.3.46. Видалені полігони

Перекриваємо отвори, використовуючи функцію **Bridge** (рис. 3.47).

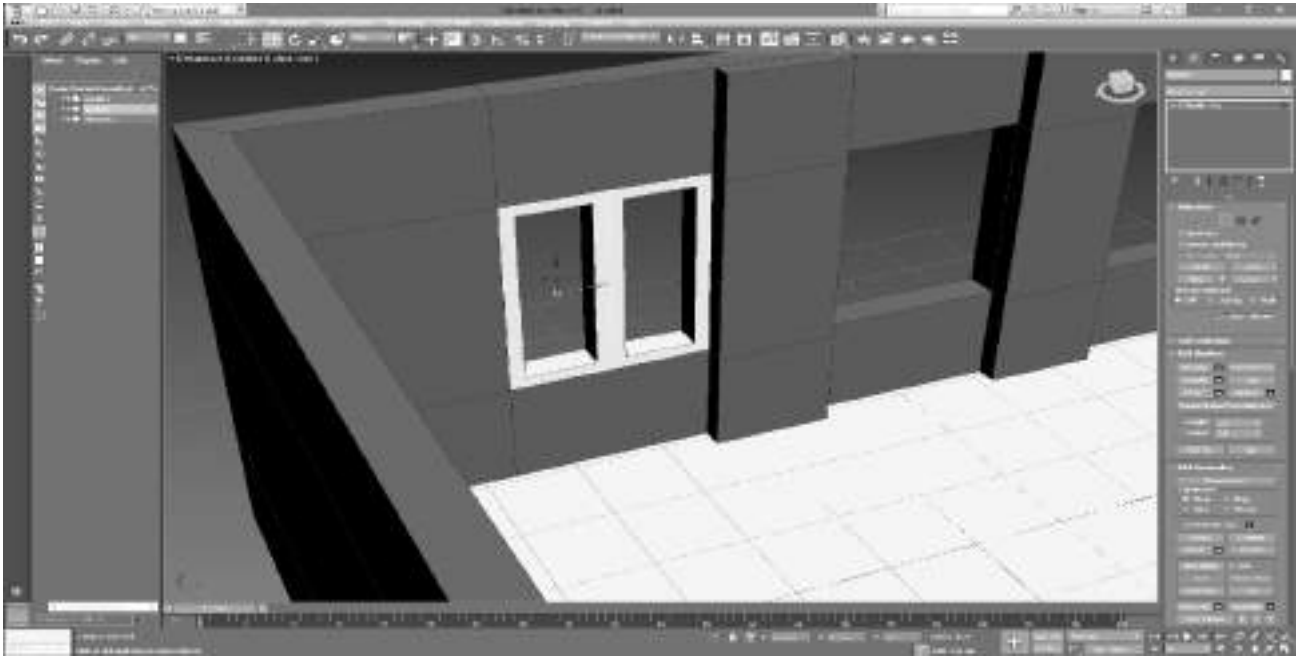


Рис.3.47. Залучення функції **Bridge**

Виділяємо вказані на рис. 3.48 полігони та застосовуємо на них функцію **Bevel**.

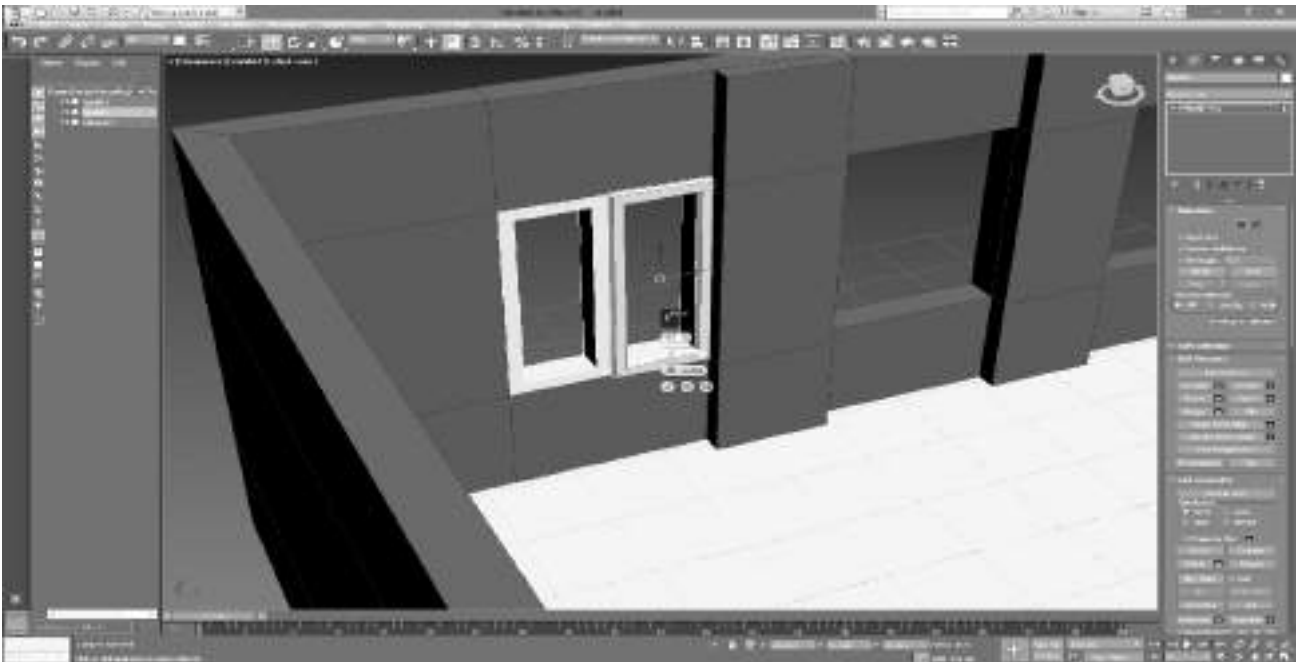


Рис.3.48. Залучення функції **Bevel**

Копіюємо згруповане вікно на необхідні місця. Таким чином у нас тепер є вікна (рис. 3.51).

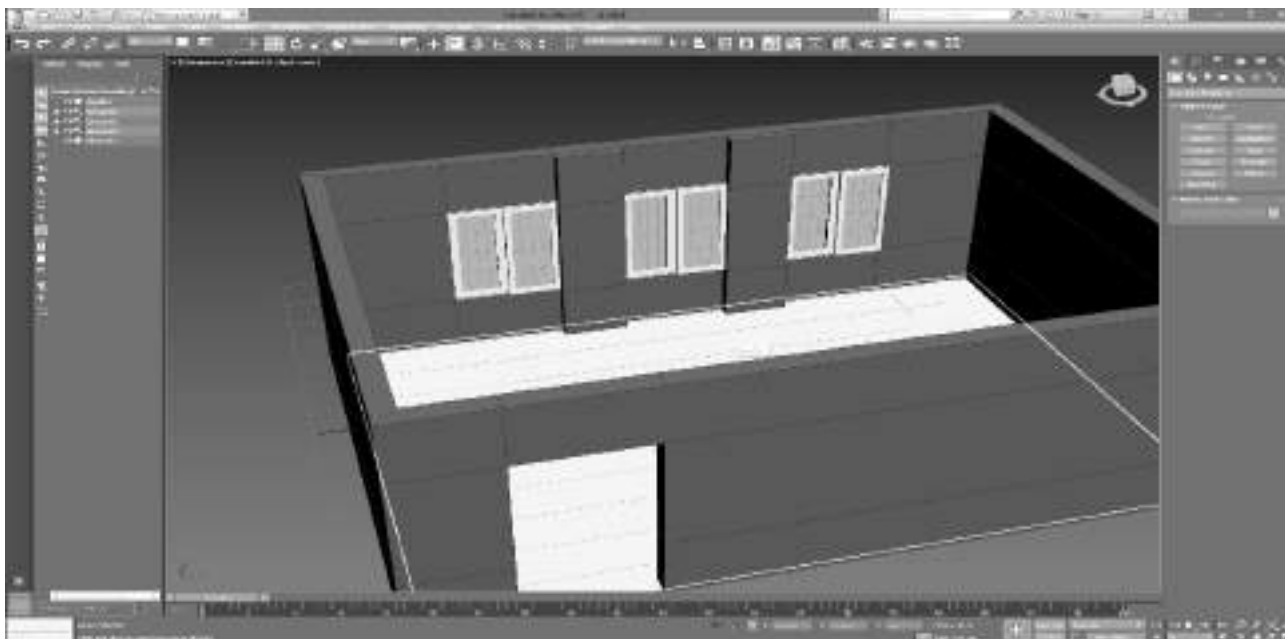


Рис.3.51. Поточний зовнішній вигляд приміщення з розставленими вікнами

Моделювання дверей

Створюємо **Box** під розміри дверного проїому (рис. 3.52).

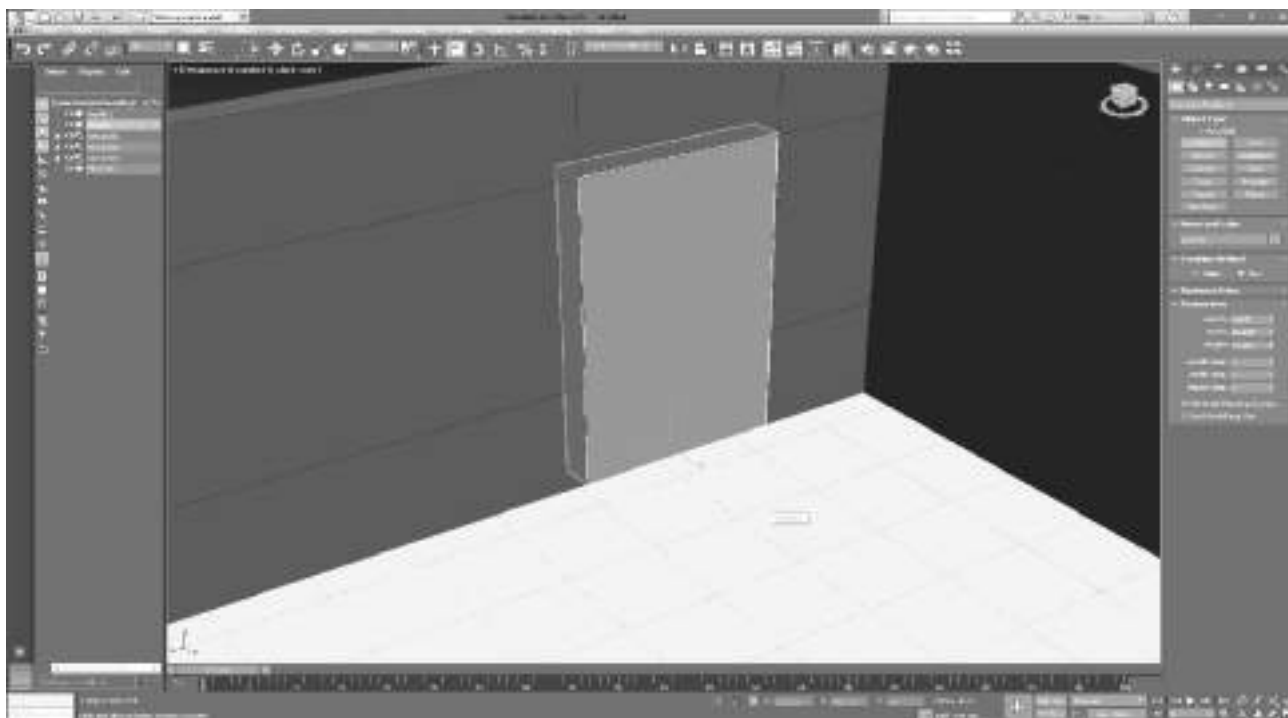


Рис.3.52. Створений **Box** під розміри дверного проїому

Ділимо його на сегменти як це показано на рис. 3.53. Можна це зробити як функцією **Connect** після перетворення у **Editable Poly**, або ж одразу задати у налаштуваннях при створенні об'єкта.

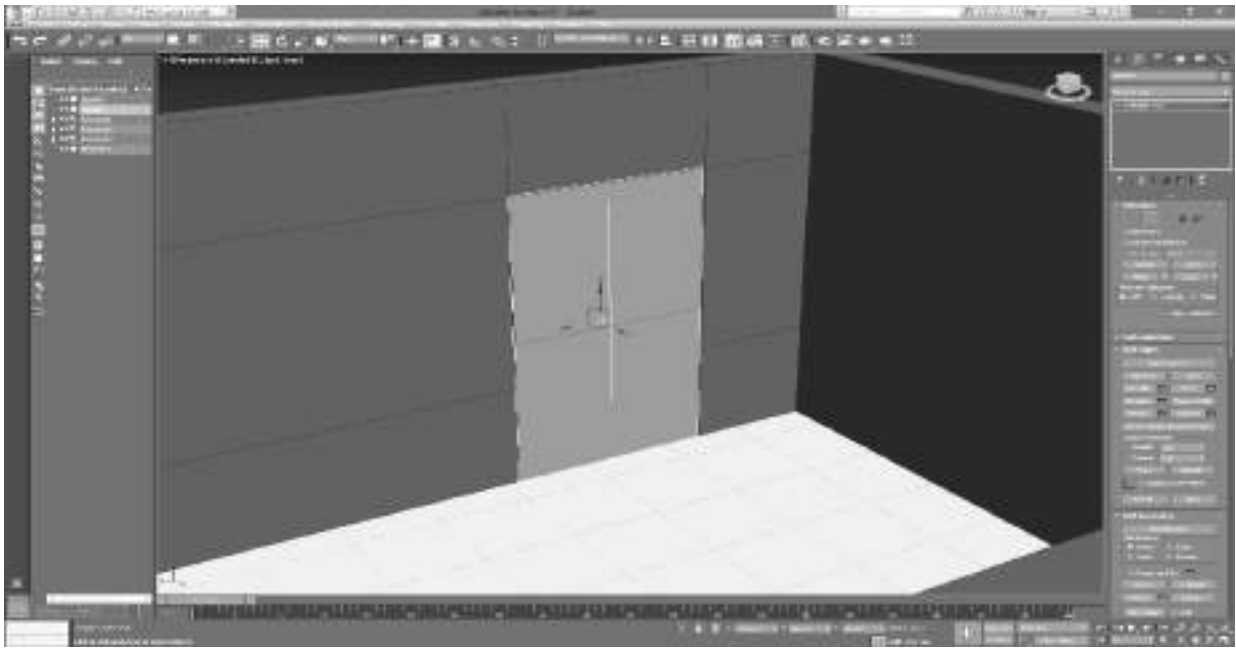


Рис.3.53. Поділений на сегменти **Box**

Почергово застосовуємо функцію **Inset** на полігони, щоб у нас вийшов результат згідно з рис. 3.54.

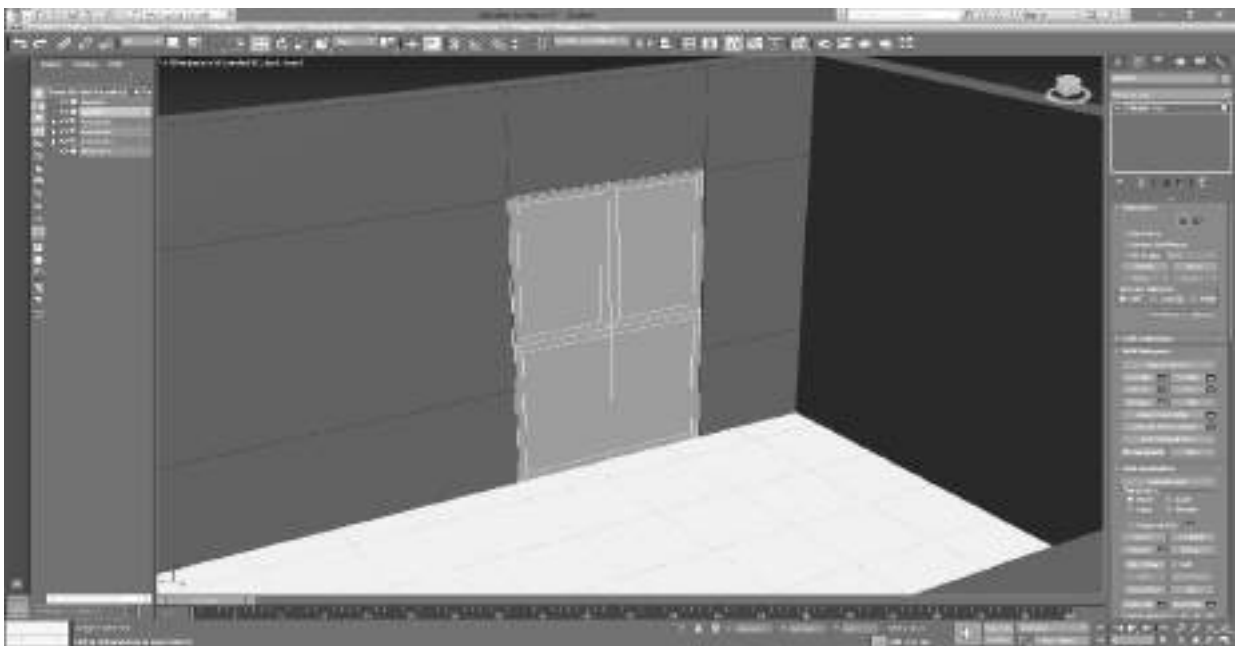


Рис.3.54. Застосування функції **Inset**

Застосуємо функцію **Bevel** на полігонах (рис. 3.55).

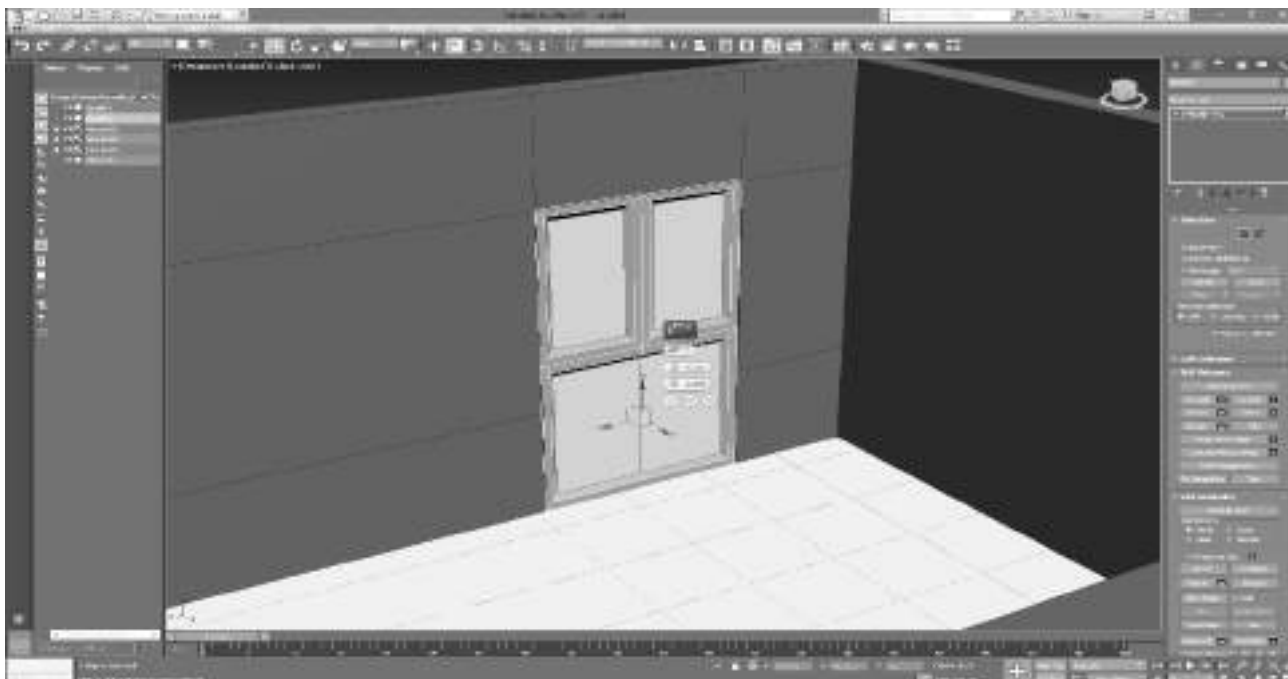


Рис.3.55. Застосування функції Bevel

Почергово використовуємо функції Inset та Bevel, щоб отримати результат згідно з рис. 3.56.

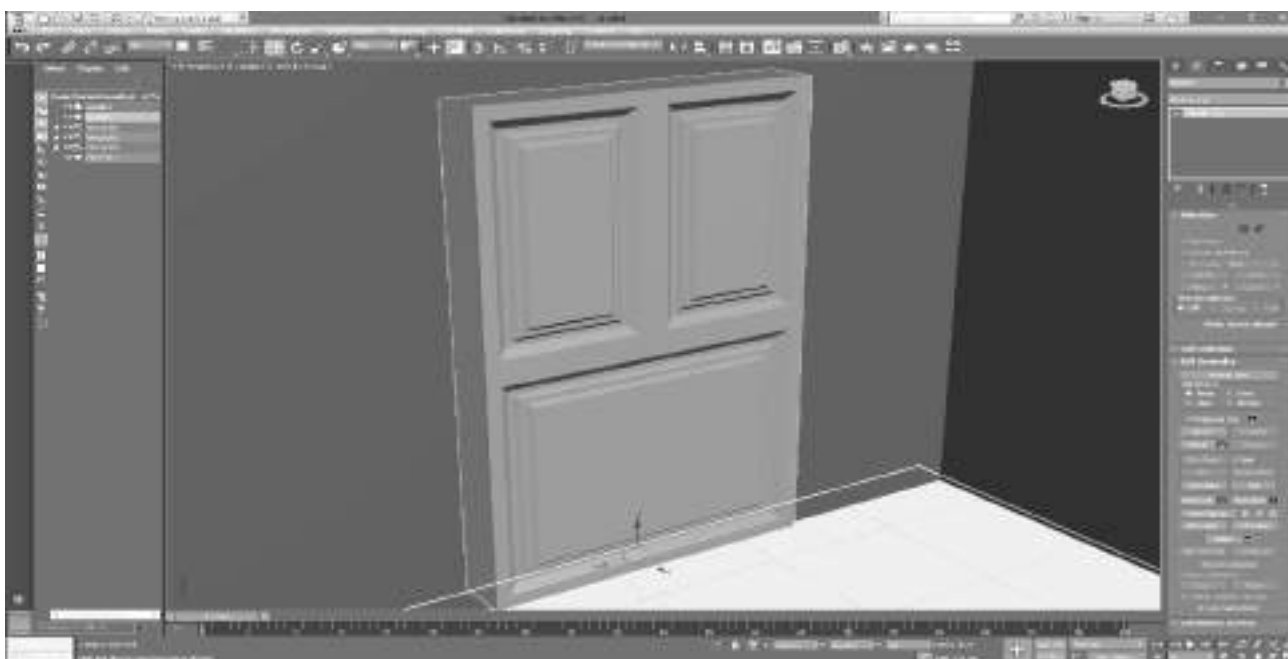


Рис.3.56. Гоові двері

Наступним кроком буде створення дверних та віконних ручок форма яких може бути різною та спосіб створення аналогічним. Ручки можна створити використовуючи режим **Editable Poly** з об'єктів **Box** та/або **Cylinder**, або за допомогою сплайнів. Спосіб створення та зовнішній вигляд ручок залишаємо на власний розсуд конструктора.

Моделювання комп'ютерного стола

Для створення комп'ютерного стола нам знадобиться об'єкт **Box**, створюємо його згідно з рис. 3.57.

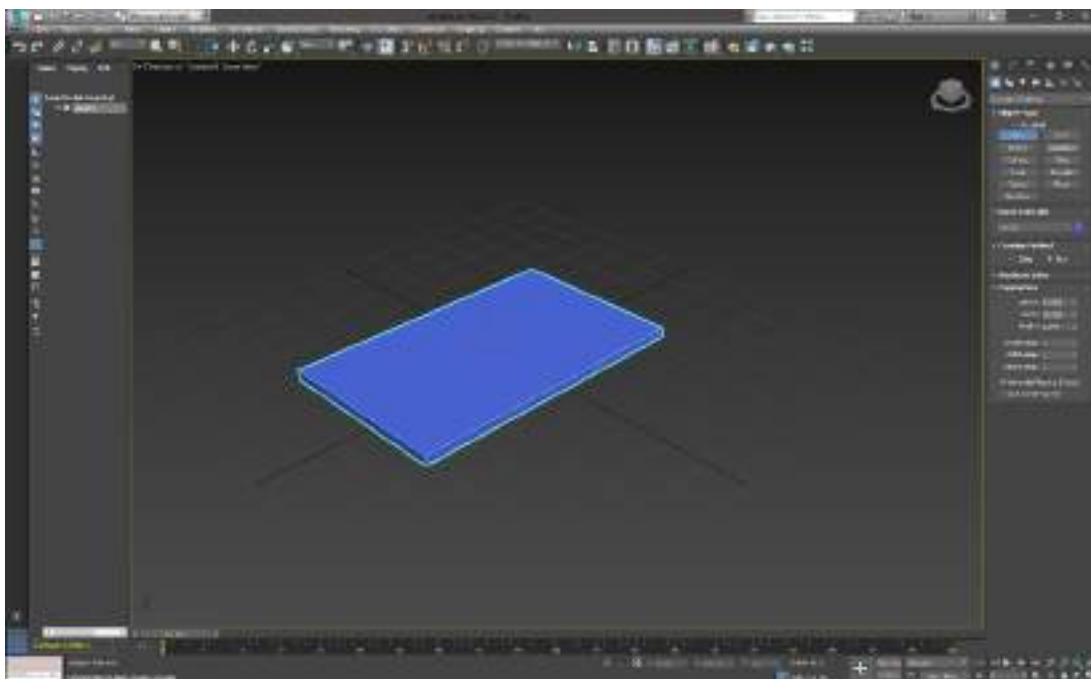


Рис.3.57. Створений об'єкт **Box**

Перетворюємо об'єкт **Box** в **Editable Poly**. Виділяємо паралельні лінії по ширині об'єкту та використовуємо на них функцію **Connect**. Отримуємо результат на рис. 3.58.

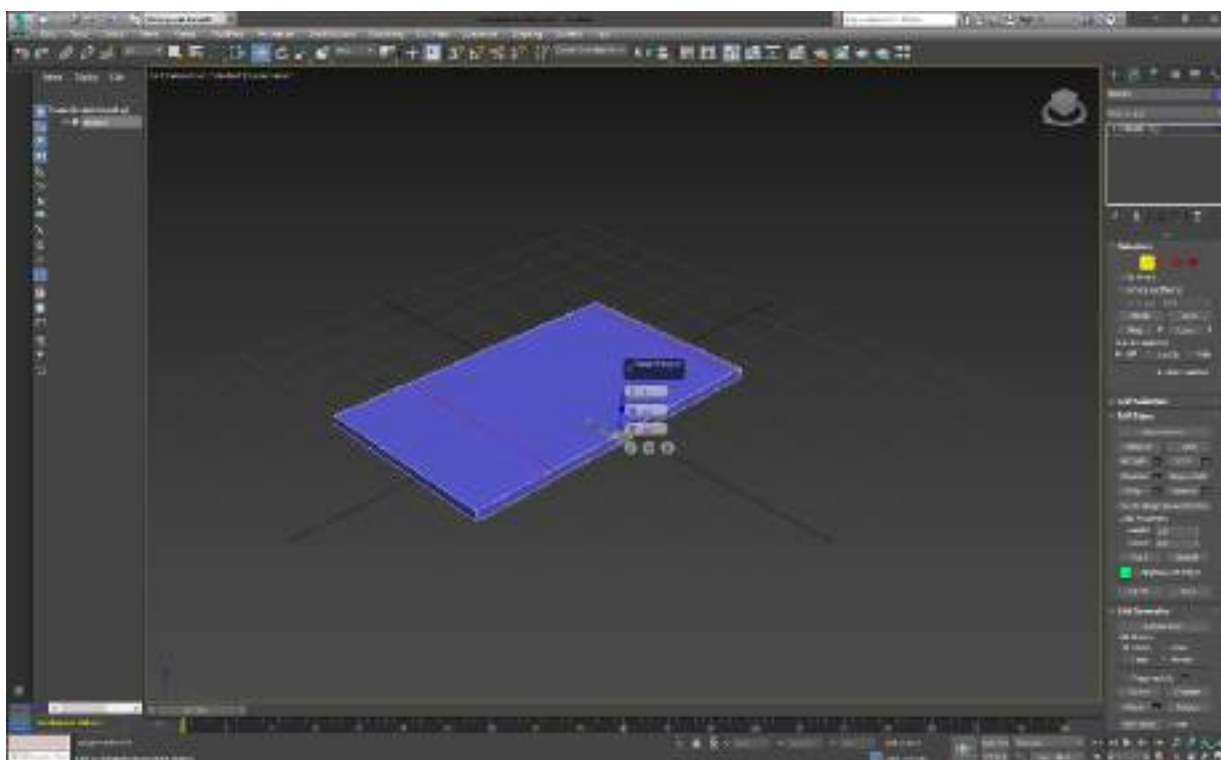


Рис.3.58. Використання функції **Connect**

Виділяємо згідно з рис. 3.59 ліву новостворену лінію та використовуємо на ній функцію **Chamfer**. Робимо це для того, щоб перетворити одну лінію на дві. Таким чином нам не знадобиться кілька разів використовувати функцію **Connect**, тобто ми оптимізували час роботи над моделлю.

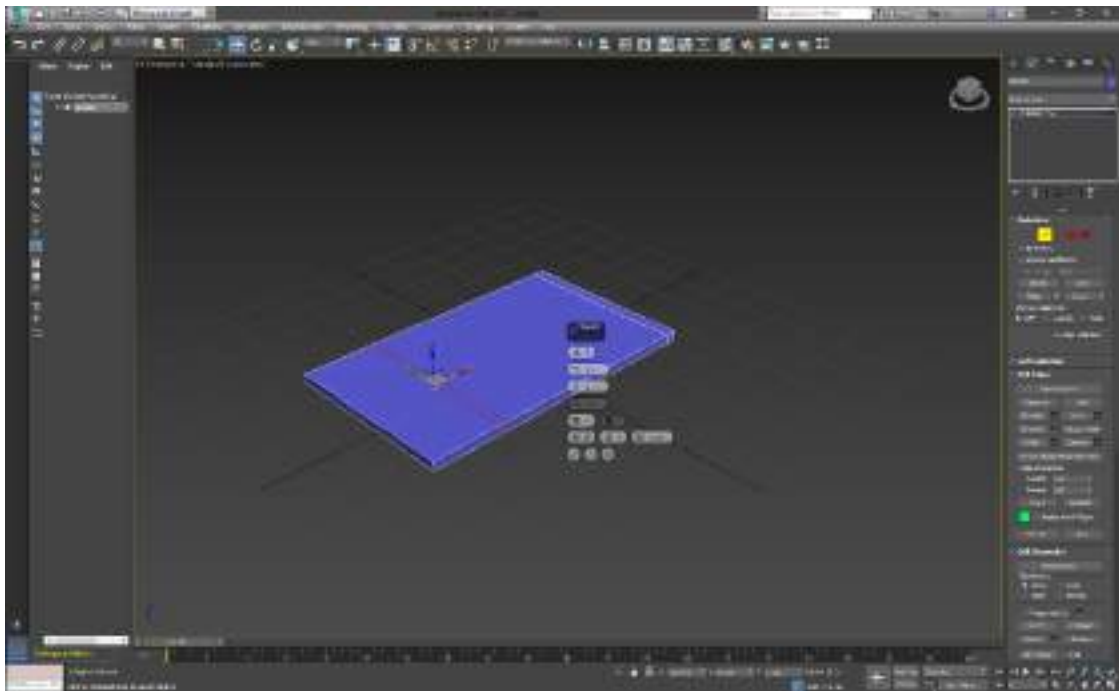


Рис.3.59. Використання функції **Chamfer**

Виділяємо лівий бічний полігон та накладаємо на нього **Extrude** згідно з рис. 3.60.

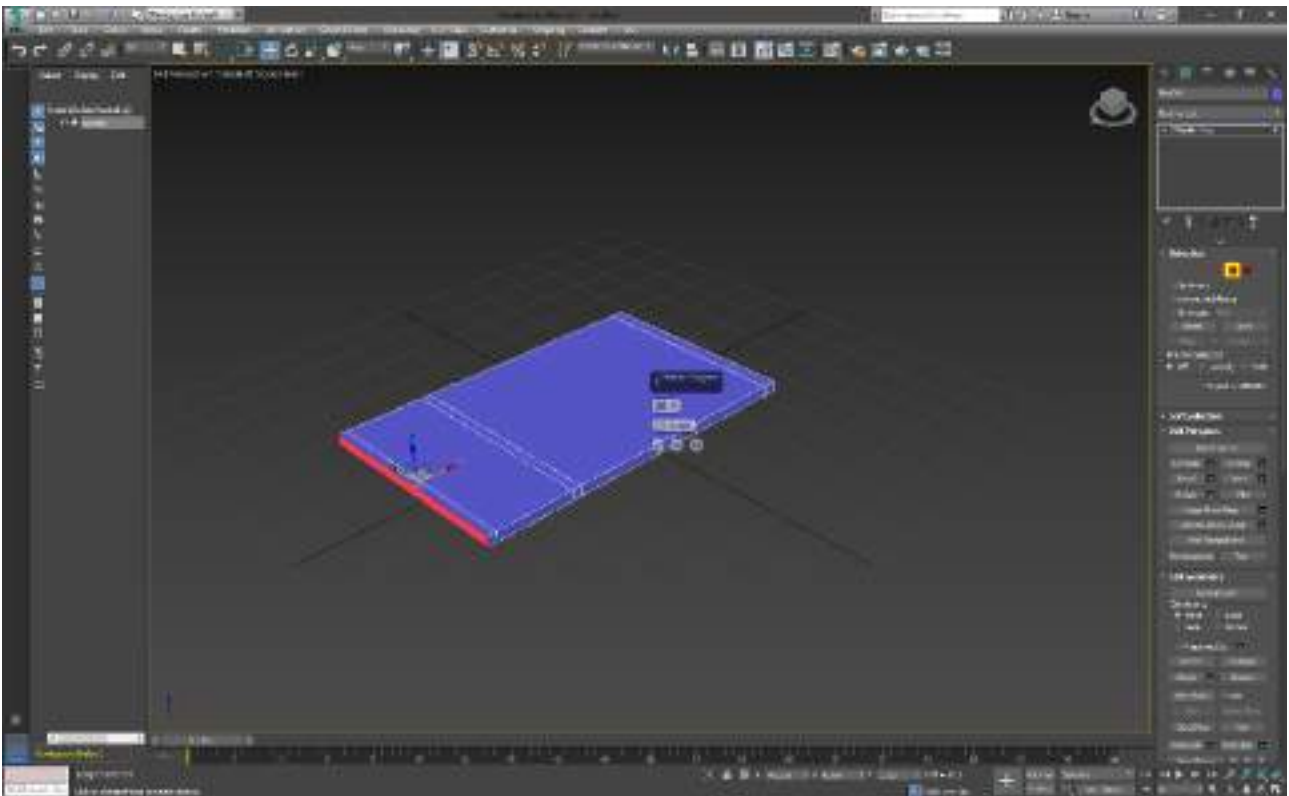


Рис.3.60. Використання функції **Extrude**

Виділяємо паралельні лінії як це показано на рис. 3.61. Не забуваємо, що можна виділити одну з цих ліній, а далі використати функцію **Ring** для того, щоб виділити решту.

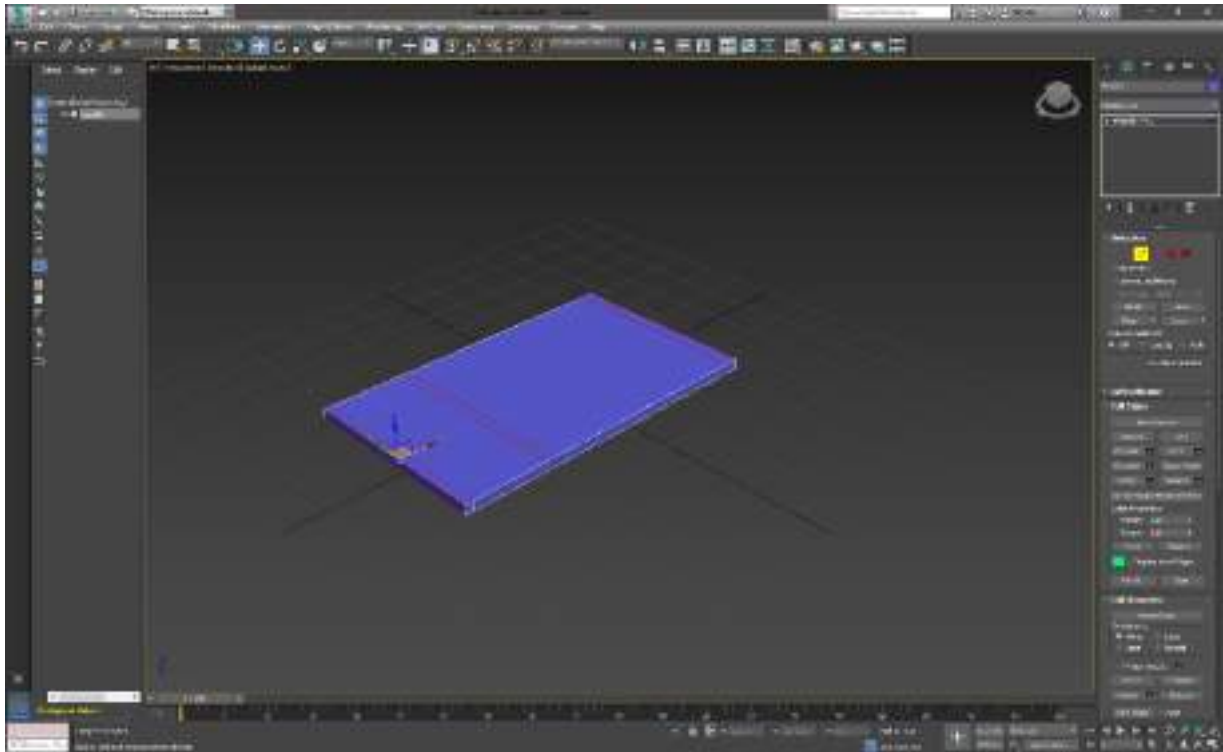


Рис.3.61. Виділені паралельні лінії

Використовуємо функцію **Connect** для попередньо виділених ліній. Вказуємо у налаштуваннях два сегменти та редагуємо наступні два параметри згідно з рис. 3.62.

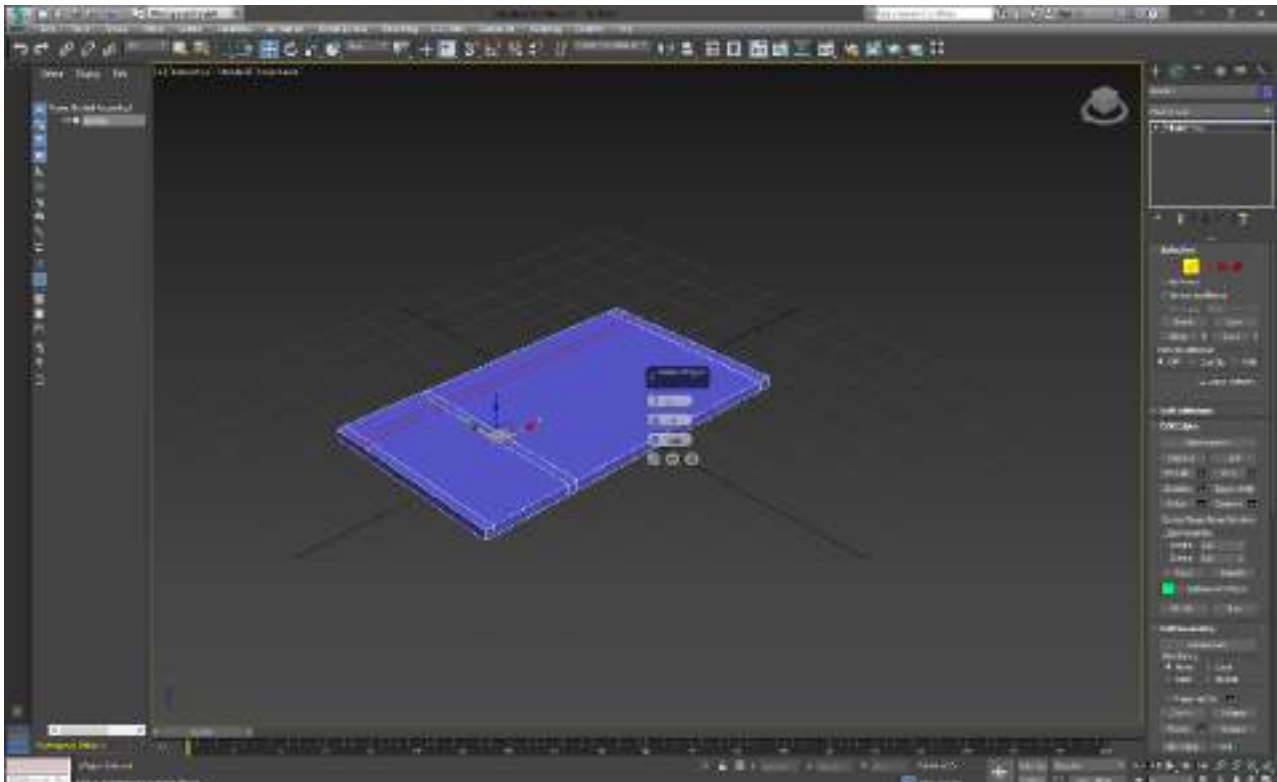


Рис.3.62. Використання функції **Connect**

Перевертаємо камеру так, щоб ми опинились під нашим об'єктом. Виділяємо вказані на рис. 3.63 полігони.

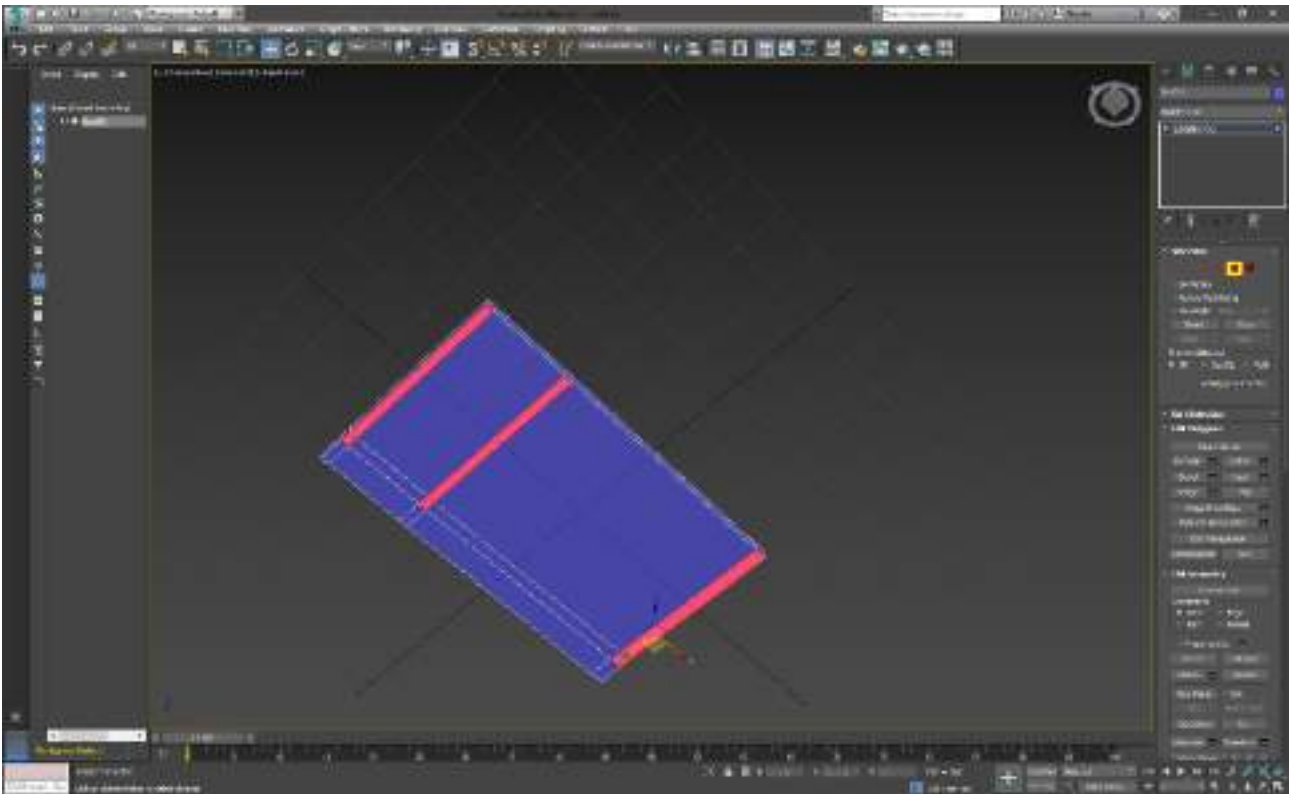


Рис.3.63. Виділені полігони під об'єктом

Декілька разів використовуємо функцію **Extrude** для того, щоб отримати результат на рис.3.64. Таким чином, ми одразу поділили ніжки на необхідні далі сегменти. Замість цього можна було б, звісно використати **Extrude** та реалізувати функцію **Connect**, але для економії часу та оптимізації роботи зручніше зробити це таким способом, який ми використали.

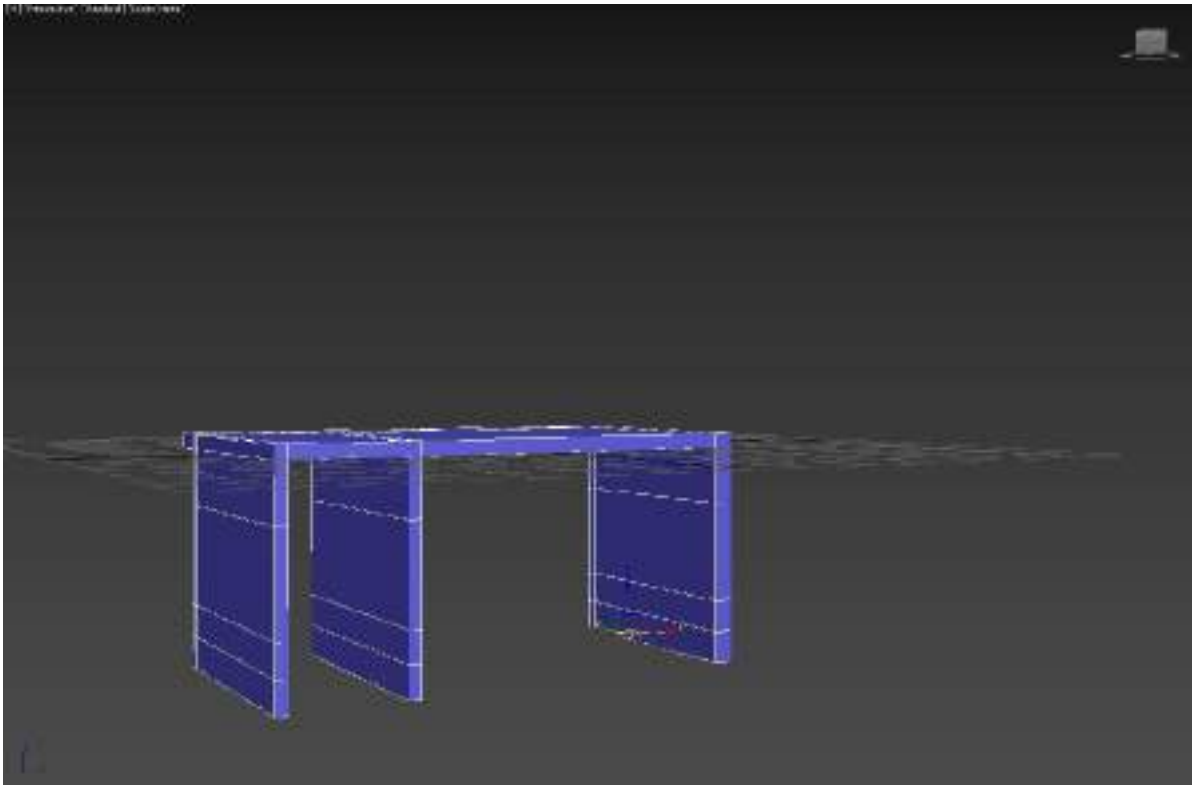


Рис.3.64. Ніжки стола

Виділяємо полігони як це показано на рис. 3.65 Окрім цього виділяємо протилежні до них полігони з іншого боку ніжок.

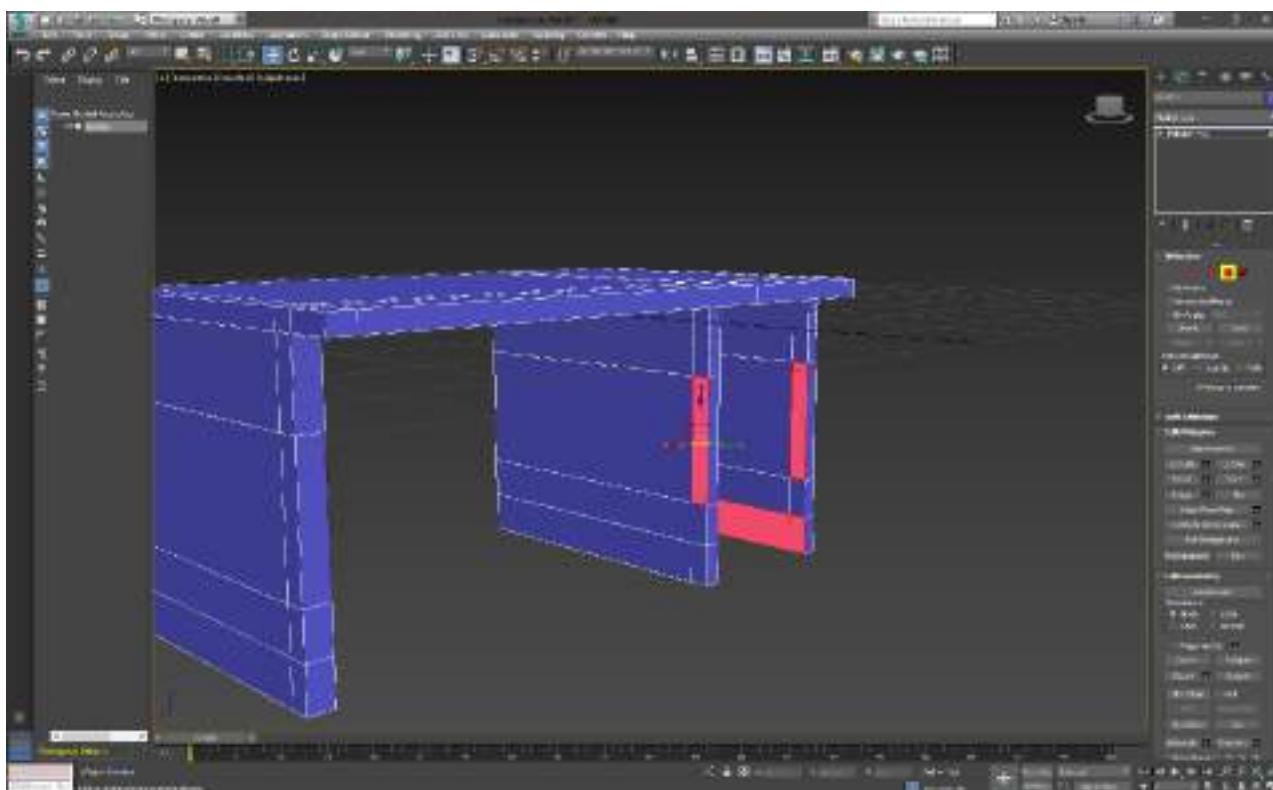


Рис.3.65. Виділені полігони

Використовуємо на виділені полігони функцію **Bridge** та отримуємо результат згідно з рис. 3.66. Якщо з якоїсь причини функція не спрацювала – перевіримо виділення. Якщо усе гаразд, то повторимо попередній пункт з кожною парою необхідних полігонів окремо.

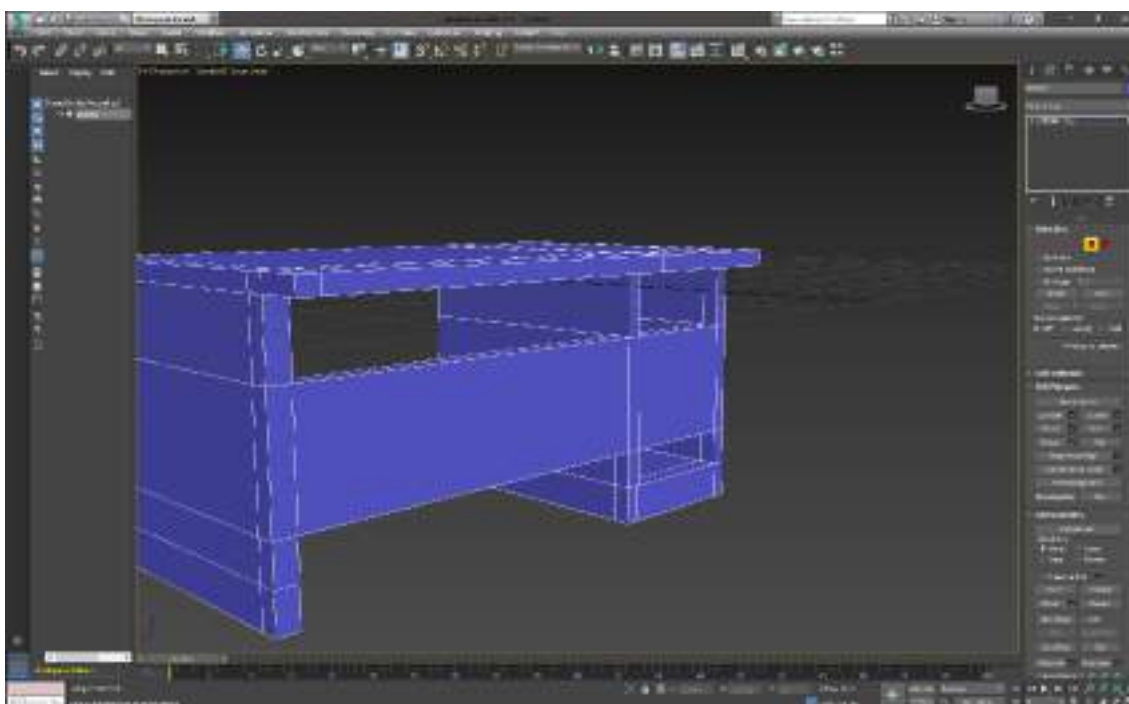


Рис.3.66. Використана функція **Bridge** на попередньо виділених полігонах

Виділяємо полігон згідно з рис. 3.67 передньої частини стола.

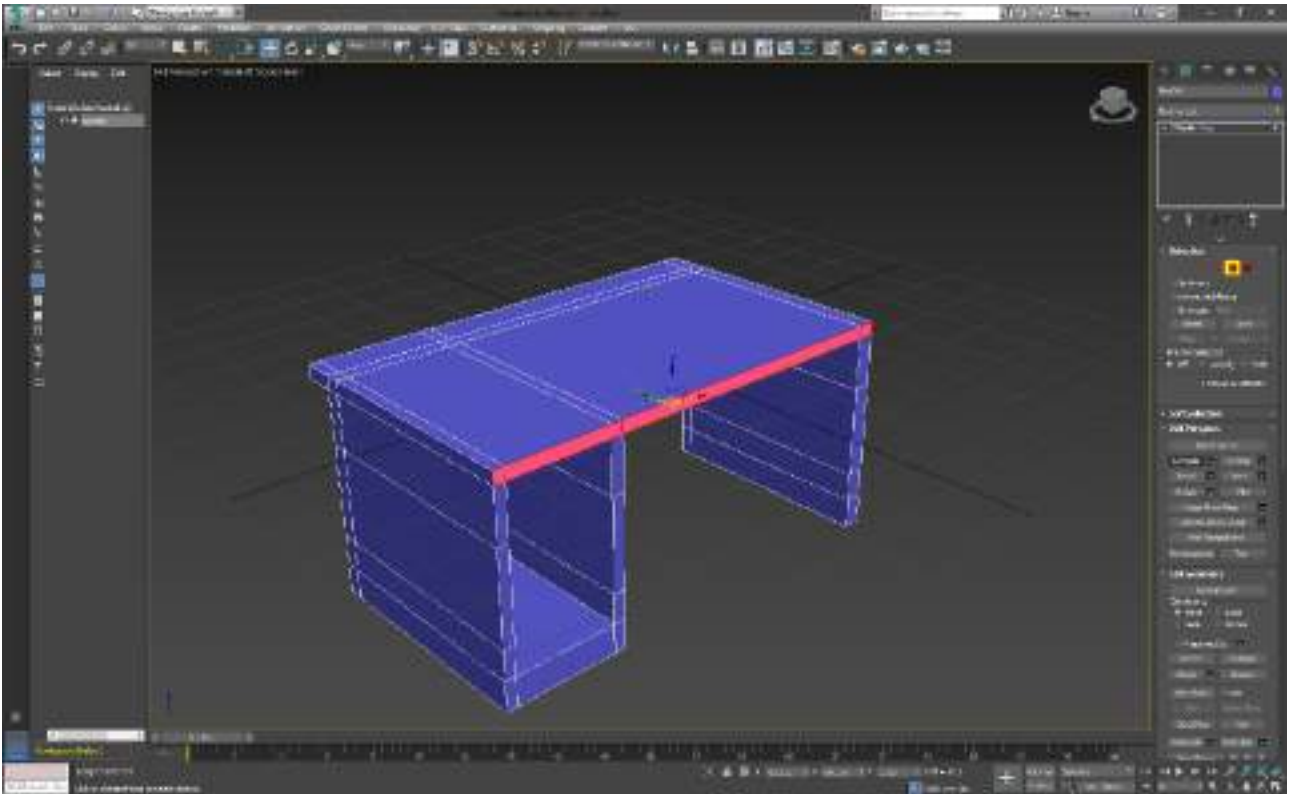


Рис.3.67. Виділені полігони

Використовуємо **Extrude** та отримуємо готовий стіл згідно з рис. 3.68.

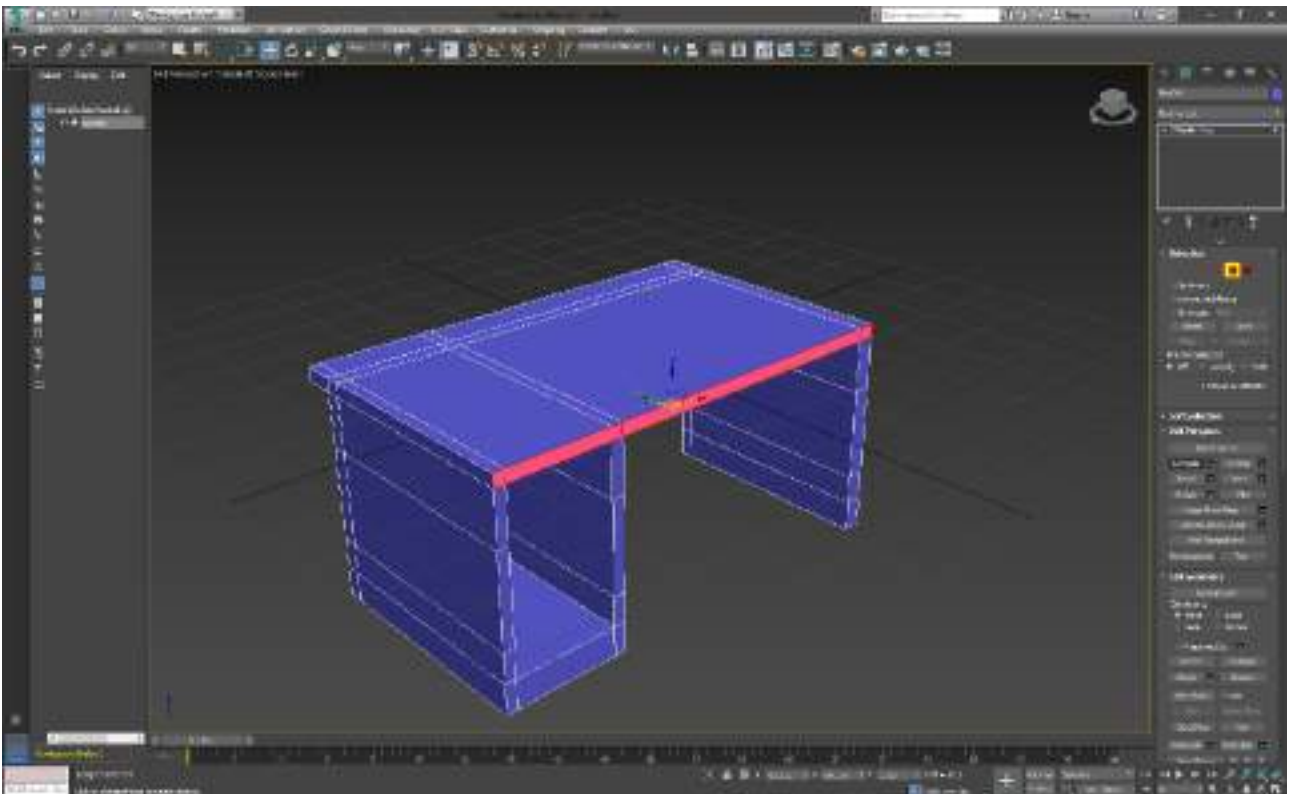


Рис.3.68. Готова модель стола

Звісно, якщо говорити про повністю готову модель – наш стіл не завершений. В ідеалі нам потрібно, як мінімум, згладити усі кути об'єкта, бо у реальному житті виробники не створюють столів з незгладженими столами чи іншими об'єктами. Усі об'єкти, які мають кути (столы, стільці, двері, шафи та ін), мають їх

згладженими. У цьому достатньо легко переконатись, потрібно лише подивитись на кути цих об'єктів. Так чи інакше вони будуть дещо згладженими, навіть якщо здається, що це не так.

Окрім цього не варто забувати, що модель також потрібно текстурувати. Професійне накладання якісної текстури знаходиться поза межами завдання сконцентруватись саме на просторовому моделюванні простих геометричних форм.

Моделювання шафи

Створюємо об'єкт **Box**. Конвертуємо його в **Editable Poly** та додаємо сегменти згідно з рис. 3.69.

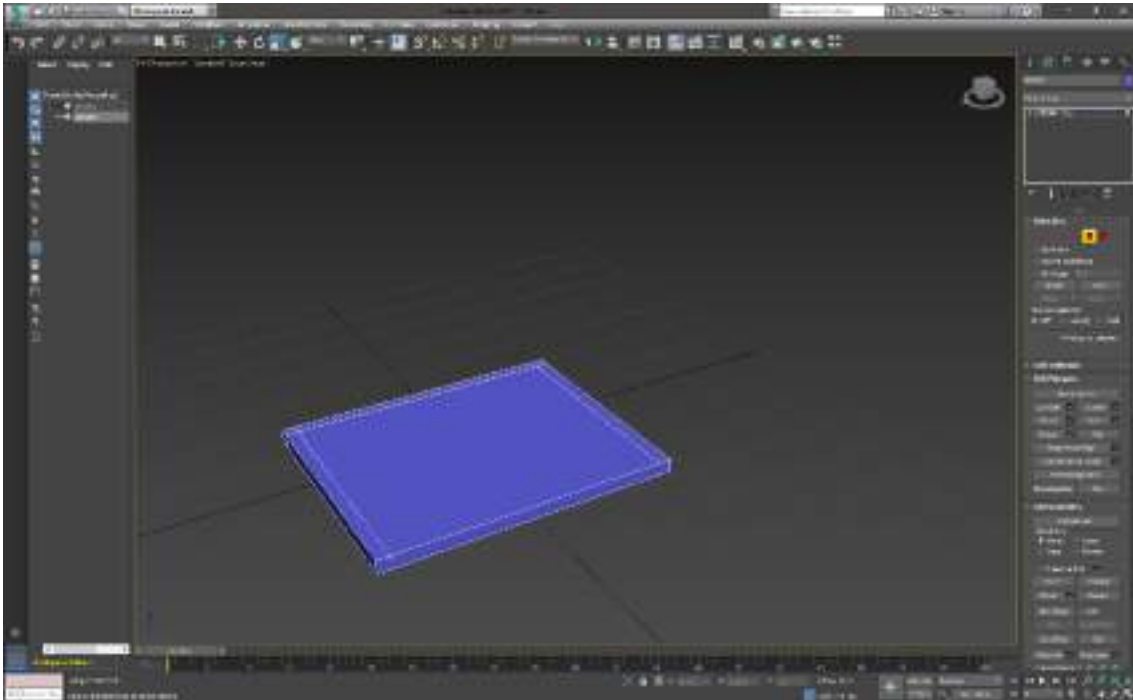


Рис.3.69. Створений об'єкт **Box**

Виділяємо полігони згідно з рис. 3.70.

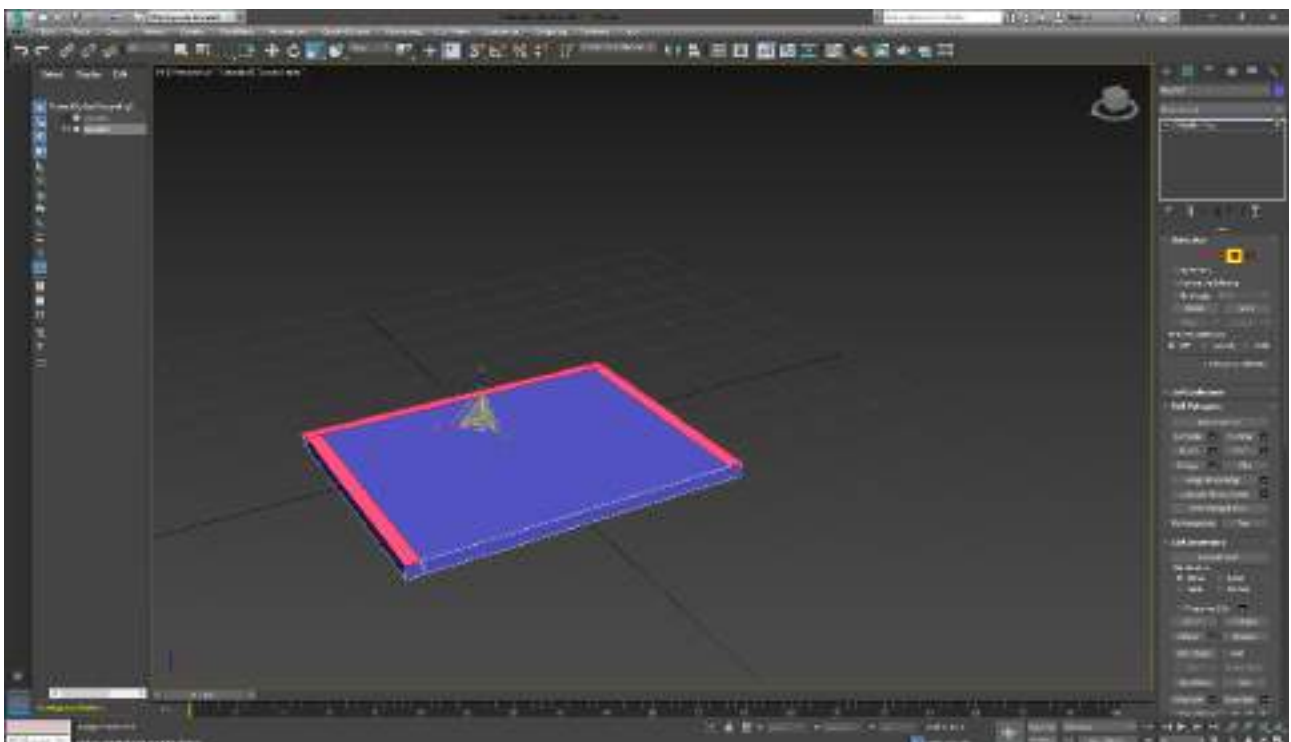


Рис.3.70. Виділені полігони

Декілька разів використовуємо функцію **Extrude** для того, щоб отримати результат згідно з рис. 3.71. Для зручності запам'ятовуємо значення, які ми надаємо для широких та вузьких полігонів. Таким чином ми можемо зробити рівну і струнку модель шафи.

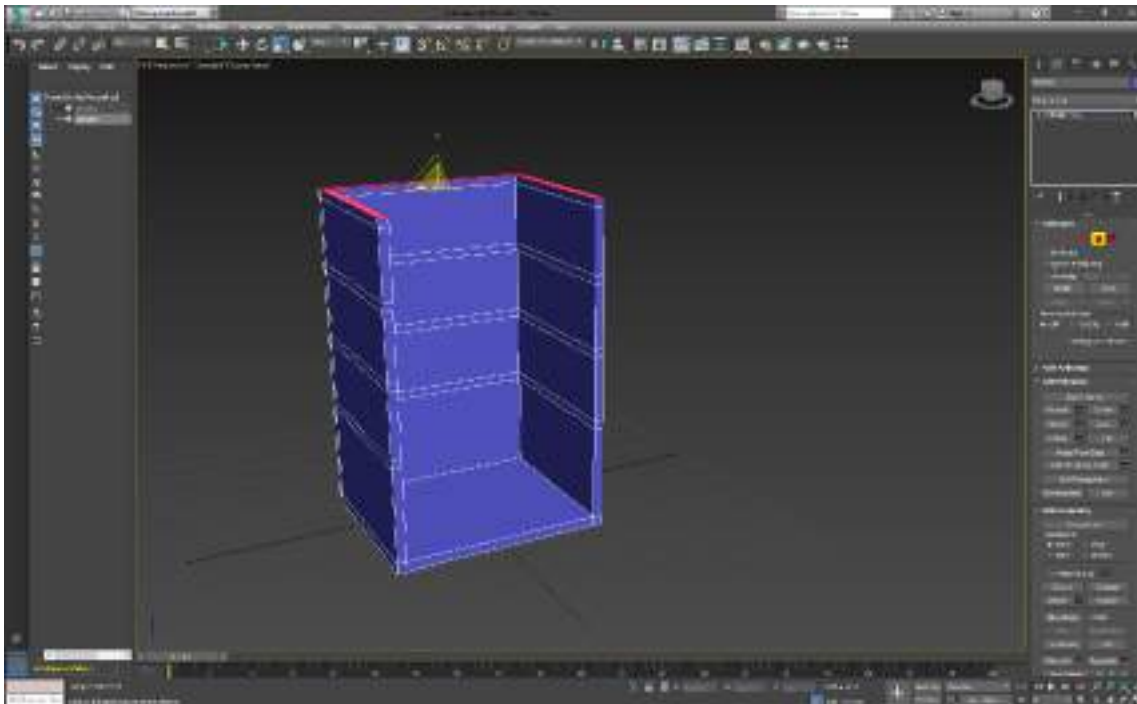


Рис.3.71. Використана функція **Extrude**

Виділяємо полігони згідно з рис. 3.72 та протилежні до них.

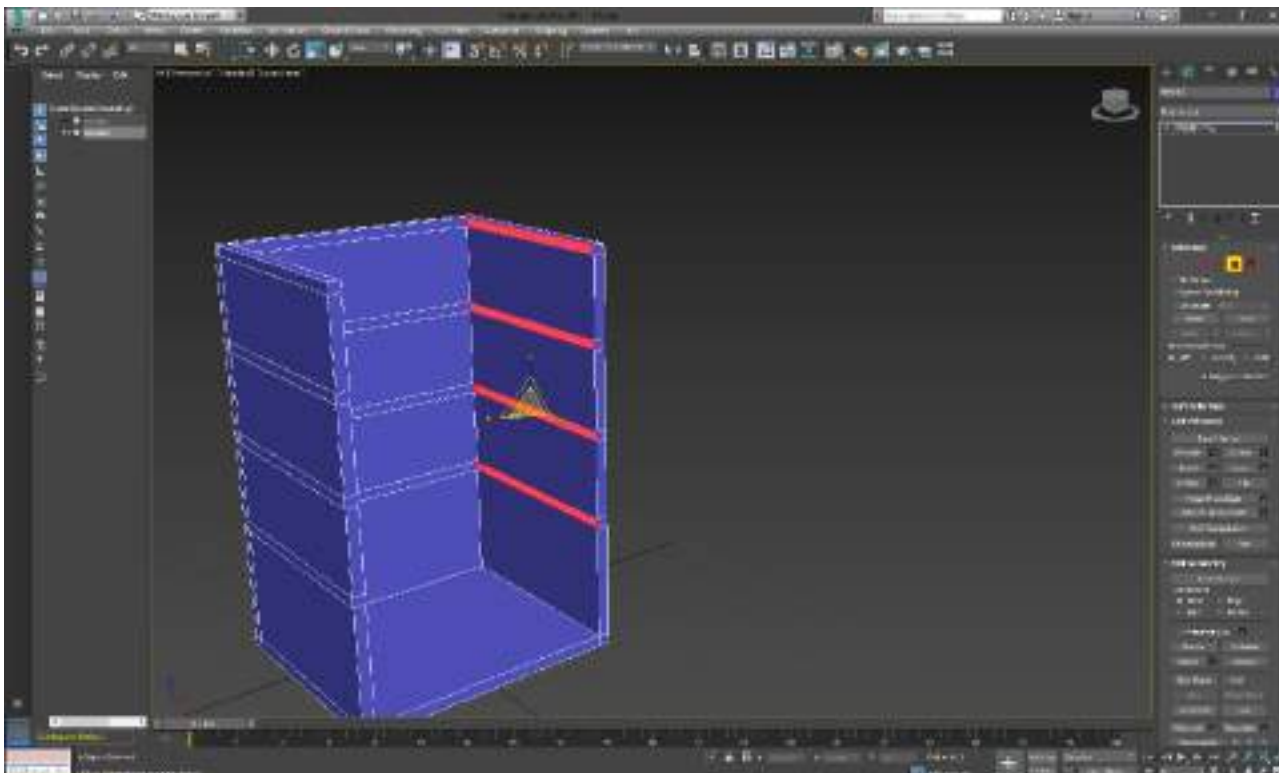


Рис.3.72. Виділені полігони

Використовуємо функцію **Bridge**. Таким чином ми отримаємо полички для нашої шафи (рис. 3.73).

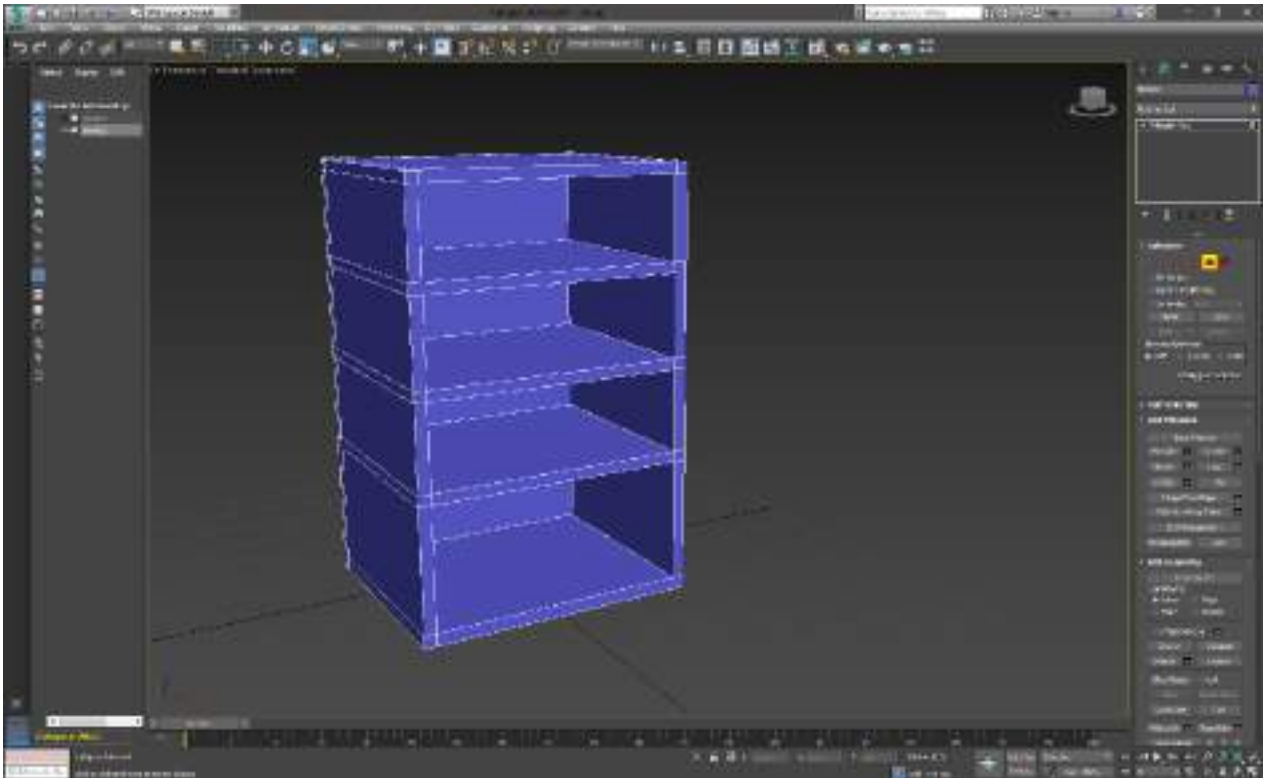


Рис.3.73. Шафа з полицками

Зауважимо, що у разі, якщо розміри нашої моделі нас не задовольняють, можемо у будь-який момент їх відредагувати (рис. 3.74). Зазначене зауваження стосується не лише моделі шафи, але й абсолютно будь-якої іншої моделі об'єкта.

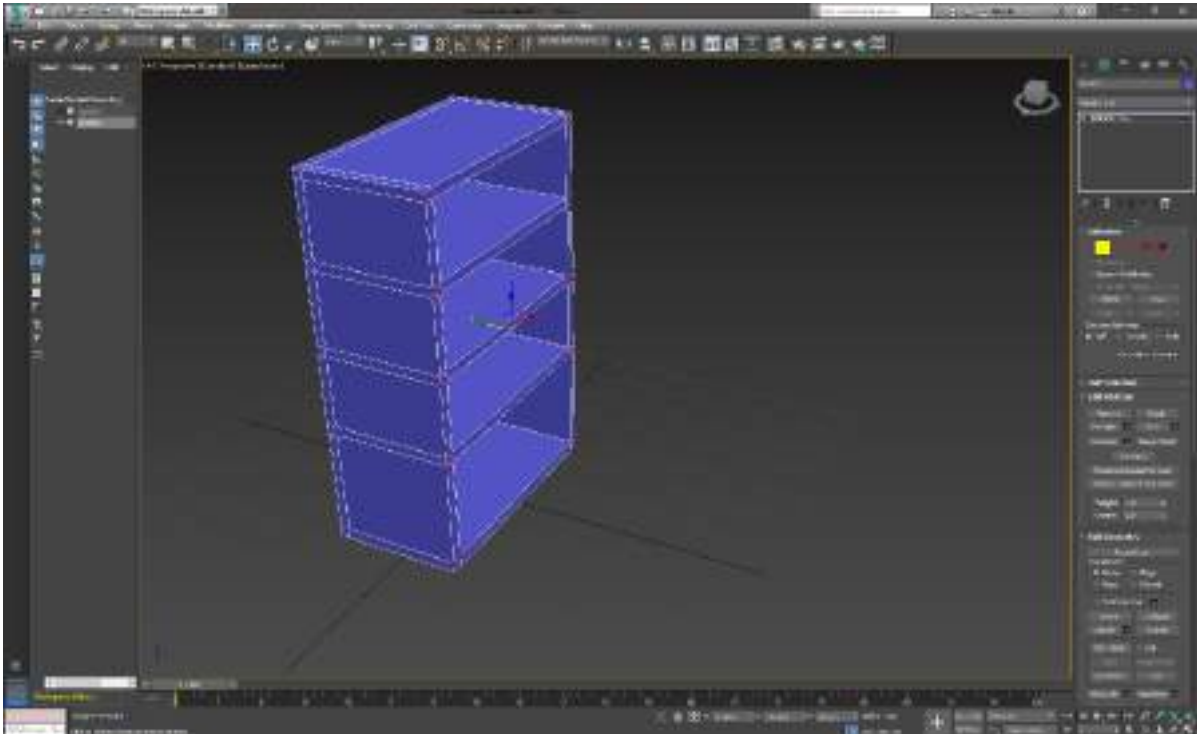


Рис.3.74. Редагування довжини шафи під необхідні параметри

Створюємо **Box**, який займатиме близько половини внутрішнього простору по ширині шафи (рис. 3.75). З нього створимо дверцята.

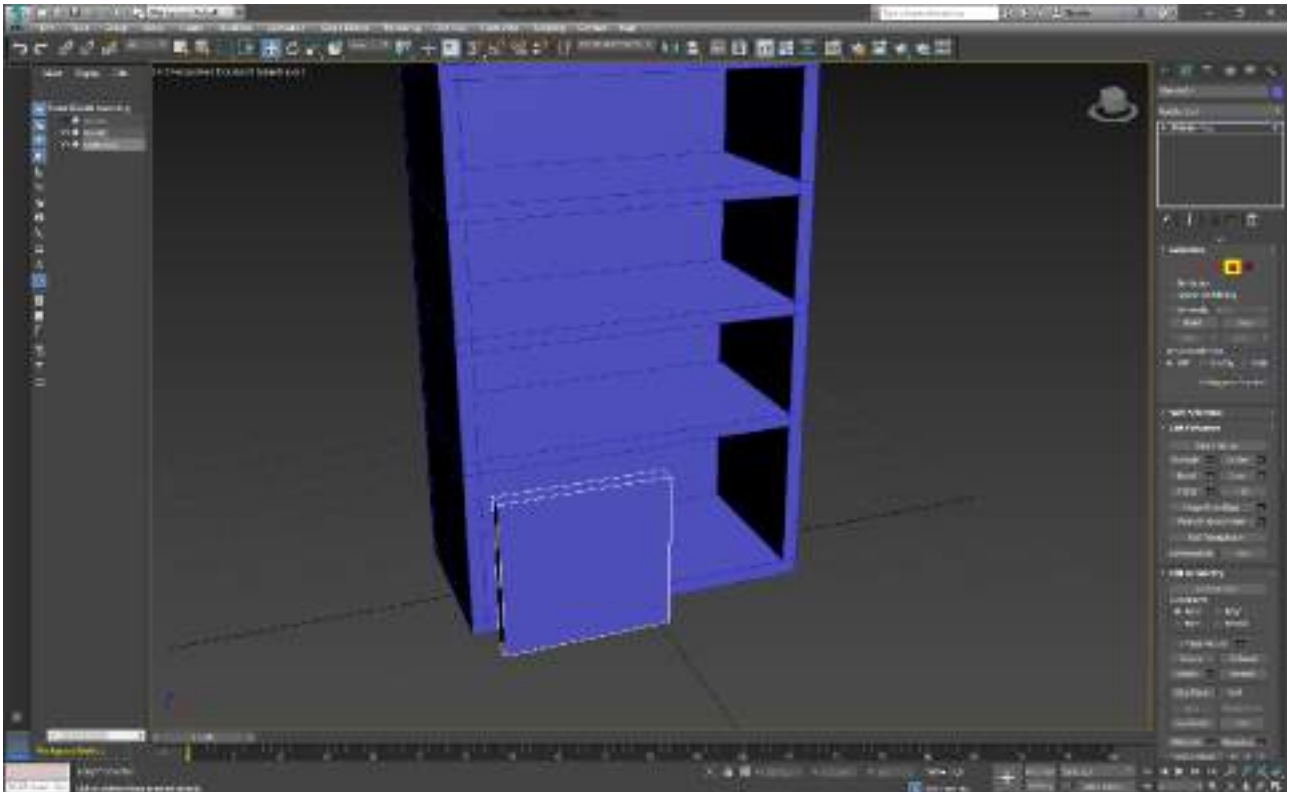


Рис.3.75. Створений **Box**

Виділяємо фронтальний полігон згідно з рис. 3.76.

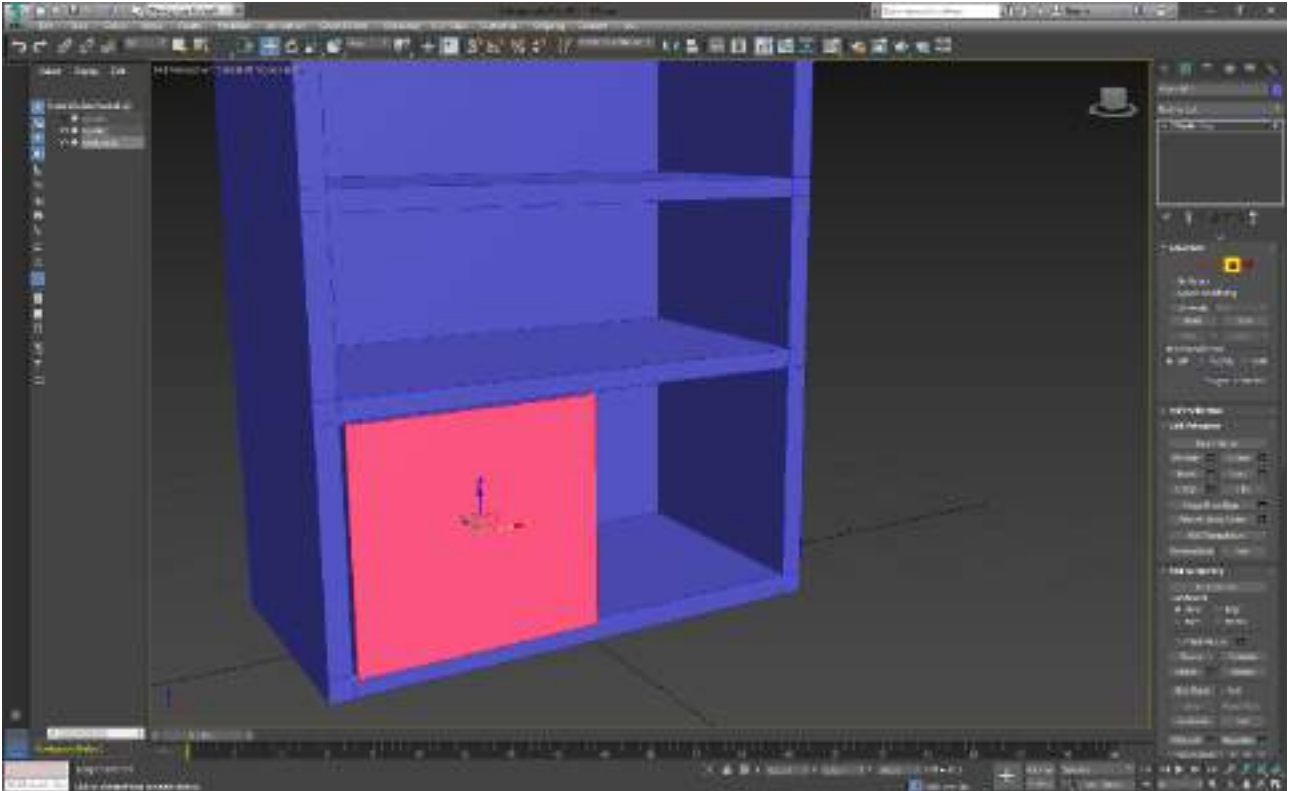


Рис.3.76. Виділений полігон

Використовуємо функції **Inset** та **Bevel** для того, щоб отримати наступний результат (рис. 3.77).

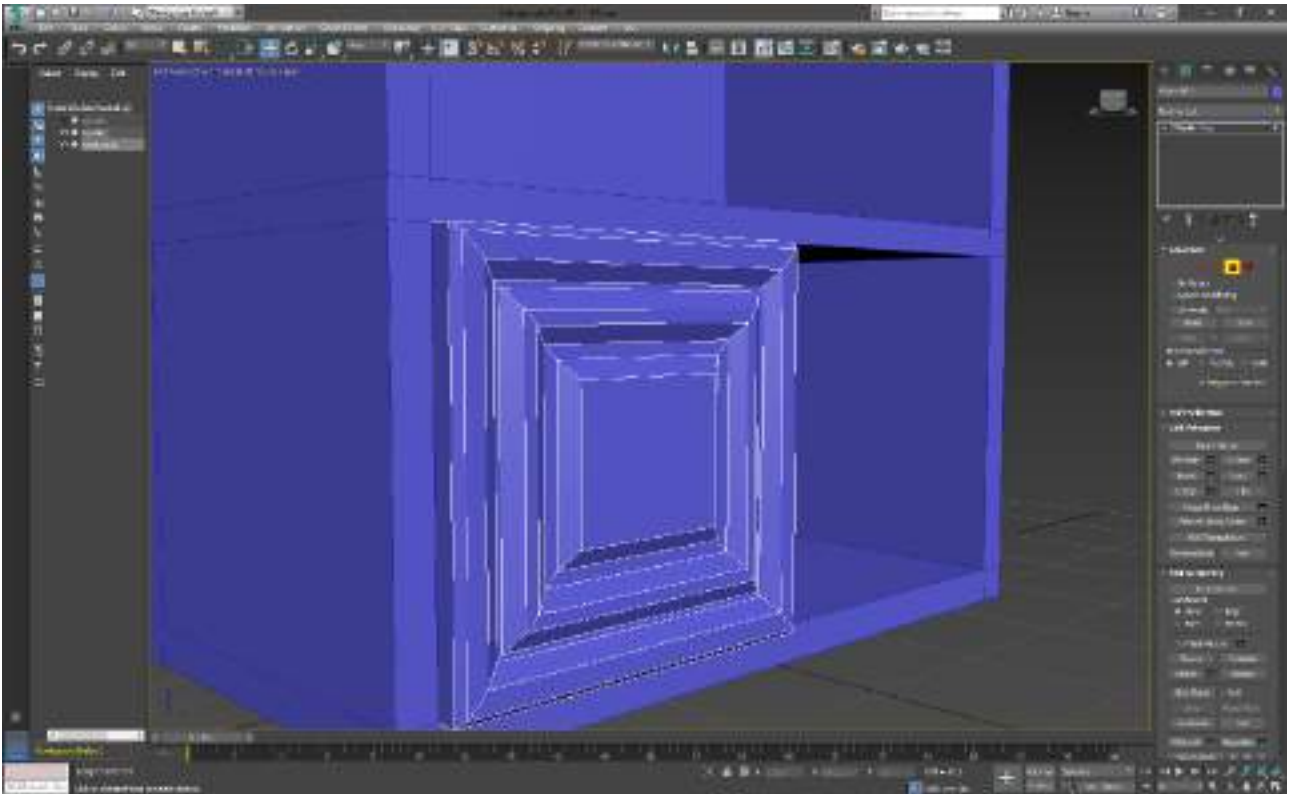


Рис.3.77. Результат використання функцій **Inset** та **Bevel**

Таким чином ми отримали модель шафи (рис. 3.78). Окрім цього не забуваємо, що ми можемо її чимось заповнити, наприклад, книжками. Також не забуваємо, що ми не створили ручки для дверцят. Їх вигляд та спосіб створення залишаємо для самостійного конструювання.

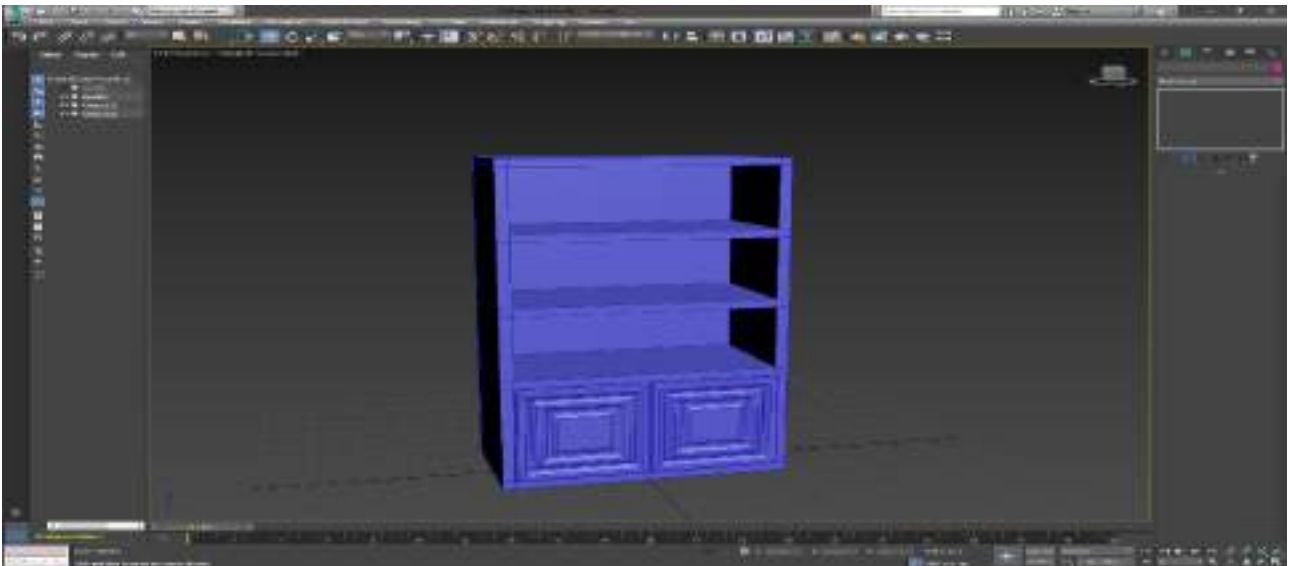


Рис.3.78. Готова модель шафи

Моделювання лампи

Для створення одного і того ж самого об'єкта, поскільки *очікуваний результат*, його модель, *однозначний*, можна використати безліч способів. На прикладі плафону для лампи використовуватимемо лінії.

У фронтальній площині проєкції створюємо лінії згідно з рис. 3.79. Бажано, щоб координати по ширині першої та останньої точки збігались.

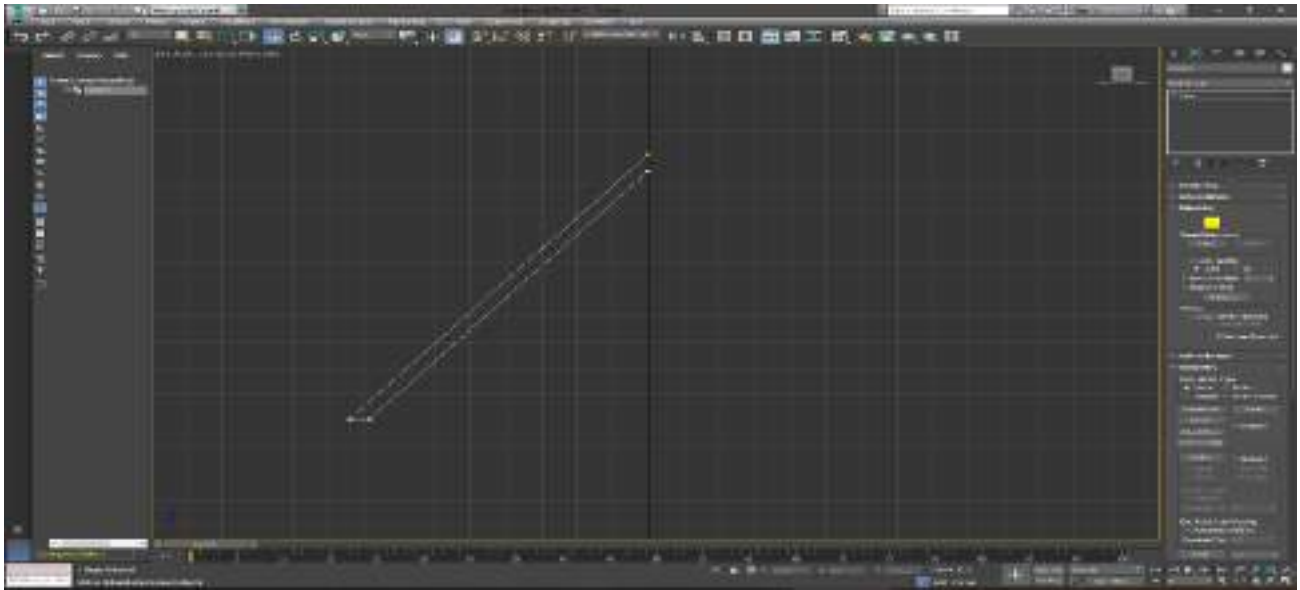


Рис.3.79. Створені лінії для майбутнього плафону лампи

У меню **Modify** заходимо у список модифікаторів та знаходимо модифікатор **Lathe**. Нагадуємо, що він використовується для того, щоб методом обертання лінії по певній осі створити **3D** об'єкт. Налаштовуємо **Align** та кількість сегментів, щоб отримати результат згідно з рис. 3.80.

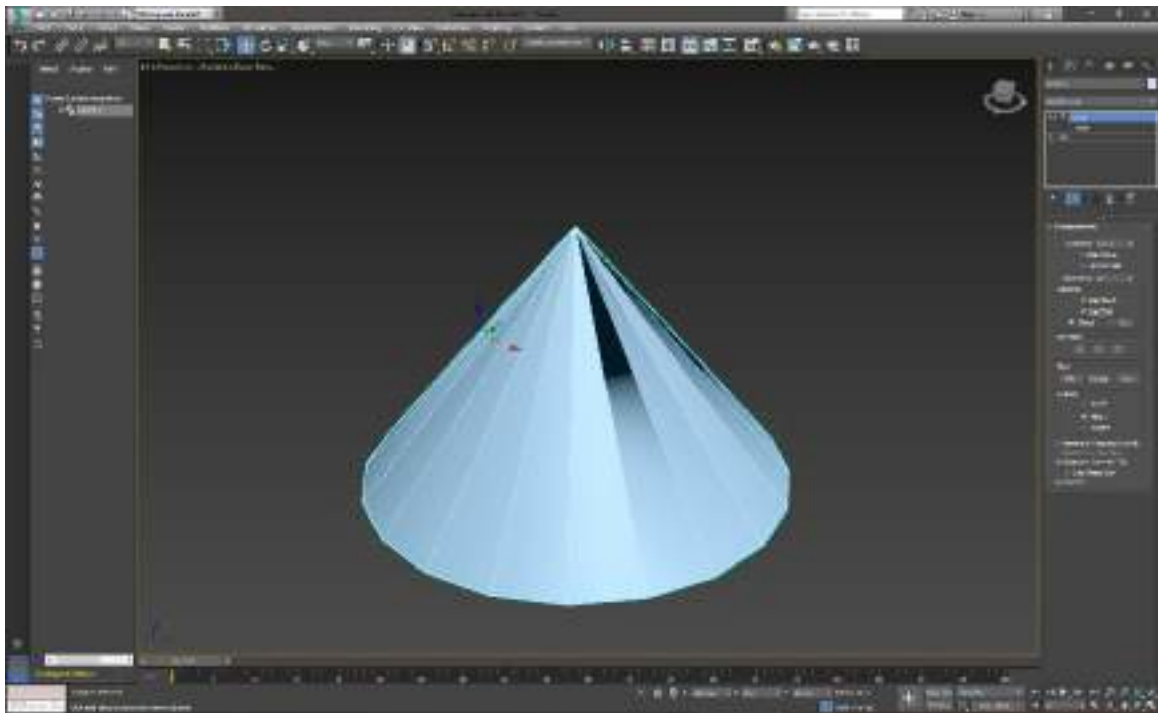


Рис.3.80. Використання модифікатора **Lathe**

Конвертуємо модель в **Editable Poly** та виділяємо точки, вказані у квадратику на рис. 3.81.

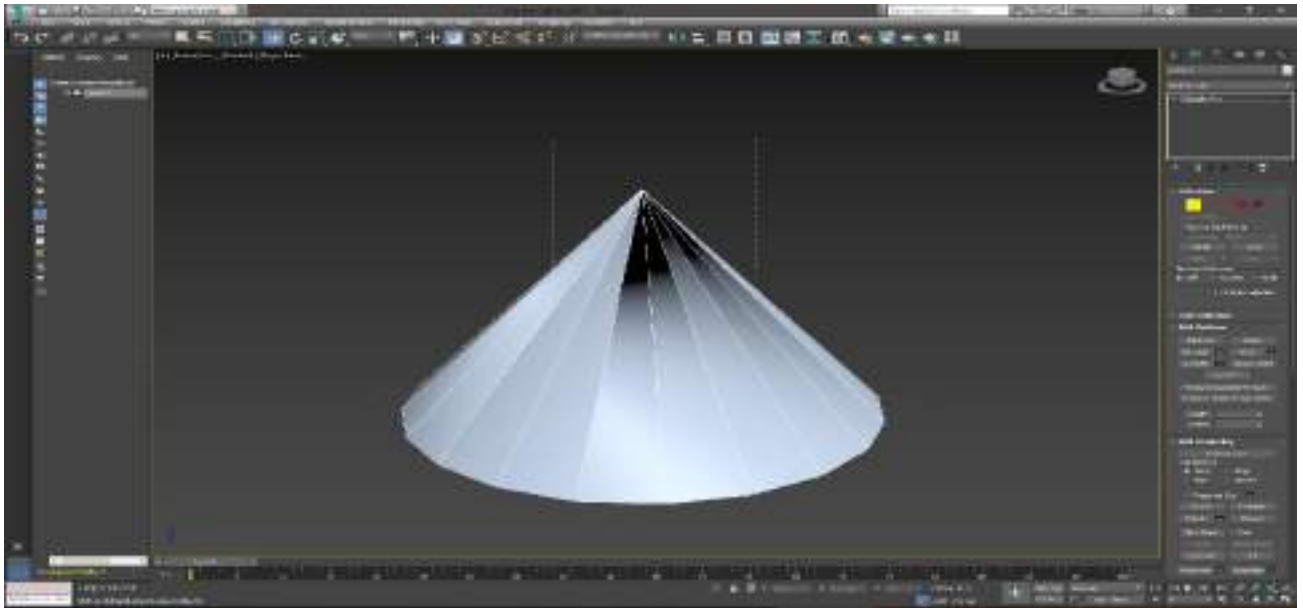


Рис.3.81. Виділення точок

Використовуємо на них функцію **Weld**. Зроблено це для того, щоб об'єднати верхні точки, бо при використанні попередньо описаного модифікатора часом буває, що на місці однієї точки є декілька інших. Крім цього, зауважимо, що згідно з рис. 3.82 кількість точок моделі-прикладу зменшилась майже вдвічі.

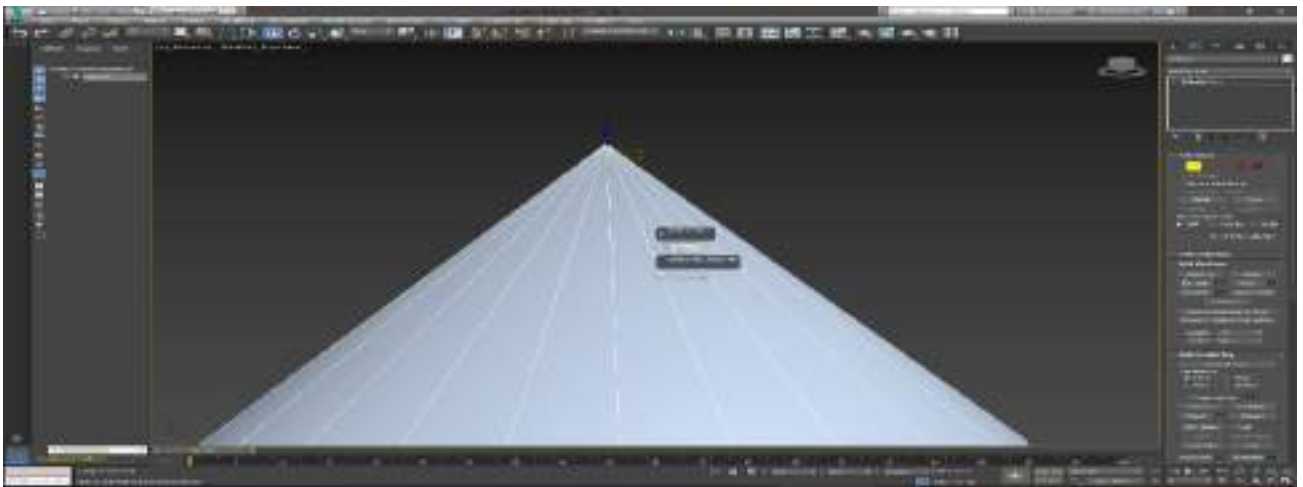


Рис.3.82. Використання функції **Weld**

Створюємо циліндр та розміщуємо його зверху плафону як це показано на рис. 3.83.

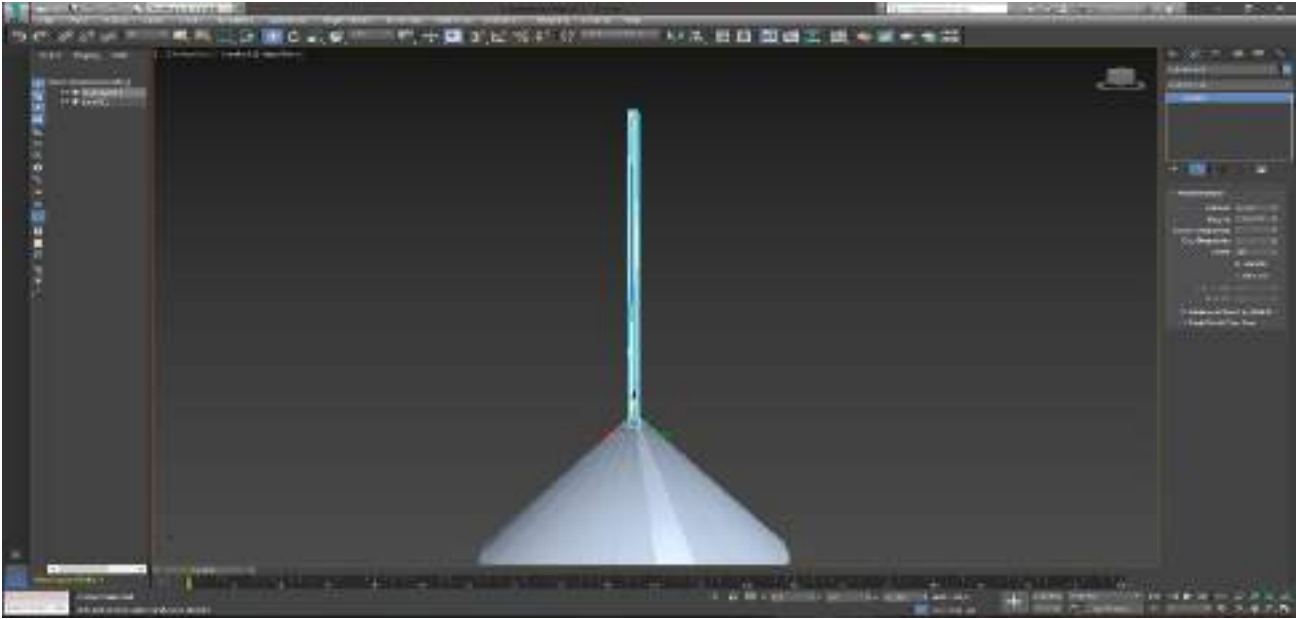


Рис.3.83. Створений циліндр

Створюємо ще один циліндр та розміщуємо його поверх іншого (рис.3.84).

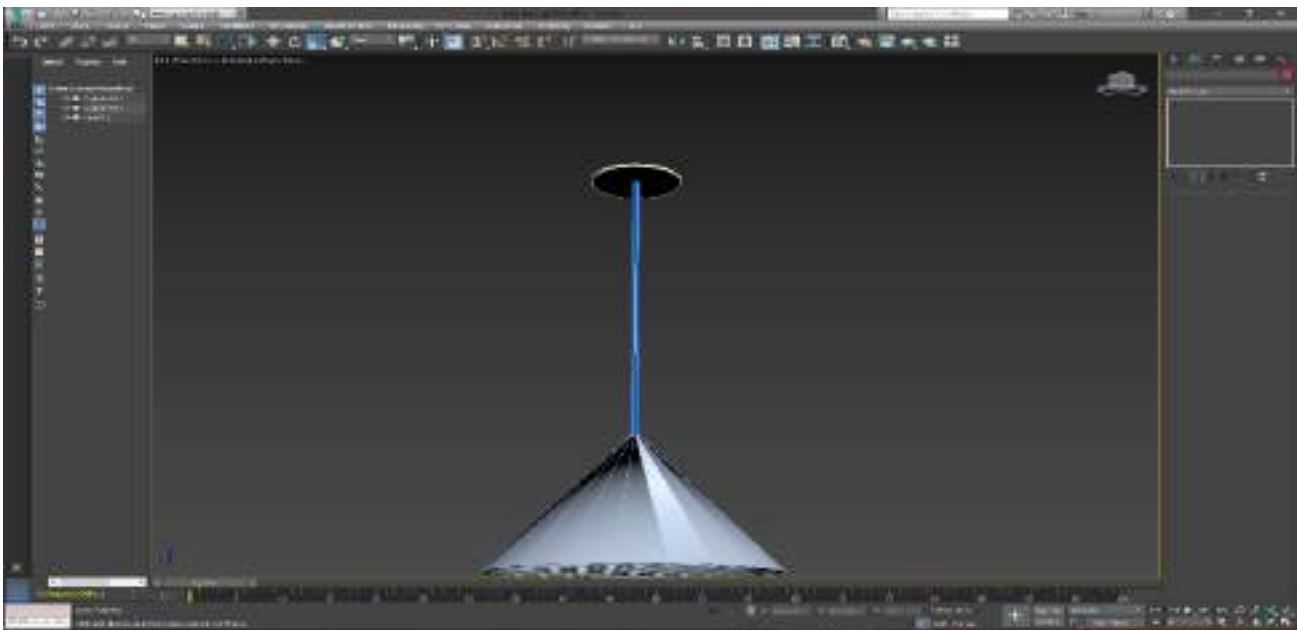


Рис.3.84. Ще один створений циліндр

Використовуючи функції **Bevel** та **Inset**, редагуємо нещодавно створений циліндр до вигляду, наведеного на рис. 3.85.

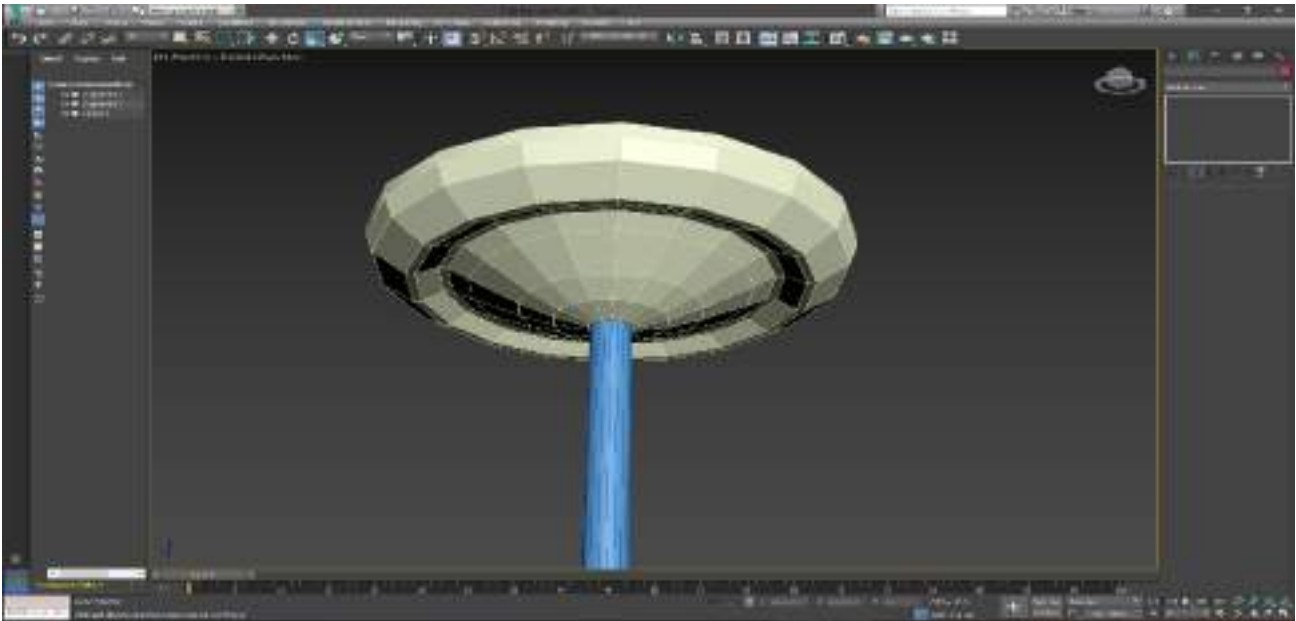


Рис.3.85. Відредагований циліндр

Створюємо сферу та перетворюємо її в **Editable Poly**. На основі цієї сфери виконуємо імітацію лампочки для нашої люстри (рис.3.86).

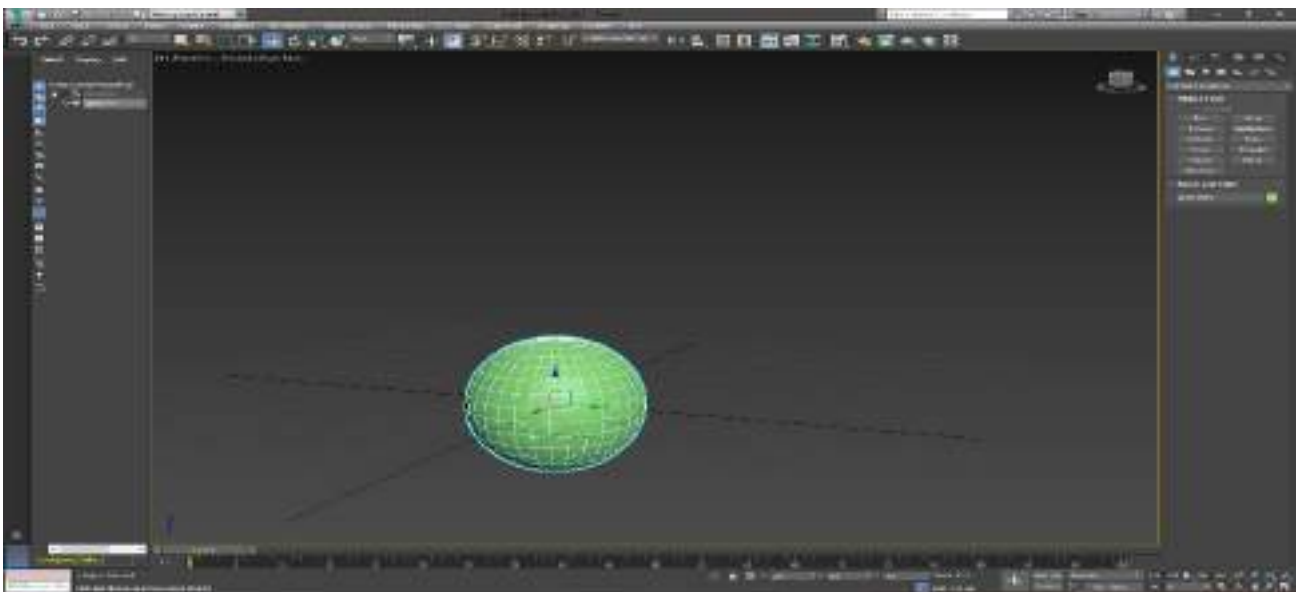


Рис.3.86. Створена сфера

Виділяємо верхні полігони та застосовуємо двічі функцію **Bevel**, щоб отримати наступний результат (рис.3.87).

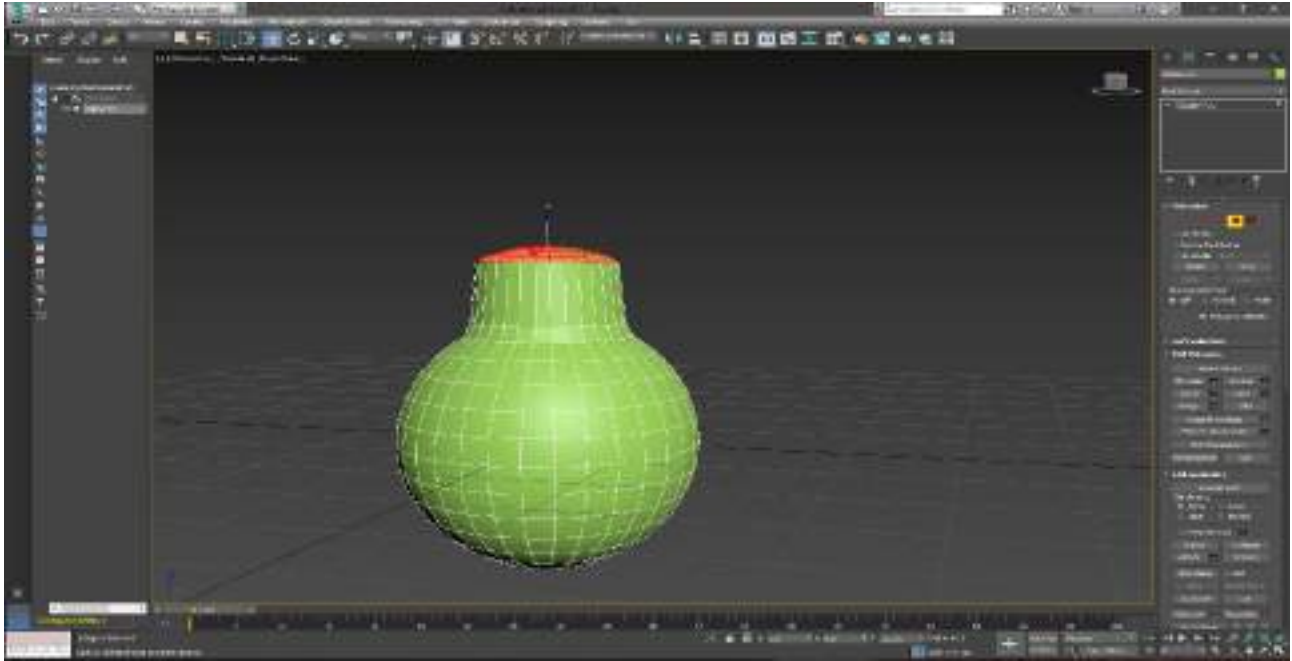


Рис.3.87. Відредагована сфера

Наступним кроком розміщуємо нашу сферу в лампі згідно з рис. 3.88.

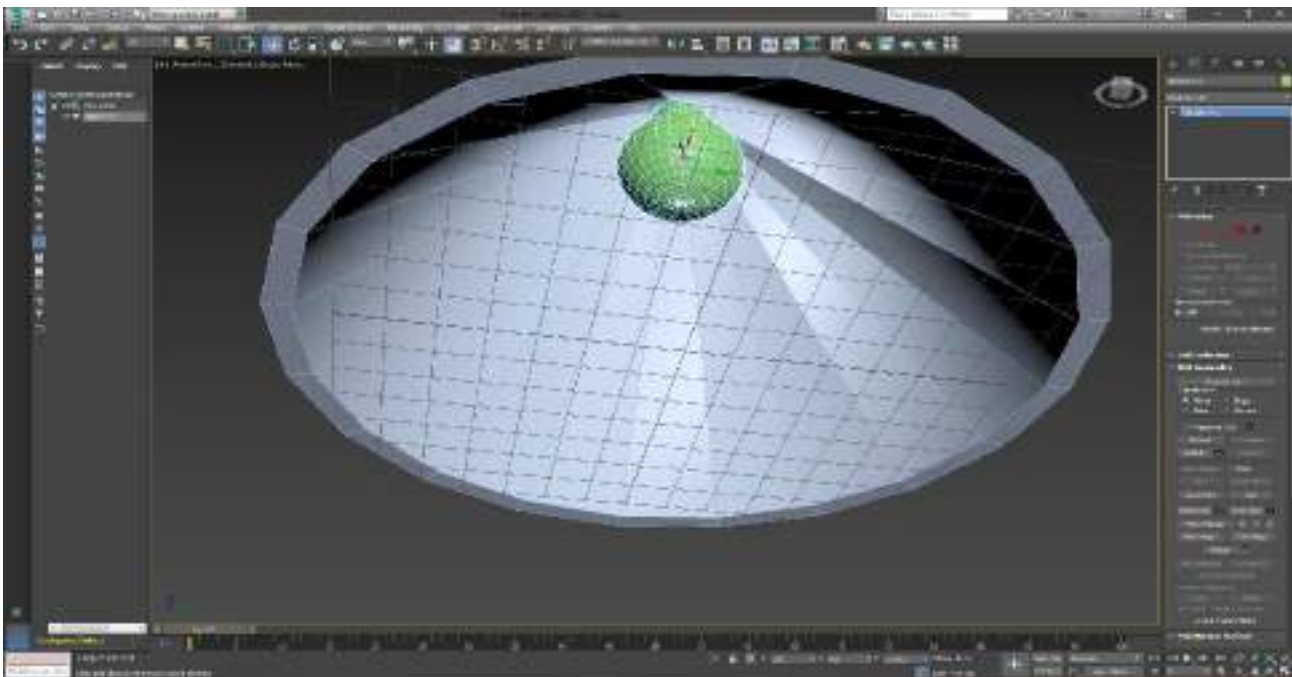


Рис.3.88. Розміщення сфери в моделі лампи

Виділяємо усі об'єкти, заходимо у меню **Group** та групуємо лампу за допомогою функції **Group** (рис.3.89).

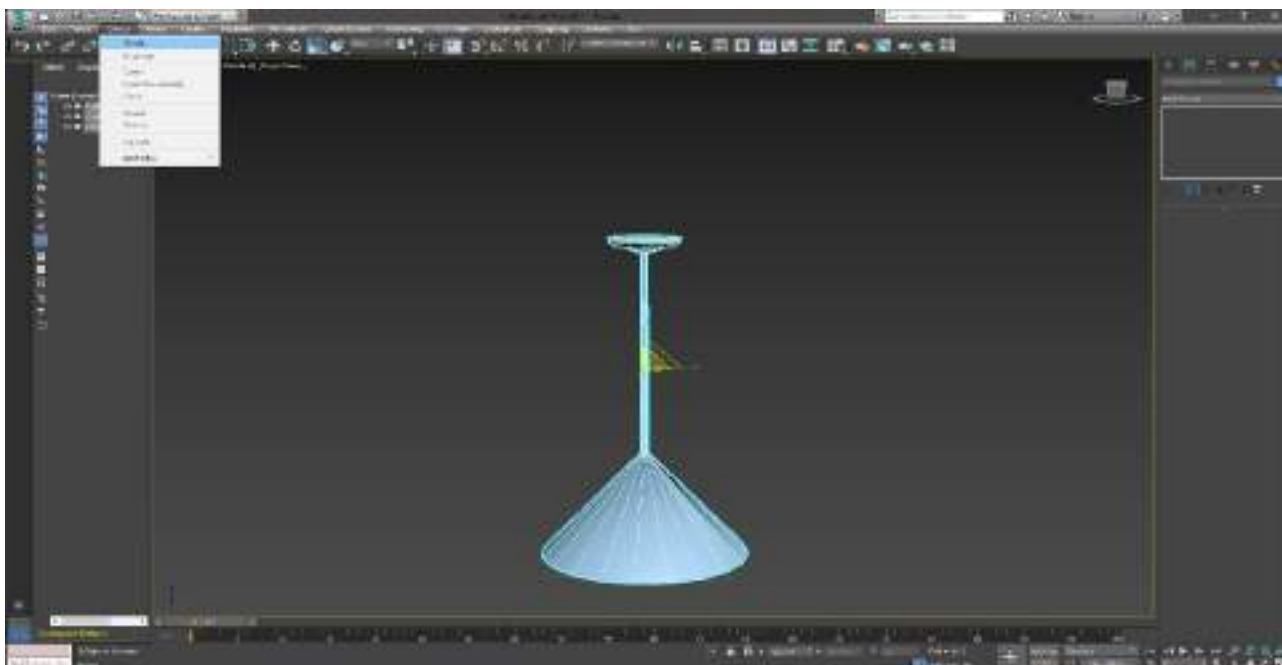


Рис.3.89. Групування складових моделі лампи

Важливо розуміти, що дана модель є спрощеною, тож для кращого результату слід використати дещо більший арсенал функцій та дій. Але вважаємо поточну деталізацію достатньою для одержання практичних навичок.

Моделювання комп'ютерного монітора

Згідно з рис. 3.90 створюємо **Box** та конвертуємо його у **Editable Poly**.

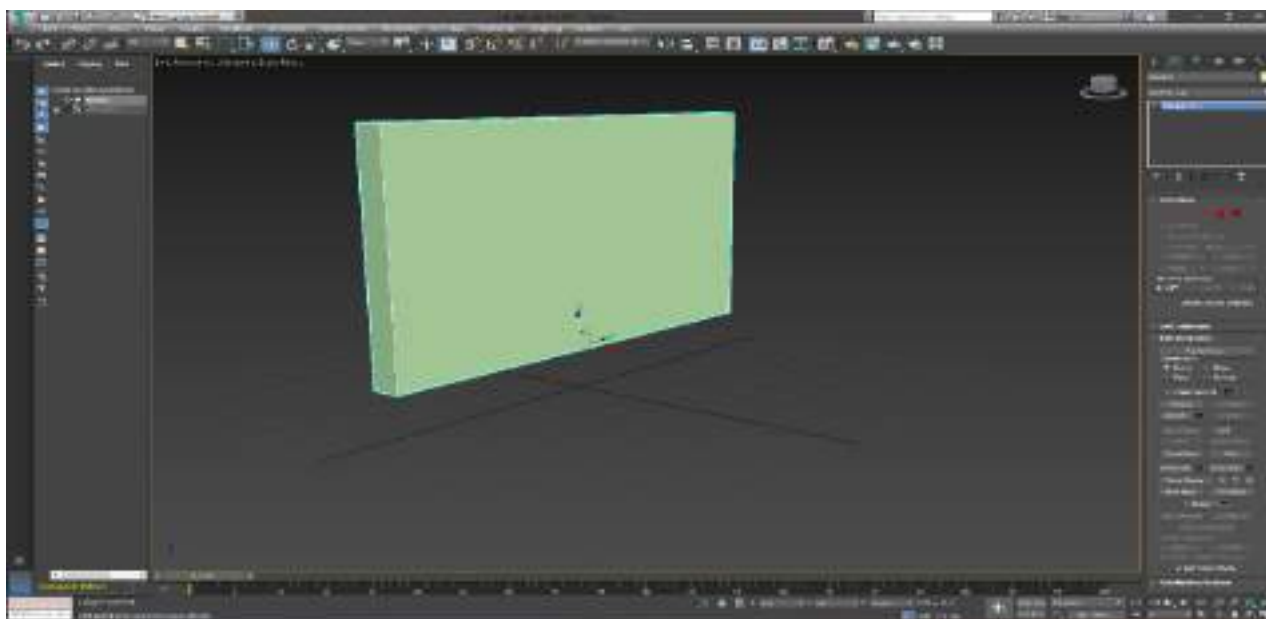


Рис.3.90. Створений **Box**

Використовуючи функцію **Connect**, ділимо його на вертикальні сегменти згідно з рис. 3.91.

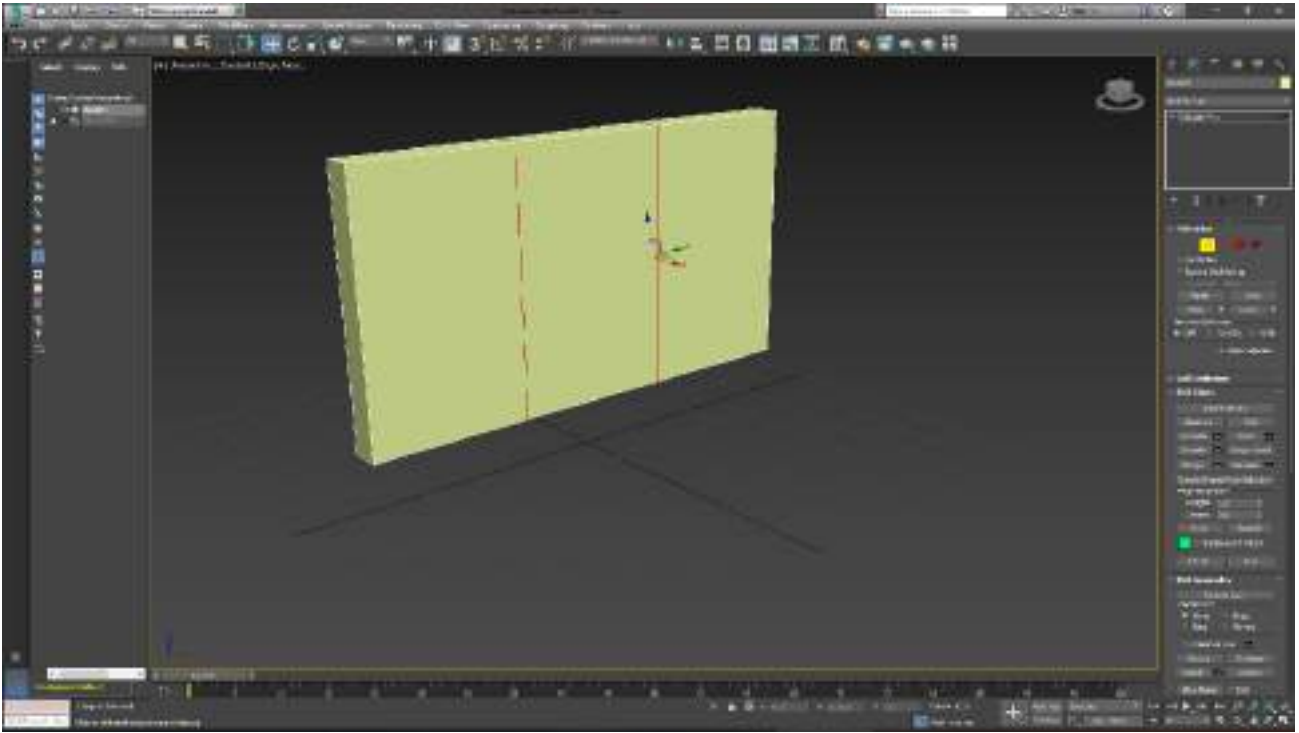


Рис.3.91. Поділений на вертикальні сегменти **Box**

Знову використовуємо попередню функцію та ділимо **Box** наступним чином (рис.3.92).

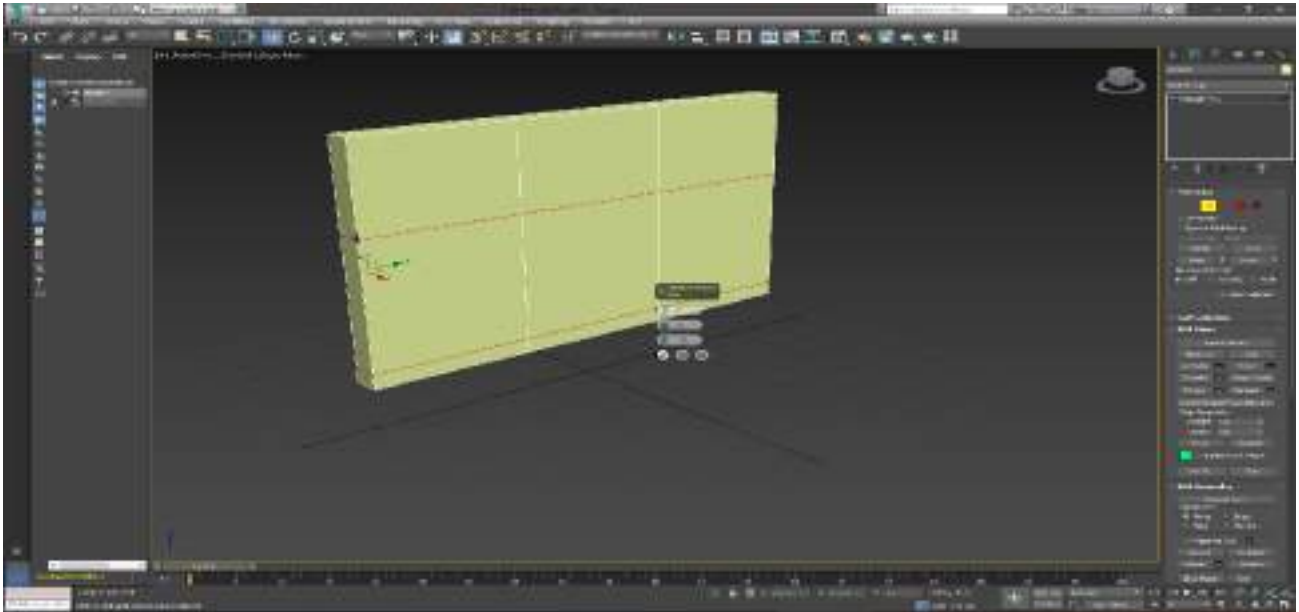


Рис.3.92. Поділений на горизонтальні сегменти **Box**

Позаду нашого майбутнього монітору виділяємо полігон як це показано на рис. 3.93.

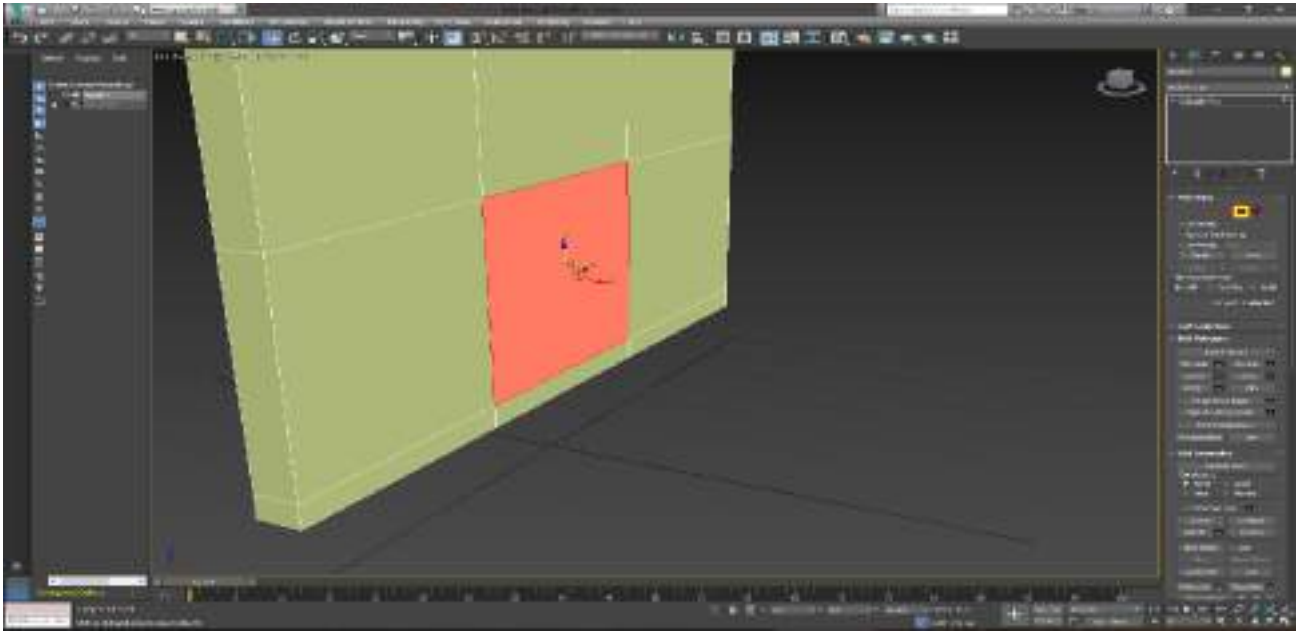


Рис.3.93. Виділений полігон

Використовуємо функцію **Extrude** для того, щоб отримати результат згідно з рис. 3.94.

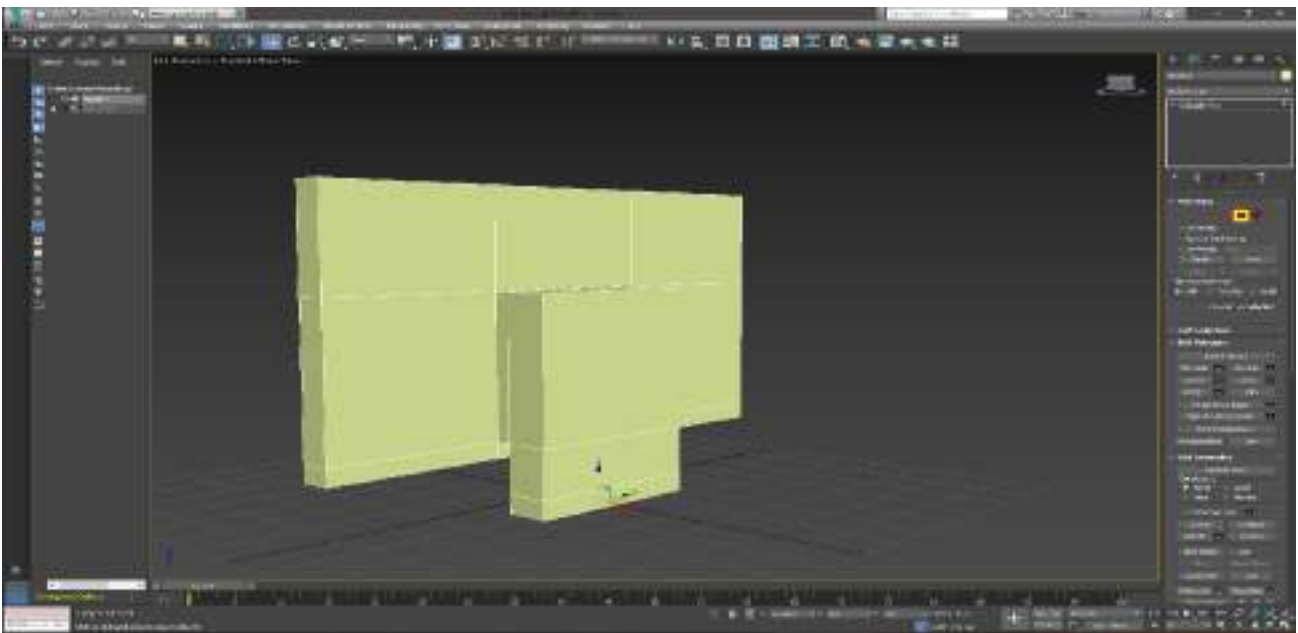


Рис.3.94. Використання функції **Extrude**

Виділяємо полігони згідно з рис. 3.95 та накладаємо на них функцію **Extrude**, не забуваючи вказати у налаштуваннях параметр **Local Normal**.

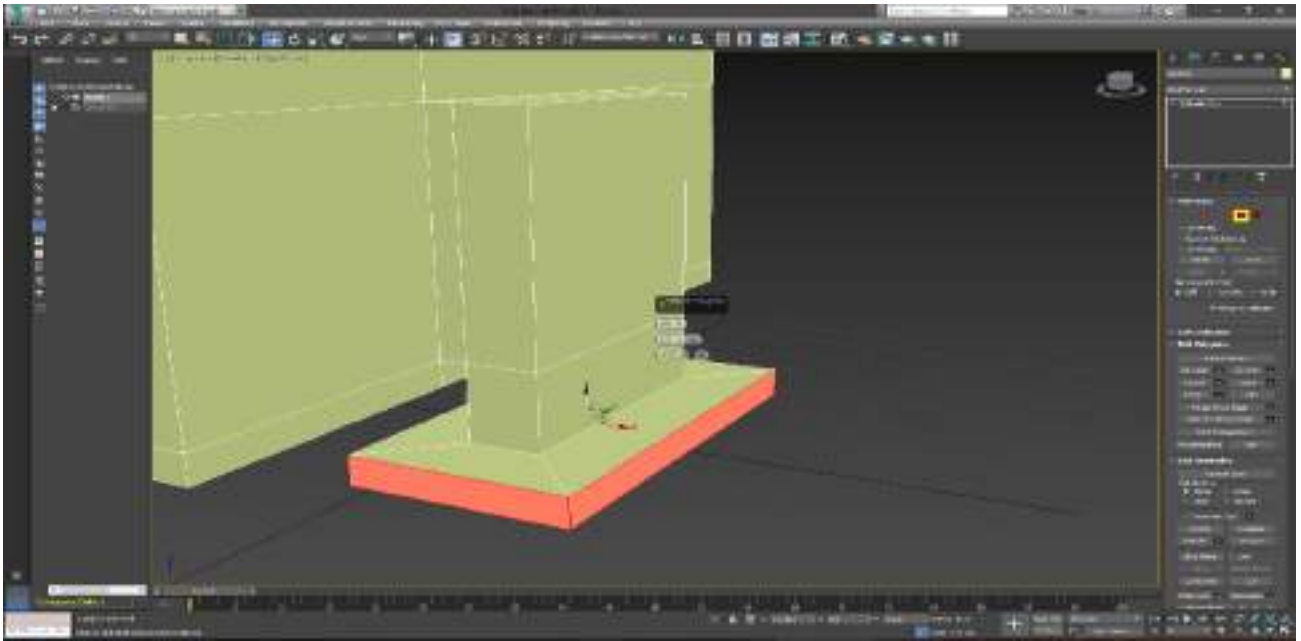


Рис.3.95. Використання функції **Extrude**

Виділяємо лінії згідно з рис. 3.96 та дещо опускаємо їх.

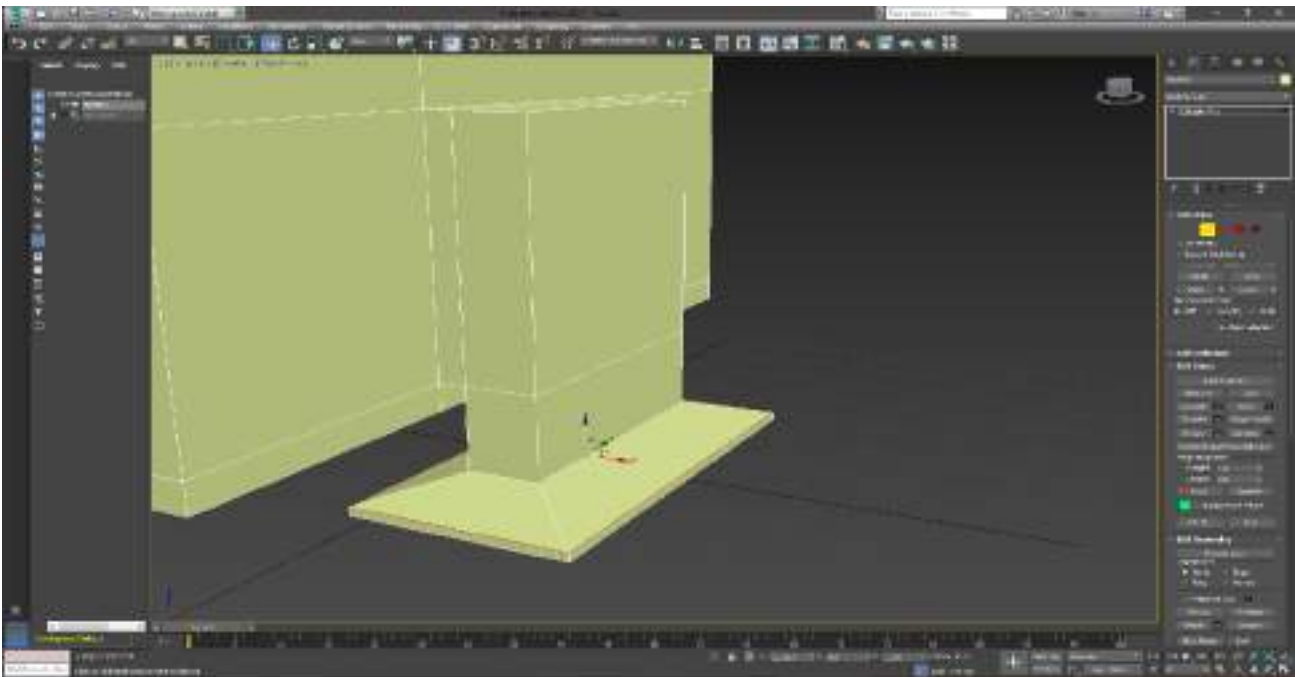


Рис.3.96. Вигляд моделі монітора з опущеними лініями

Використовуємо функції **Connect** для того, щоб поділити монітор на сегменти наступним чином (рис.3.97).

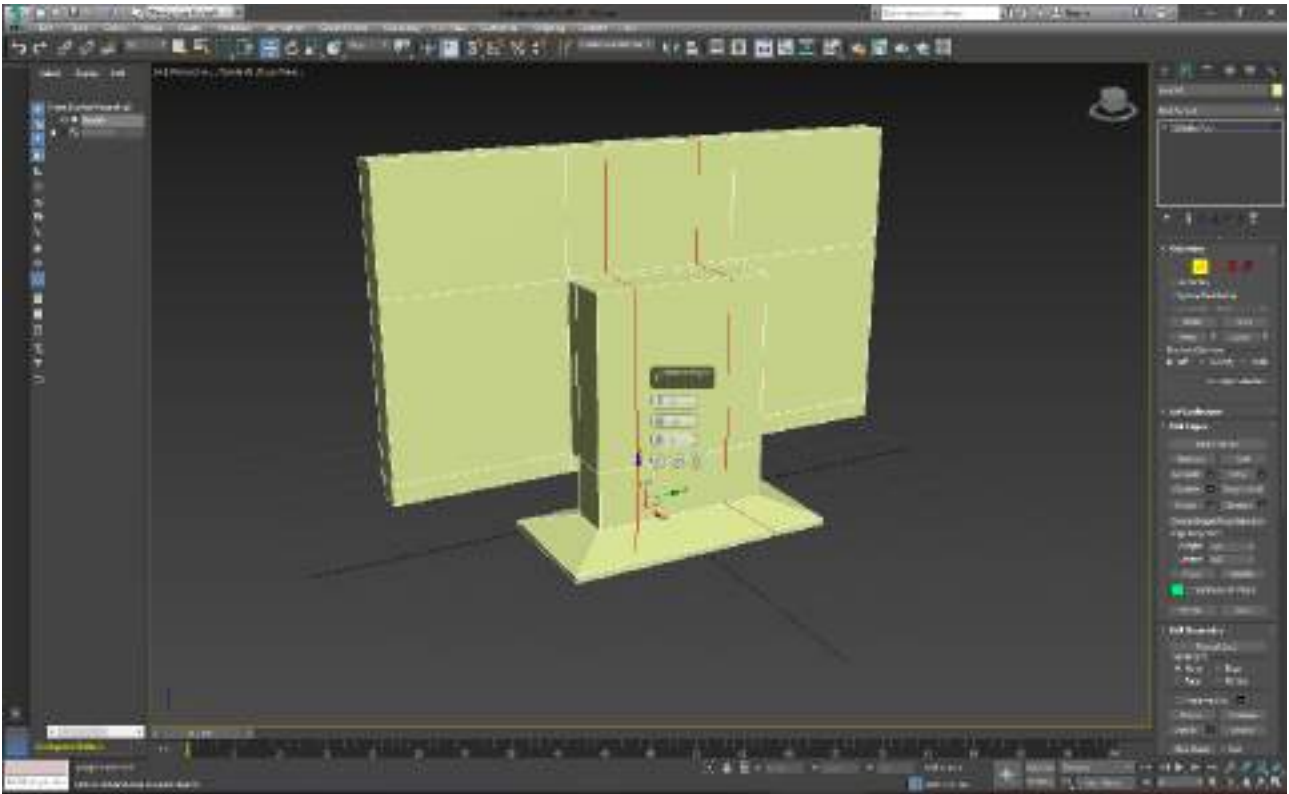


Рис.3.97. Використання функції **Connect**

Переміщуємо деякі лінії для того, щоб отримати результат з рис. 3.98.

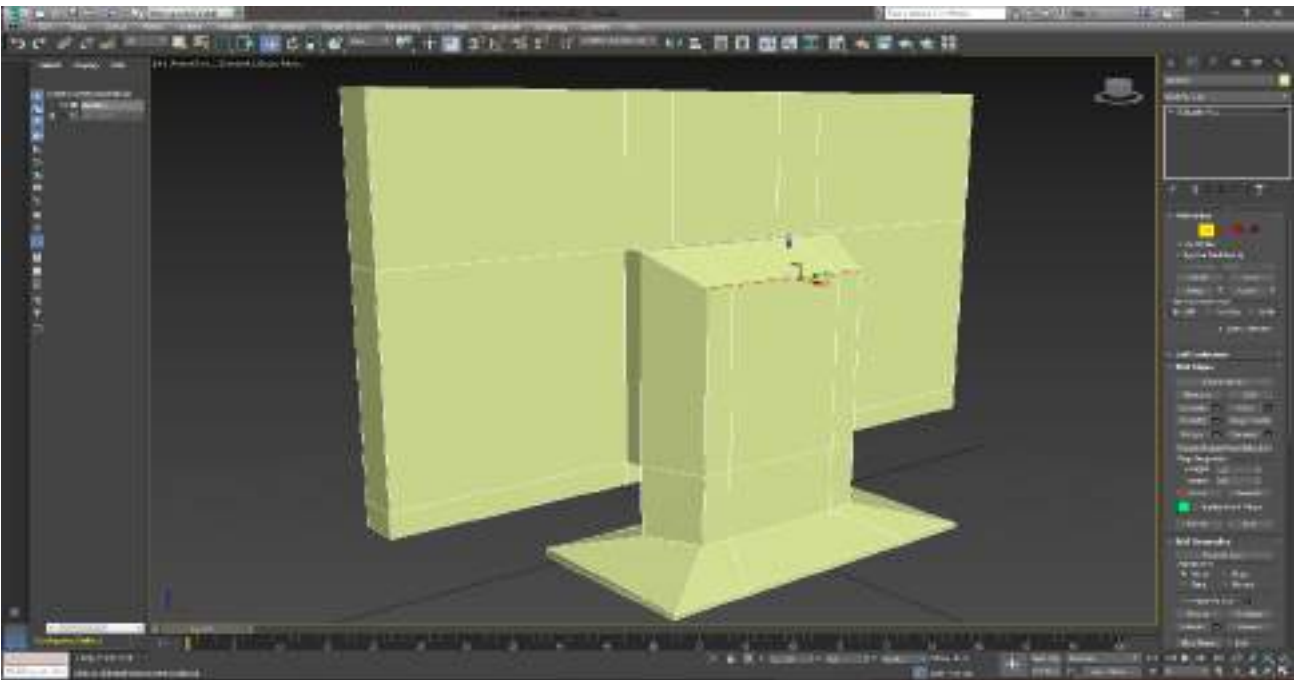


Рис.3.98. Відредагване розміщення ліній

Виділяємо полігон відповідно до рис. 3.99 та протилежний до нього з іншого боку ніжки монітора.

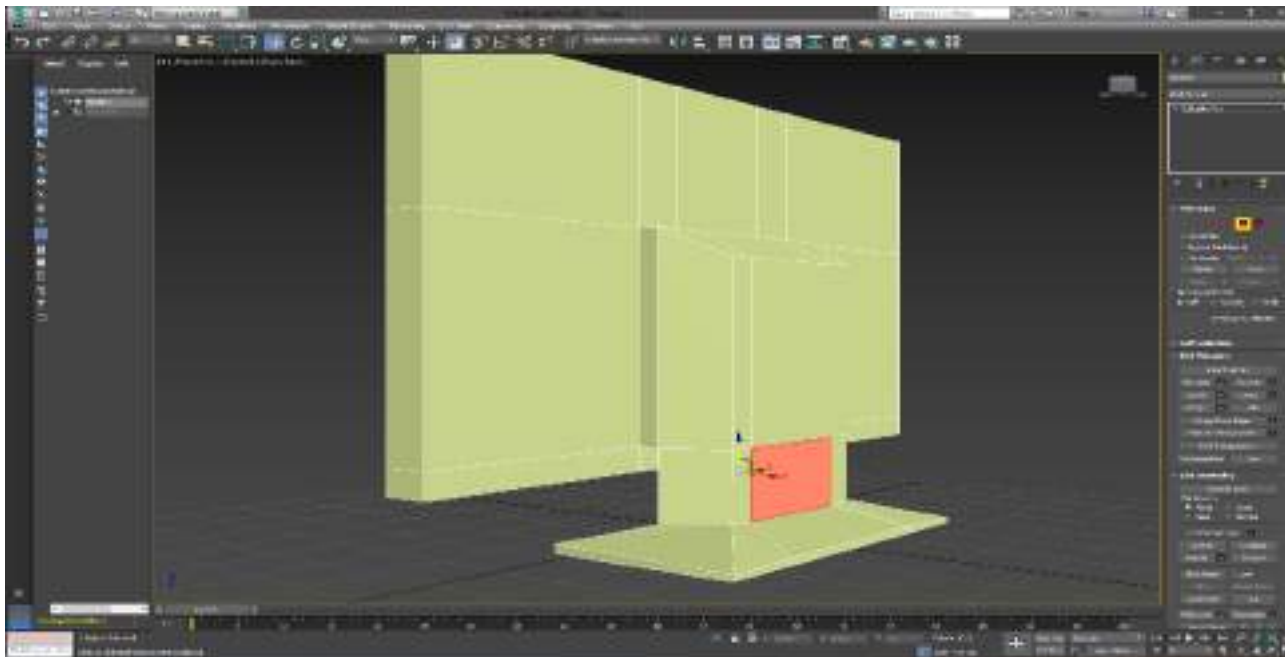


Рис.3.99. Виділений полігон

Видаляємо їх, після чого за допомогою ліній та функції **Extrude** перекриваємо створений отвір наступним чином (рис.3.100).

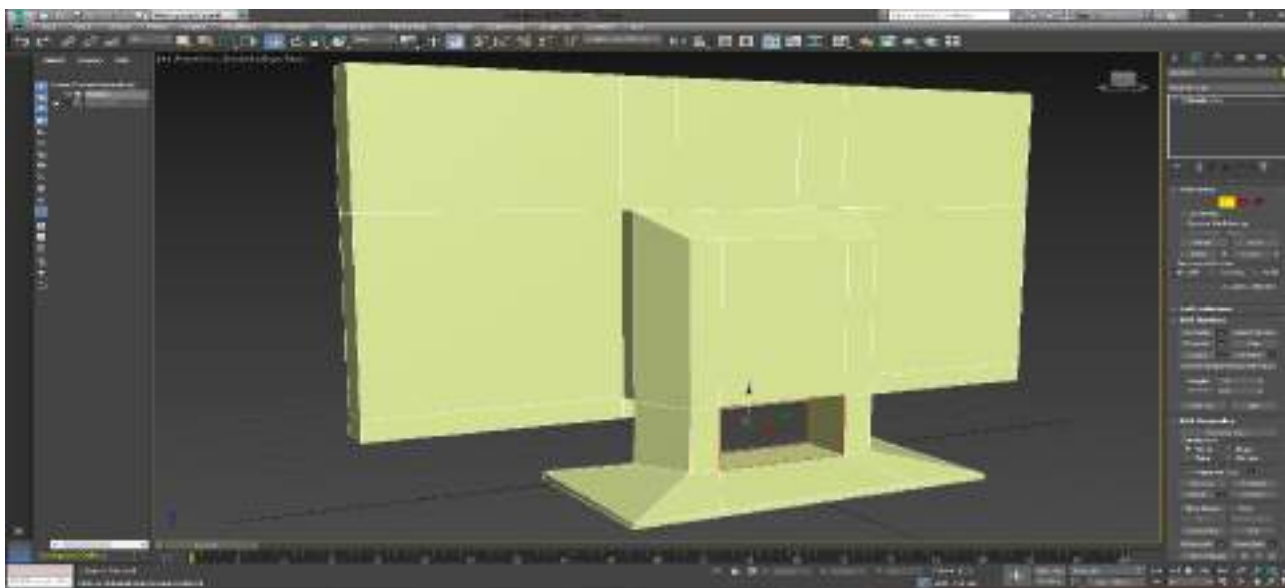


Рис.3.100. Відредагована ніжка монітора

Виділяємо наступні полігони спереду монітора (рис.3.101).

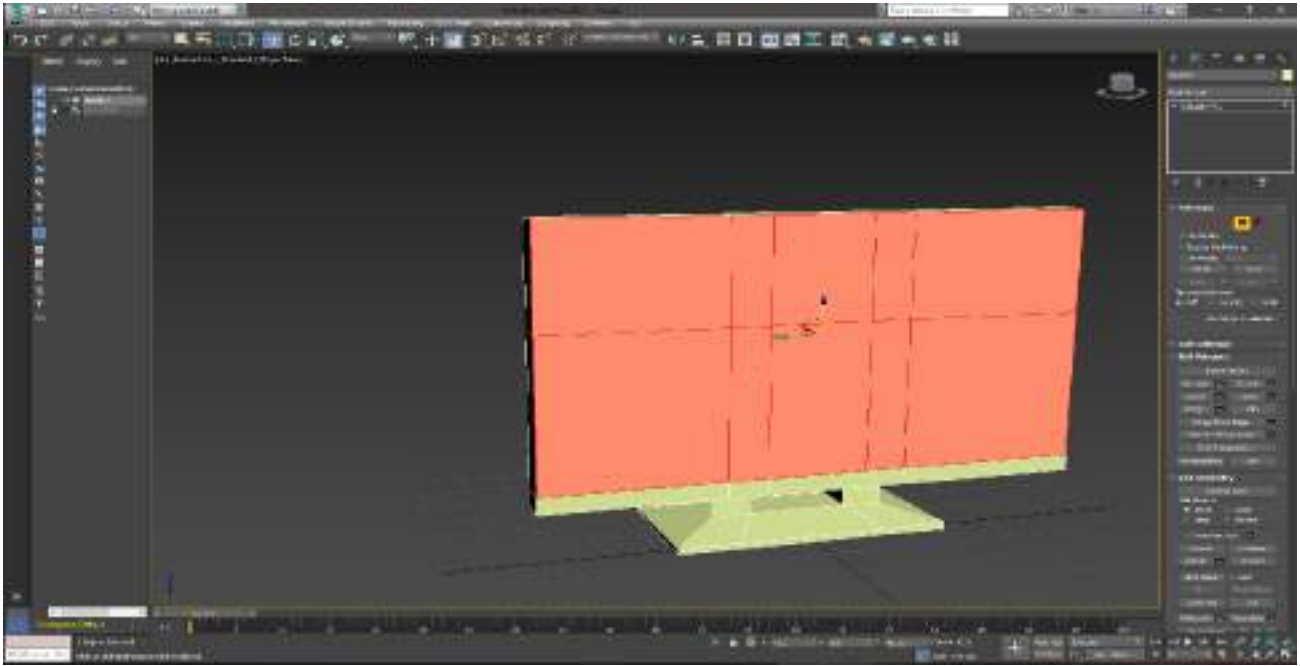


Рис.3.101. Виділені полігони

Використовуючи функції **Inset** та **Bevel**, отримуємо результат згідно з рис. 3.102.

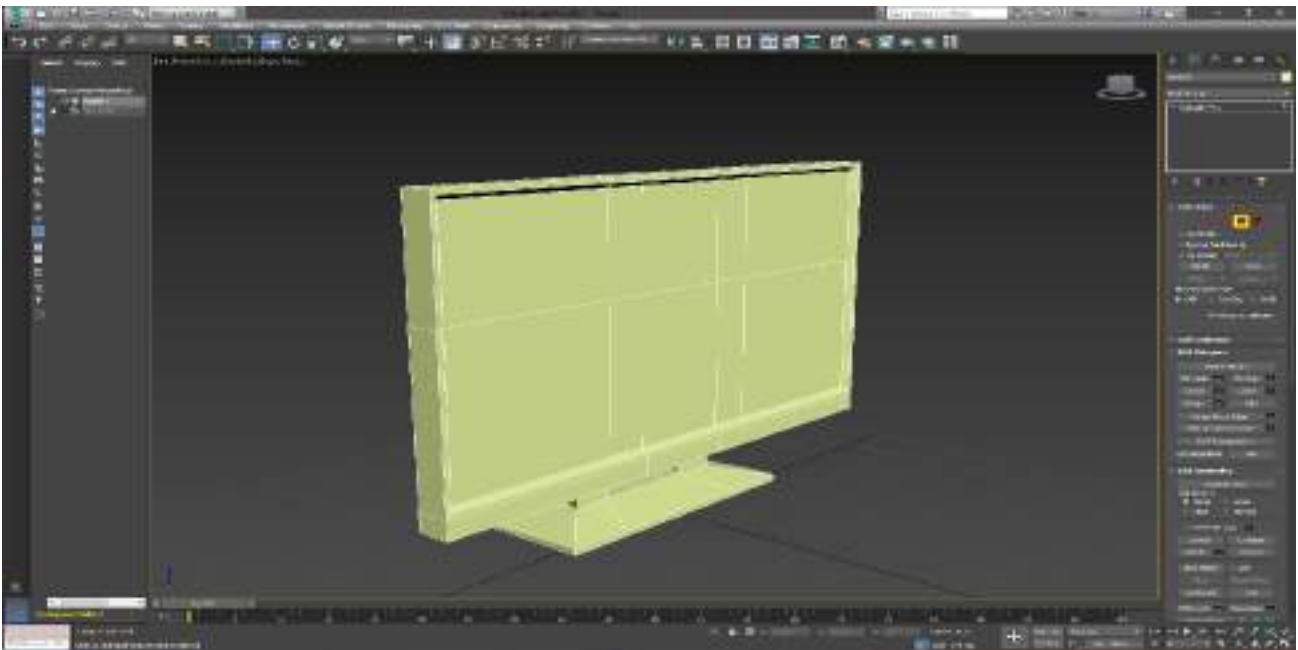


Рис.3.102. Відредагований монітор

Далі виділяємо наступні полігони, які йдуть по колу (рис.3.103).

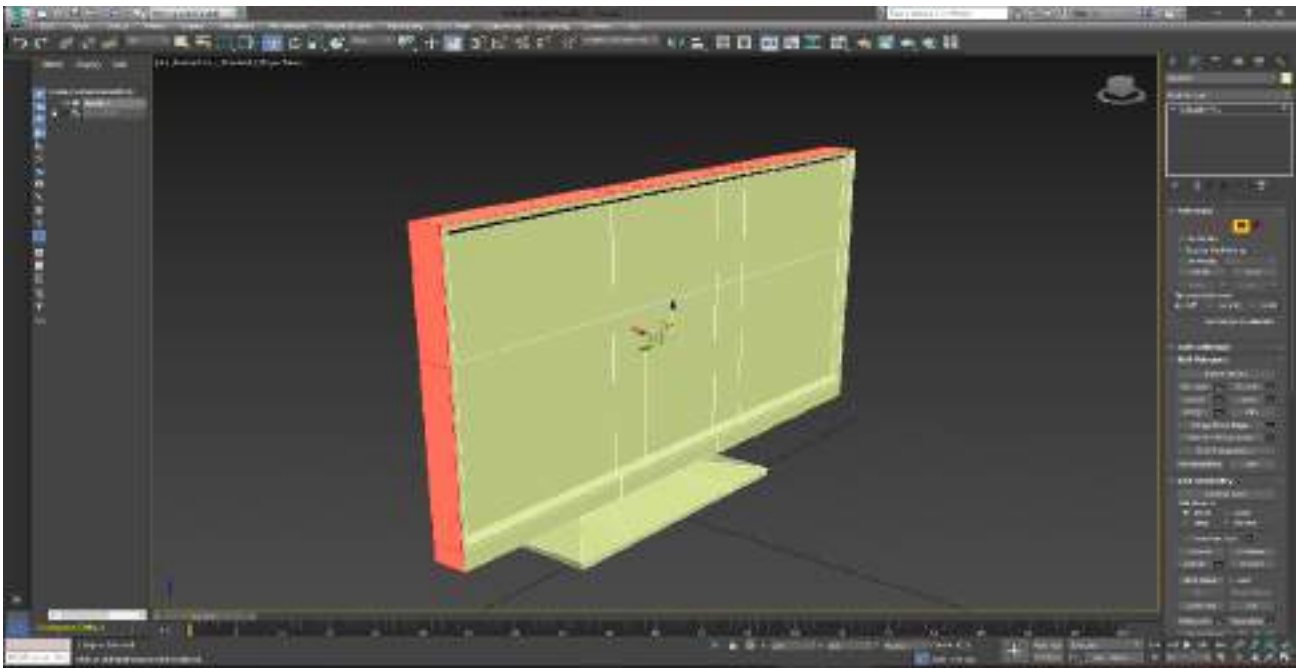


Рис.3.103. Виділені полігони

Використовуємо на них функцію **Bevel** (рис.3.104).

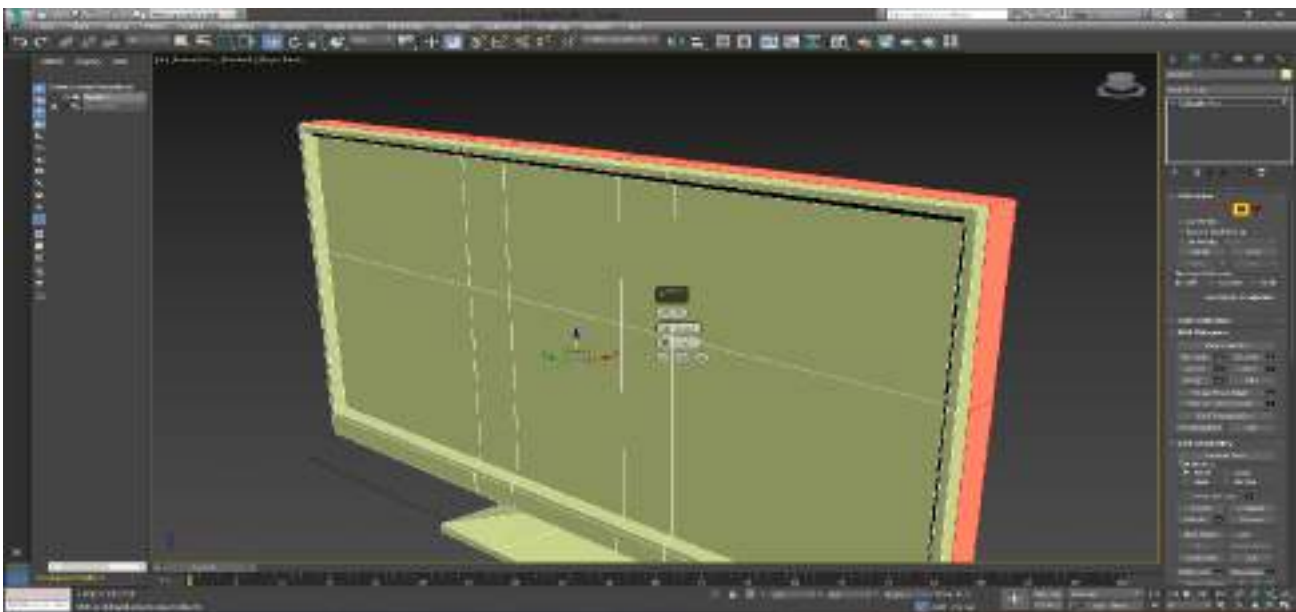


Рис.3.104. Використання функції **Bevel**

Таким чином згідно з рис. 3.105 отримуємо готовий монітор. Наступні моделі, а саме: комп'ютерна миша, клавіатура (яка *повинна!* повторювати справжню за кількістю розміщення клавіш) та системний блок залишаємо для моделювання конструкторами. Окрім цього потреба моделювати дроти та кабелі відсутня.

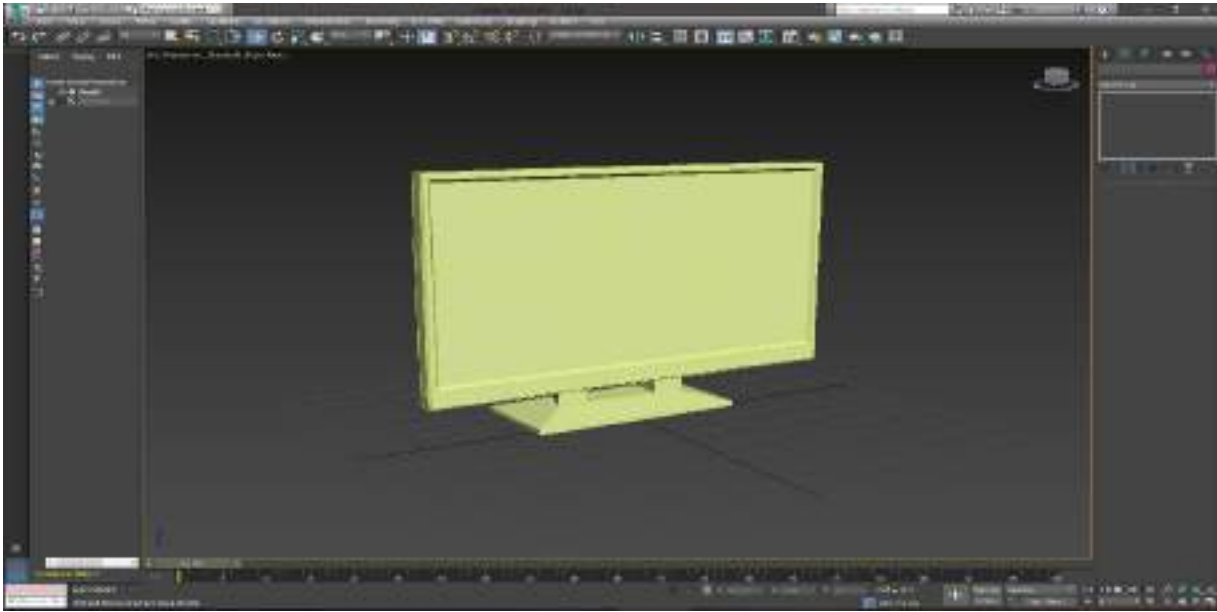


Рис.3.105. Готова модель монітора комп'ютера

3.3. Поняття рендерингу в 3д. Робота з камерами

3.3.1.Рендер. Загальний опис

Ефектність і реалістичність підсумкового зображення залежать не тільки від того, наскільки професійно виконано моделювання, освітлення і текстурування сцени, але і від особливостей його візуалізації. Здійснюється цей процес за допомогою візуалізаторів - за замовчуванням в **3DS MAX** встановлений візуалізатор **Scanline**. Разом з тим можливий прорахунок сцени і засобами альтернативних візуалізаторів: **Mental Ray**, **V-Ray**, **Brazil** і інших, що забезпечують більшу реалістичність одержуваних зображень. Найпопулярнішим серед альтернативних візуалізаторів є **V-Ray**, реалізований у вигляді додаткового модуля, розробкою і супроводом якого займається компанія **Chaos Software** (<http://www.chaosgroup.com/>). Слава даного візуалізатора цілком заслужена, адже він є одним з найпродуктивніших модулів візуалізації і при цьому забезпечує її високу якість завдяки використанню при розрахунках передових обчислювальних методів. Це дозволяє отримувати фотореалістичні зображення шляхом простого розміщення джерел світла і порівняно нескладних налаштувань візуалізації. Але це те, що стосується рендеру у професійній сфері. Ми ж обійдемо загальними поняттями.

В контексті одержання практичних навичок у **3D** моделюванні *рендером називаємо* збереження створеної моделі тривимірного об'єкта у вигляді зображення. Але не слід забувати, що рендер існує не лише у **3D** програмах, але й у відеоредакторах, тож дане визначення вважаємо неповним та спрощеним, але достатнім для розуміння в контексті **3D** моделювання.

Для того, щоб відрендерити необхідний об'єкт спершу нам потрібно виставити необхідний ракурс. Зробити ми це можемо як у вікні **Perspective**, так і за допомогою камери. Далі ми маємо натиснути клавішу **F9**, після чого у нас з'явиться вікно рендеру (рис. 3.106). Для збереження зображення необхідно натиснути на кнопку з піктограмою дискети (на рис. 3.106 відмічено стрілкою).

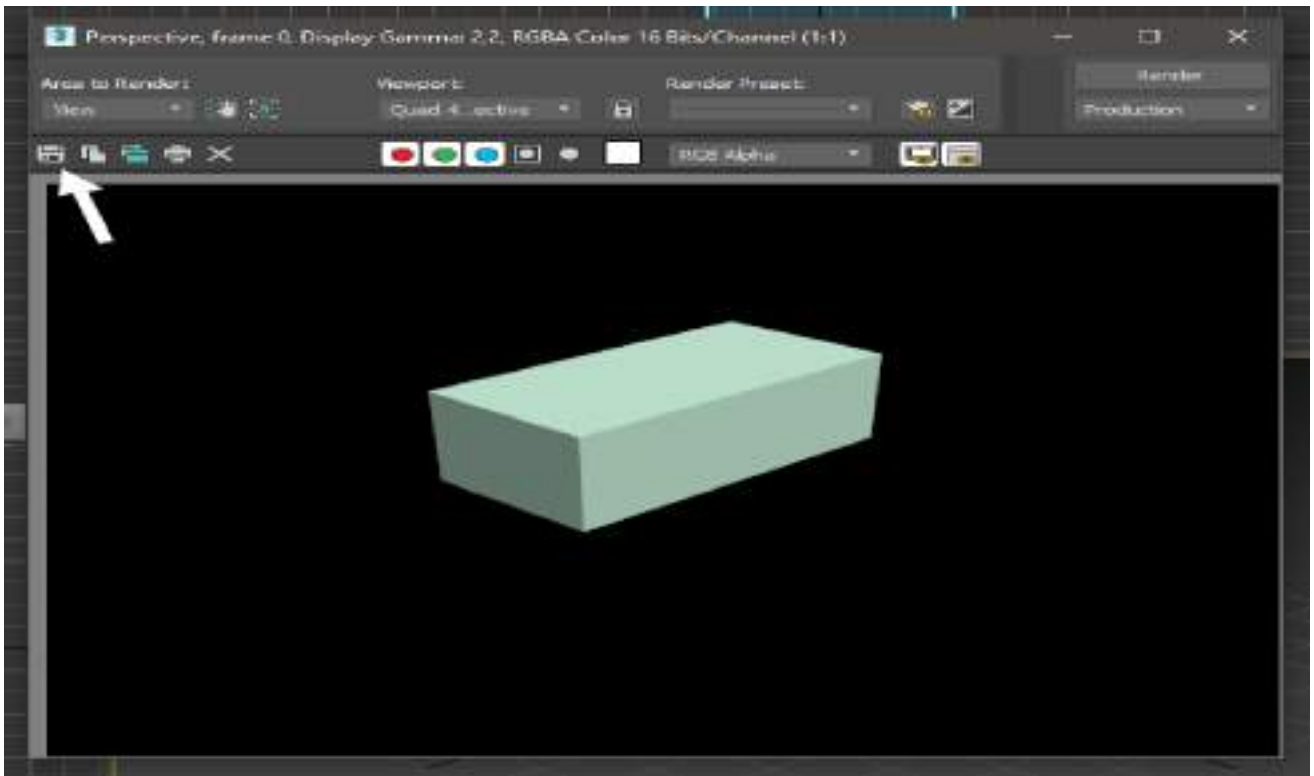


Рис.3.106. Вікно рендеру

Швидкість рендеру напряму залежить від декількох факторів, а саме:

- Вага та складність **3D** об'єктів, які будуть рендеритись;
- Параметри світла та рендеру, розмір кінцевого зображення;
- Кількість та потужність джерел світла;
- Кількість, складність та вага текстур;
- І не менш важливий – потужність комп'ютера чи комп'ютерів, що використовуються для рендеру.

Для того, щоб кінцеве зображення мало необхідний зовнішній вигляд, перш ніж рендерити, після виставлення камер та світла, – необхідно зайти до налаштувань рендеру, які можна знайти, натиснувши клавішу **F10**. Після її натискування перед нами з'явиться вікно з налаштуваннями рендеру (рис. 3.107). Основним налаштуванням, яке слід змінити, – це розмір кінцевого зображення. Для тестового рендеру ці значення не зобов'язані бути великими (наприклад, на сьогоднішні **758X576** цілком достатньо, але це ще залежить від формату зображення, яке необхідно отримати). Решта налаштувань змінюються при потребі.

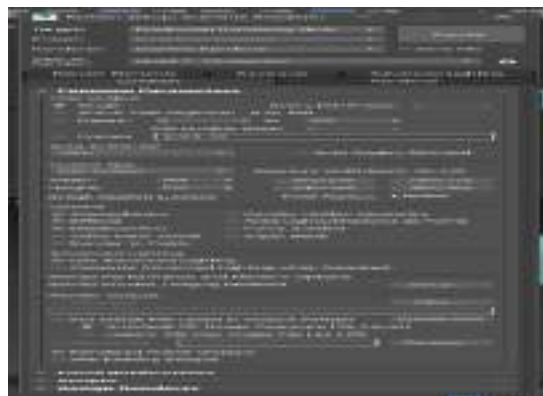


Рис.3.107. Параметри рендеру

3.3.2. Робота з камерами

На практиці найчастіше недостатньо просто змоделювати сцену з текстурованими об'єктами і налаштувати її освітлення - потрібно показати сцену в певному ракурсі, а це неможливо без налаштування камери. Вдало розташувавши камеру, можна домогтися того, що сцена стане більш реалістичною, інформативною і привабливою, а можливо, наприклад в разі використання при візуалізації ефектів оточення, і таємничою. Крім того, камери незамінні при створенні анімації, адже завдяки їм з'являється можливість продемонструвати в ролику сцену в різних ракурсах, наприклад з імітувати обліт сцени або плавне переміщення по деякому маршруту.

Розташування камери визначає композицію фінального зображення сцени, підкреслюючи головні і опускаючи другорядні деталі. Розміщення камери на рівні того, що відбувається в сцені дії створює у глядача відчуття участі в сцені - даний прийом ефективний при створенні анімацій, в ході яких передбачається огляд окремих елементів сцени з близької відстані. Розміщення камери високо над сценою створює відчуття відстороненості і дозволяє спостерігати за сценою з боку, тому практикується при відображенні масштабних об'єктів або сцен з великою кількістю дійових осіб. У разі розташування камери у землі у глядача створюється враження, що його оточують предмети гігантських розмірів, - такий прийом застосовується для візуального збільшення висоти персонажів.

Камера - це об'єкт, який не невізуалізується, але відображає сцену з певної точки огляду. Теоретично вибрати потрібну точку огляду можна вручну у вікні проекції **Perspective**, але це не дуже зручно, до того ж при цьому відсутня можливість точного регулювання параметрів огляду.

У **3DS MAX** використовуються камери двох типів (рис. 3.108):

- **TargetCamera** (Націлена камера) - складається з двох елементів: самої камери і точки цілі, або, як часто говорять, мішені (**Target**), що визначає орієнтацію камери. Дані компоненти настроюються незалежно один від одного, при цьому камера завжди залишається спрямованою на ціль, тому її простіше точно встановити і націлити. Однак націлені камери обмежені в обертанні через необхідність підтримувати напрямок на ціль, що може стати перешкодою при створенні деяких анімацій;

- **Free Camera** (Вільна камера) - складається з одного елемента - камери і налаштовується як єдиний об'єкт. Дані камери складніше встановити і націлити, оскільки вони не мають на меті, на яку необхідно дивитися, зате вони не обмежені в обертанні, тому краще підходять для складних анімацій, наприклад перельотів по сцені за складною звивистою траєкторією.

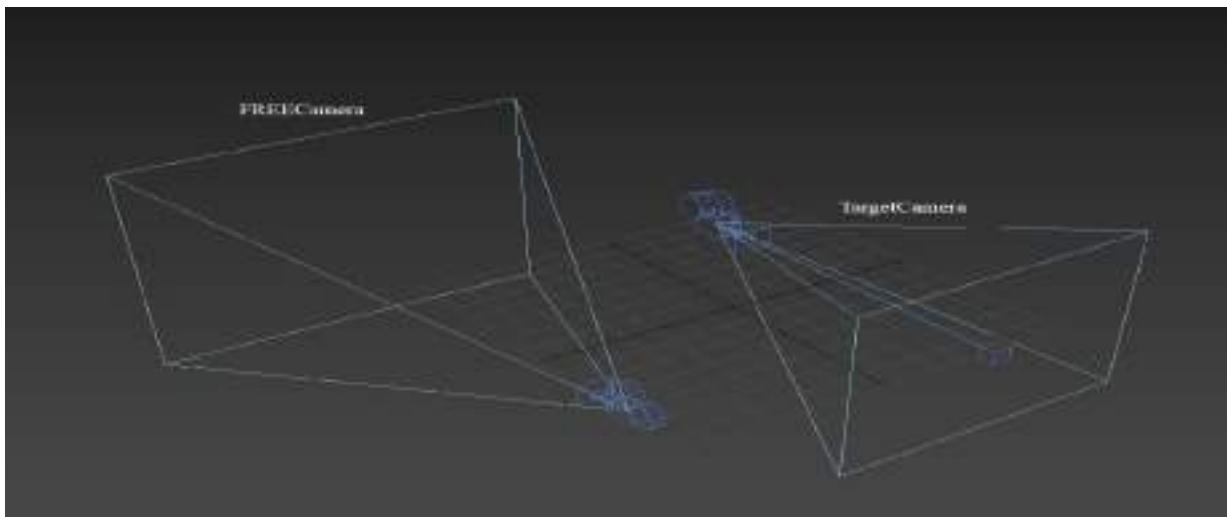


Рис.3.108. Камери

За створення камер відповідає категорія **Cameras** (Камери) панелі **Create** (Створити) на рис. 3.109, при виборі якої стають доступні обидва типи камер. Технологія їх створення нагадує створення об'єктів геометрії. Потрібно вибрати тип камери і або просто клацнути в точці її створення в одному з вікон проєкцій (**FreeCamera**), або перетягнути мишу при натиснутій лівій кнопці, вказавши, таким чином, не тільки місце розташування камери, але і її **Target**-точку. Створеним камерам (так само, як і об'єктам геометрії) присвоюються імена: **Camera01**, **Camera02** і т.п., які краще замінювати на більш інформативні. Будь-яку камеру можна переміщати і обертати на видових екранах так само, як і інші стандартні об'єкти. Теоретично камери можна і масштабувати, але робити це не рекомендується, оскільки може призвести до шумів налаштувань. Огляд камери, що визначає вид відображення сцени, залежить від її положення, орієнтації і параметрів і завжди обмежений її полем зору (тобто областю сцени, видимою спостерігачеві). Поле зору камери має форму піраміди: в її вершині знаходиться сама камера, а в центрі підстави (в разі націленої камери) - її точка мети.

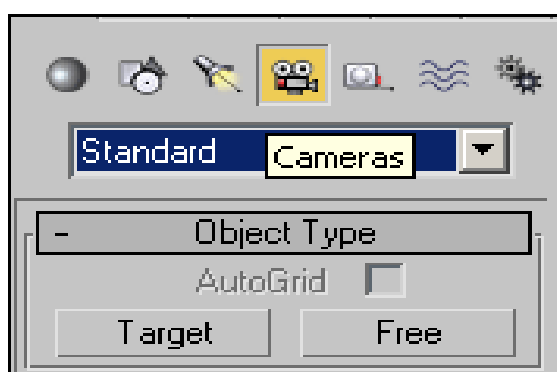


Рис.3.109. Меню, що відповідає за камери

Щоб подивитися, як виглядає сцена з точки зору конкретної камери, потрібно клацнути на назві робочого вікна проєкції і з спадаючого меню вибрати команду **Views => Camera** (Відображення => Камера) або натиснути клавішу **C** - це призведе до заміни робочого вікна конкретної проєкції вікном проєкції камери. Якщо в сцені присутні більше однієї камери і жодна з них не виділена, то з'явиться діалогове вікно вибору камери зі списку, де слід вказати необхідну камеру. Нерідко виділити камеру, а тим більше її мету буває складно, наприклад мета, як правило, розташована за об'єктами сцени - в таких випадках варто виділяти потрібний об'єкт через команду **Select by Name** (Виділити по імені). Крім того, мету можна виділити, виділивши саму камеру, клацнувши на ній правою кнопкою і виконавши команду **Select CameraTarget** з спливаючого меню.

Параметри камер або встановлюються відразу при їх створенні на панелі **Create**, або змінюються пізніше через панель **Modify**. Основні параметри налаштування камер знаходяться в підменю **Parameters** (Параметри) на рис. 3.110. Уточнимо їх призначення:

- Взаємопов'язані лічильники **Lens** (Фокусна відстань об'єктива) і **FOV** (Поле зору) - керують величиною поля зору камери: при збільшенні фокусної відстані значення лічильника **FOV** зменшується, а поле зору відповідно звужується і навпаки. Поле зору може вимірюватися по горизонталі, по вертикалі або по діагоналі залежно від встановленого режиму, який вибирається через меню, що випадає (кнопка зі стрілкою ліворуч від параметра **FOV**);

- панель **StockLenses** (Набір об'єктивів) - являє собою альтернативний варіант установки поля зору за допомогою вибору одного зі стандартних об'єктивів з фокусною відстанню від 15 до 200 мм. Фокусна відстань людського ока становить 50 мм, тому огляд сцени, отриманий об'єктивом з таким фокусною відстанню, забезпечує найбільш природне для людського ока відображення сцени. Лінзи розміром менше 50 мм (їх

називають ширококутними) мають більше поле огляду і призводять до перебільшення перспективи. Як правило, ширококутні об'єктиви використовуються при відображенні великих сцен і сцен, в яких об'єктам необхідно надати велику значущість або масштабність. Дуже маленькі лінзи - розміром 10-15 мм - здатні охопити дуже великі сцени, але їх застосування веде до сильних спотворень (до ефекту риб'ячого ока), особливо явним по краях сцени. Лінзи з фокусною відстанню більше 50 мм (довгофокусні) відрізняються меншим полем огляду - вони можуть охопити лише невеликий кут сцени і зменшують перспективу аж до її повного стиснення.

Довгофокусні об'єктиви звичайно застосовуються при зйомці віддалених об'єктів, тому даний варіант об'єктива в **3DS MAX** може знадобитися для додання реалістичності подібним сценам. Крім того, довгофокусні об'єктиви можуть використовуватися для посилення загального драматизму і напруження сцени за рахунок її стиснення і наближення головного героя до глядача;

- випадний список **Type** (Тип) - дозволяє змінити тип камери з **Target** на **Free** вже після її створення;
- група налаштувань **Clipping Planes** (Площини відсікання) - представлена параметрами **Near Clip** (Ближня площину відсікання) і **Far Clip** (Дальня площину відсікання), що визначають відстань від камери до відповідних площин, (рис. 3.110). Площини відсікання обмежують в просторі поле зору камери: камера бачить тільки ті об'єкти (або частини об'єктів), які розташовані між площинами **Near Clip** і **Far Clip**. Об'єкти, які опинилися поза полем зору камери, стають невидимими і не будуть візуалізуватися, тому площину відсікання розумно використовувати для прискорення налагоджувальних візуалізацій сцени, а також для того, щоб поглянути на геометрію сцени з середини. Це актуально, наприклад, при створенні перетинів будівель, механізмів та ін. За замовчуванням площини відсікання не відображаються у вікнах проєкцій - для включення відображення слід активувати прапорець **Clip Manually**;

- група налаштувань **Environment Ranges** (Діапазони впливу навколишнього середовища) - представлена параметрами **Near Range** (Ближня межа) і **Far Range** (Дальня межа). Ці параметри, які є площинами, використовуються для обмеження зони відображення таких ефектів оточення як туман (**Fog**), об'ємне світло (**Volume Light**) та ін. За замовчуванням кордони не відображаються у вікнах проєкцій - для включення відображення слід активувати прапорець **Show**;

- група налаштувань **Multi-Pass Effects** (багатопрхідні ефекти) - дозволяє імітувати роботу справжньої камери за допомогою розмиття по глибині різкості (**Depthoffield**) і розмиття руху (**Motionblur**). Перший варіант використовується для статичних зображень - він забезпечує розмиття фрагментів сцени, що знаходяться поза фокусом камери. Другий - для анімації: з його допомогою швидко рухомі об'єкти виходять розмитими (як на знімку або в кінокадрі), завдяки чому рух виглядає більш природно.

Крім того, в підменю **Parameters** є ряд перемикачів:

- **Orthographic Projection** - включає / вимикає ортографічну проєкцію, в якій відсутня перспектива і всі об'єкти відображаються точно під кутом в 90 °;
- **Show Cone** - включає / вимикає відображення у вікні проєкції зони **FOV** навіть для неактивної камери;
- **Show Horizon** - робить лінію горизонту видимою або невидимою.

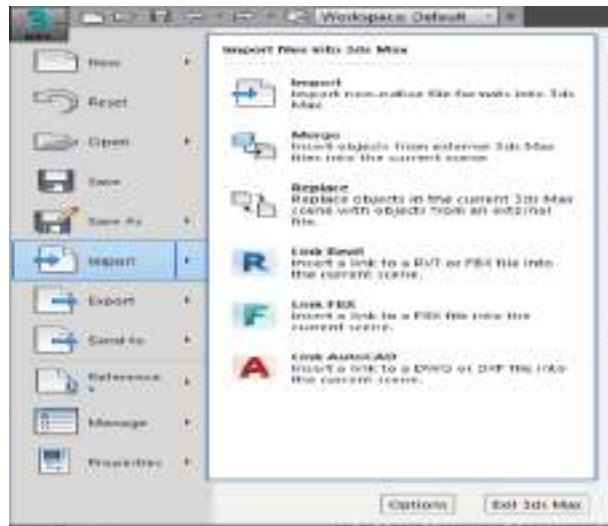


Рис.3.110. Підменю **Parameters** (Параметри)

3.4. Функція import

Для того, щоб вставити в один файл об'єкти з іншого – використовується функція **Import**. Знайти її можна у меню **File** (знаходиться зверху у лівому куті та позначається як логотип **3DS Max**-у встановленої версії). Ця функція має три основні підпункти **Merge**, **Import** та **Replace** (рис. 3.111).

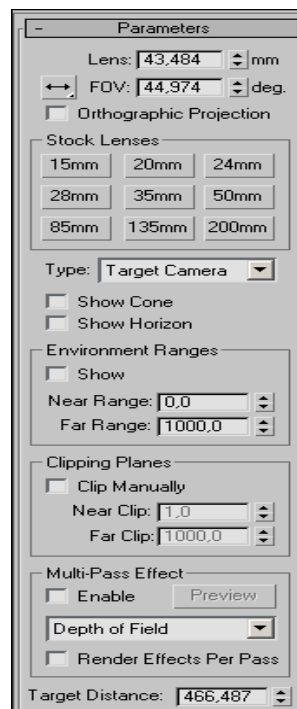


Рис.3.111. Місцезнаходження функції **Import** та її параметри:

- **Merge** – дозволяє вставити об'єкти з іншого 3д максівського файлу (файл формату **.max**);
- **Import** – дозволяє вставити об'єкти іншого формату (наприклад **.obj**, **.fbx** та ін);
- **Replace** – дозволяє вставити об'єкти з іншого та замінити ними відповідні об'єкти поточного файлу.

Окрім цього варто звернути увагу на функцію **Link AutoCAD**, встановити зв'язок між робочим файлом **3DS MAX** та кресленням з **AutoCAD**. Це досить зручно при умові, що потрібно виконувати модель згідно з

конкретним кресленням, наприклад, план приміщення та / або модель, розміри та пропорції якої повинні відповідати розмірам на кресленнях деталі чи об'єкта.

Імпорт файлу із AutoCAD в 3DS MAX

Крок 1. Відкриваємо програму **Autocad** (рис. 3.112).

Крок 2. В програмі **Autocad** створюємо **3D** - модель піраміди, вибравши її на вкладці **Головне** в лівому верхньому випадаючому меню (рис. 3.113).

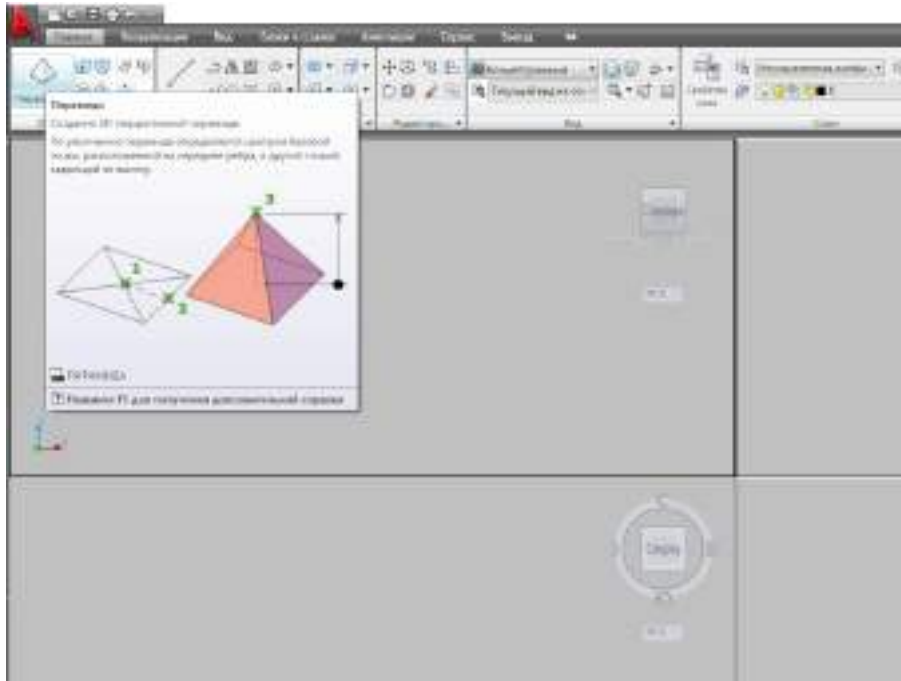


Рис.3.112. Місцезнаходження **3D** - моделі піраміди

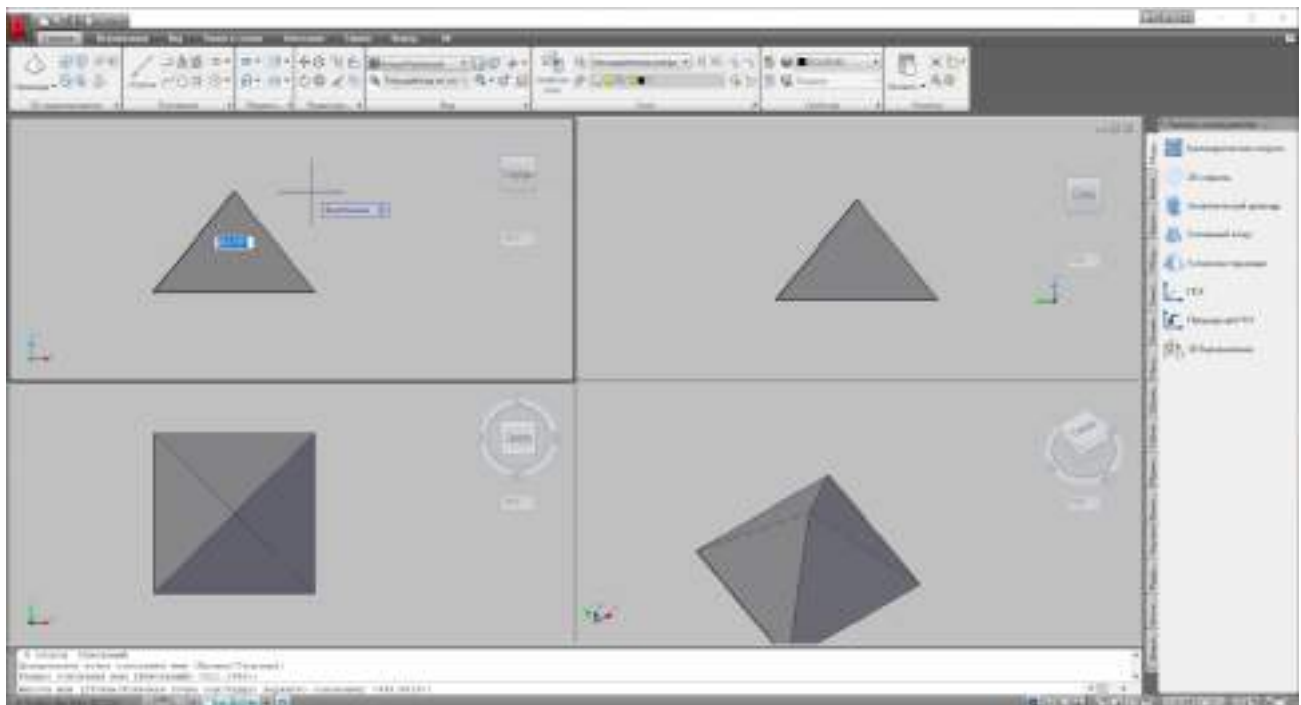


Рис.3.113. Готова **3D** - модель піраміди в програмі **Autocad**

Крок 3. Зберігаємо нашу готову піраміду. Для цього натискаємо на іконку **Autocad** у лівому верхньому куті. На вкладці **Файл** обираємо пункт **Зберегти як** (рис. 3.114).

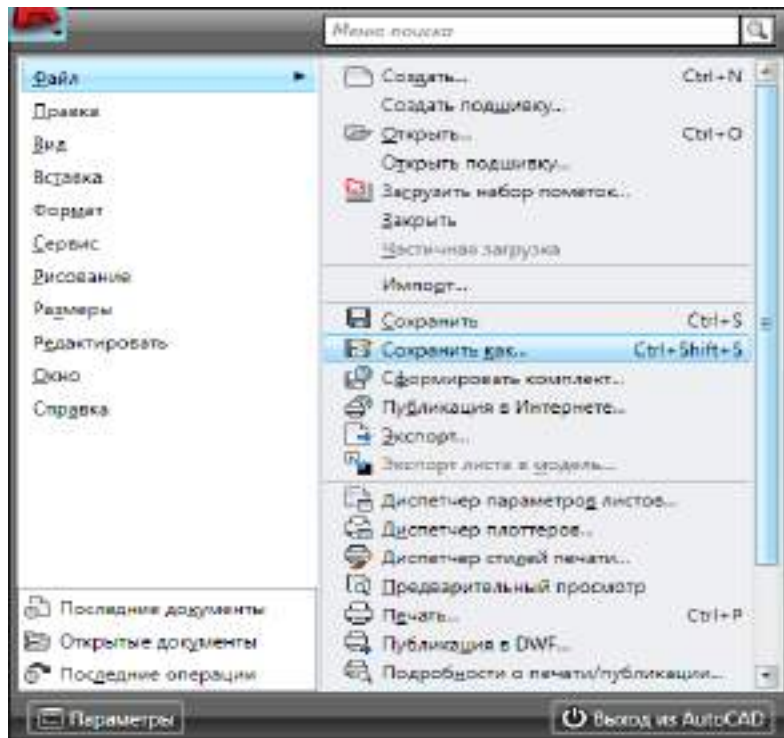


Рис.3.114. Вікно налаштувань **Autocad**

Крок 4. Обираємо місце збереження піраміди. Зберегти файл потрібно з розширенням **.dwg** (рис. 3.115).

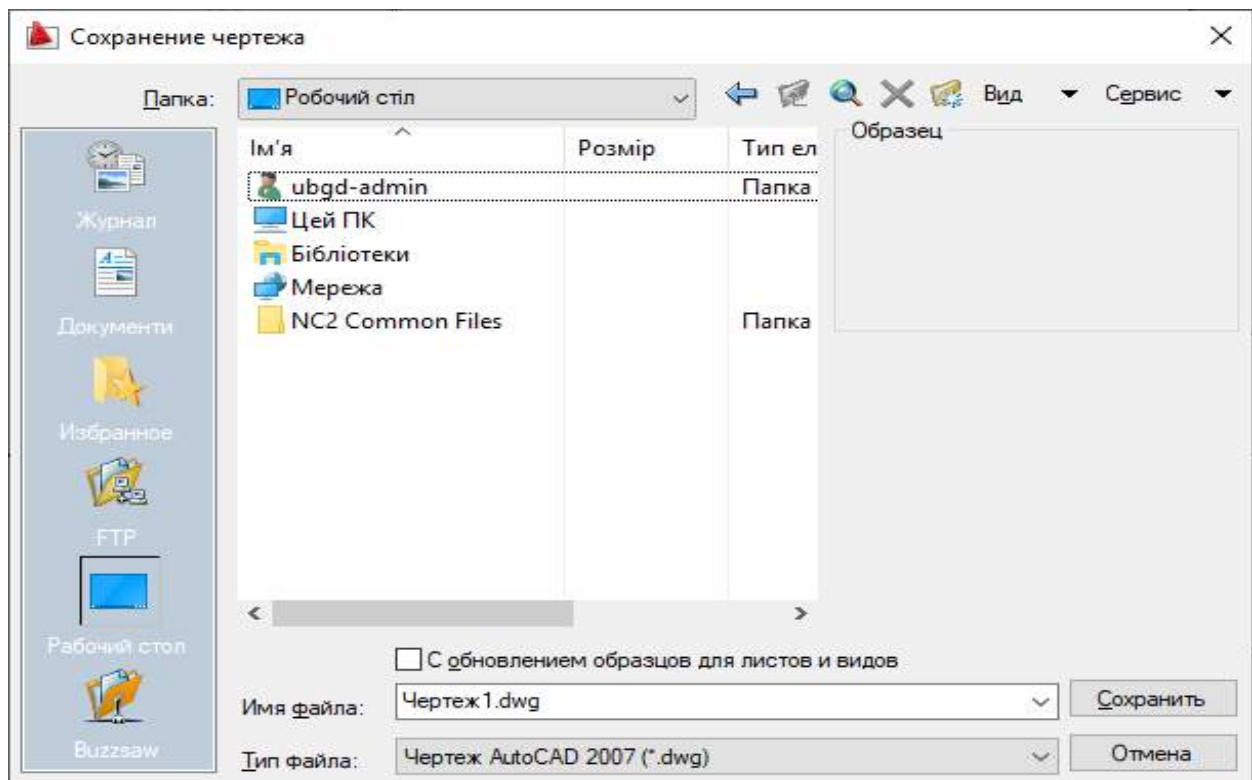


Рис.3.115. Збереження піраміди

Крок 5. Відкриваємо програму **3DS Max**. При натискуванні на іконку **3DS Max** у лівому верхньому куті відкриється вікно налаштувань. Обираємо вкладку **Import** (імпорт) як показано на (рис.3.116).

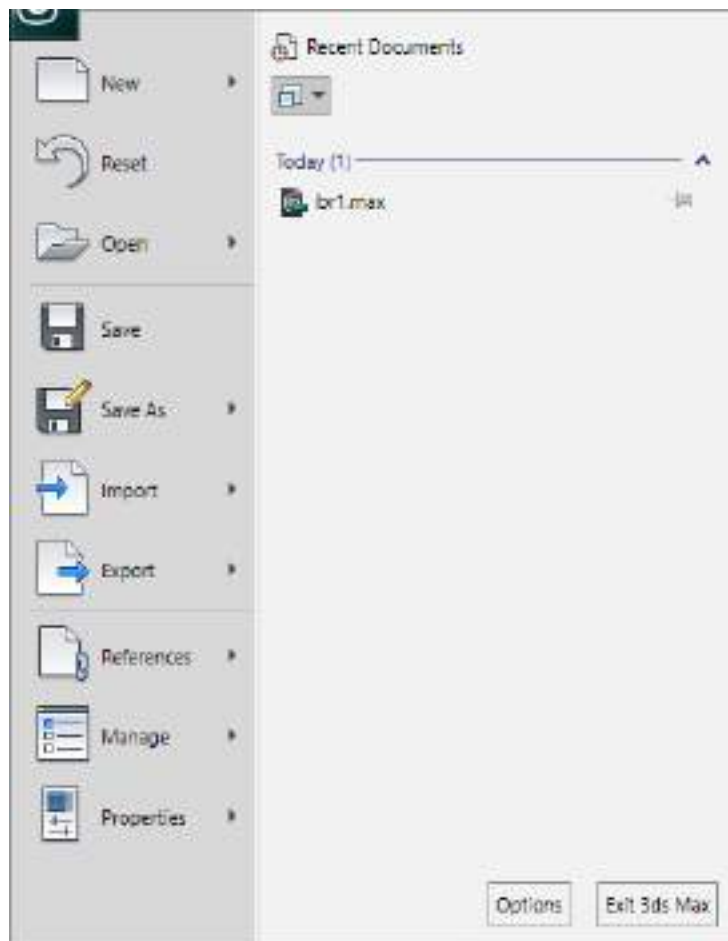


Рис.3.116. Вікно налаштувань програми **3DS Max**

Крок 6. Обираємо файл зі збереженою пірамідою в **Autocad**. Далі натискаємо на кнопку **Import**, щоб імпортувати піраміду у **3DS Max** (рис.3.117).

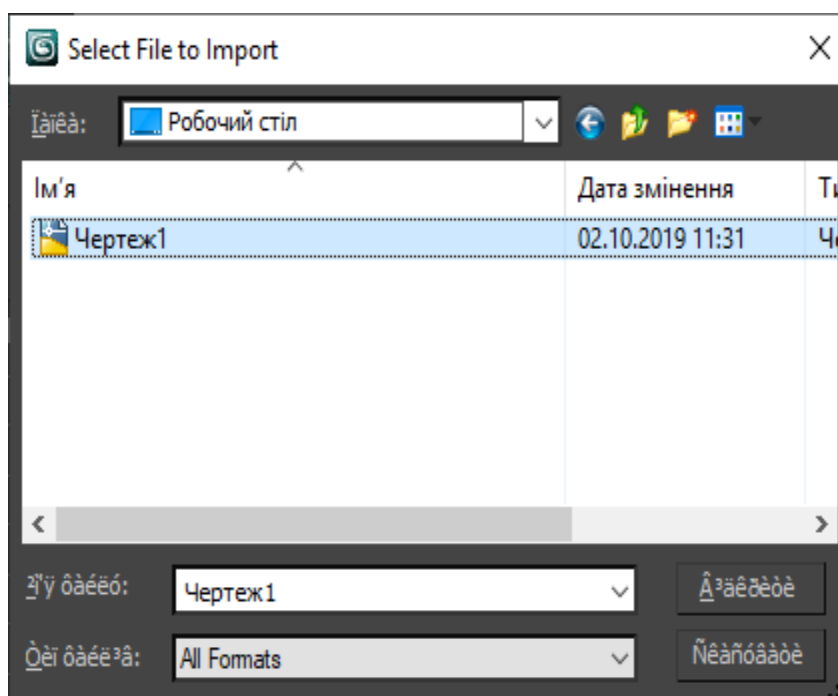


Рис.3.117. Вікно імпорту файлів у **3DS Max**

Крок 7. У наступному вікні **Import Options** (опції імпорту) в розділі **Geometry Options** (геометричні налаштування) потрібно задати число кроків кривої 50 для того, щоб згладити усі нерівні сторони, які

з'являються при імпорті, і **Maximum surface deviation for 3D solids** (Максимальне відхилення поверхні для твердих **3D** - тіл) – 0.01. Усі інші налаштування не обов'язково змінювати (рис.3.118).

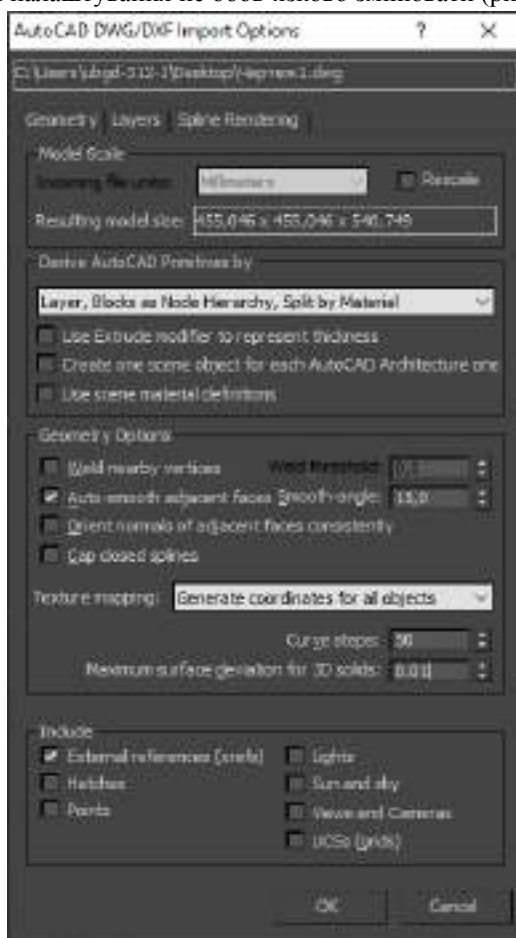


Рис.3.118. Вікно налаштування імпорту файлів у **3DS Max**

Крок 8. Ось такий вигляд має імпортована піраміда із **Autocad** у **3DS Max** (рис. 3.119). Далі можна налаштувати її так, як завгодно, змінювати сторони, колір, текстуру, додавати інші об'єкти та фігури відповідно до призначення моделі [7].

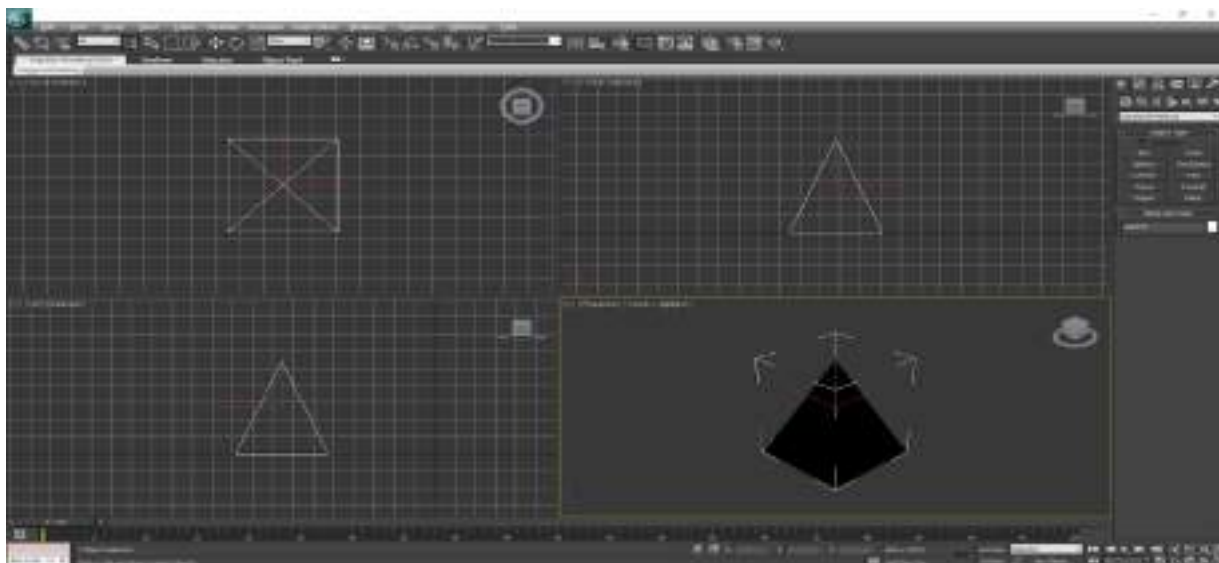


Рис.3.119. Імпортована піраміда у **3DS Max**

3.5. Анімація у моделюванні пожежного авто

В процесі вивчення дисциплін пожежо-технічного спрямування необхідно чітко розуміти будову та принципи дії того чи іншого пожежного обладнання та устаткування, зокрема пожежного автомобіля. Зважаючи на стрімкий розвиток технологій є доцільним використання у навчанні інженерної та комп'ютерної графіки, а саме віртуальної моделі того чи іншого пожежного обладнання, наприклад, пожежного автомобіля. Пожежний автомобіль являє собою оперативний транспортний засіб на базі автомобільного шасі, оснащений пожежно-технічним обладнанням, що використовується при пожежно-рятувальних роботах.

Розглянемо комп'ютерну реалізацію тривимірної моделі пожежного автомобіля. Її можна створювати в графічних системах, зокрема, **Autocad**, **Compas**, **3DS Max** та інші. Створення такої моделі в **Autocad** не є доцільним, оскільки графічний комп'ютерний інструментарій **Autocad** призначений для виконання креслярських робіт. Найбільш зручним для розв'язування поставленого завдання є система **3DS Max**. Вона призначена для створення об'ємних фігур з урахуванням їх геометрії, а також у **3DS Max** існує можливість створення анімації, що дозволяє використовувати моделі у навчальних відеоматеріалах як рухомий об'єкт.

Будемо моделювати пожежний автомобіль у **3DS Max**, використовуючи режим **Editable poly**. Будь-яке об'ємне тіло можна конвертувати в **Edit poly**, що дозволить нам легко редагувати його на рівні складових елементів. Для цього виділяємо об'єкт, клікаємо правою кнопкою миші та обираємо з контекстного меню **Convert to – Convert to Editable poly** (рис.3.120).

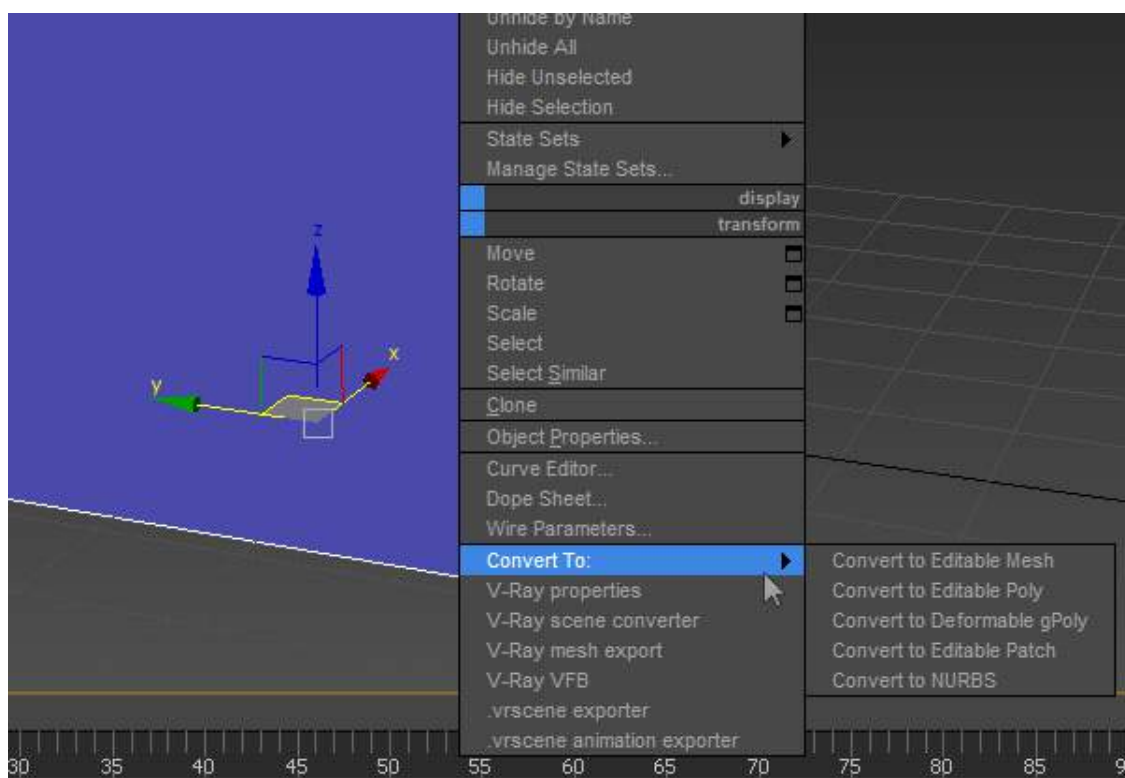


Рис.3.120. Контекстне меню

У **Edit Poly** можемо редагувати об'єкт на п'яти підрівнях. Кожен рівень дозволяє працювати з різними складовими частинами об'єкта: на рівні **Vertex** можна виділяти точки, на рівні **Polygons** - полігони і т.д. Так само на кожному рівні доступний свій набір функцій. Функції, доступні на рівні **Vertex**, можуть бути недоступні на рівні **Polygons**, тому працюючи в цьому середовищі слід пам'ятати, на якому рівні ми знаходимося.

Перемикатися між рівнями можна декількома способами:

- 1) Червоними кнопками в світі **Selection**,
- 2) в списку під плюси́ком в стеку модифікаторів,
- 3) і найбільш швидкий і зручний варіант - цифрами 1,2,3,4,5 у верхній частині клавіатури.

Запускаємо **3DS Max** та створюємо робочий простір для моделювання пожежного автомобіля, який має приведений на рис.3.121 вигляд.

По замовчуванню інтерфейс **3DS Max** складається з чотирьох площин проєкції:

- Front**
- Left**
- Top**
- Perspective**

Це дозволяє легко взаємодіяти з об'єктом та бачити його з усіх потрібних ракурсів. Однак не слід забувати, що проєкції розміщені відносно простору, а не відносно об'єктів, тобто об'єкт буде виглядати так як його розмістили відносно цих проєкцій (простору).

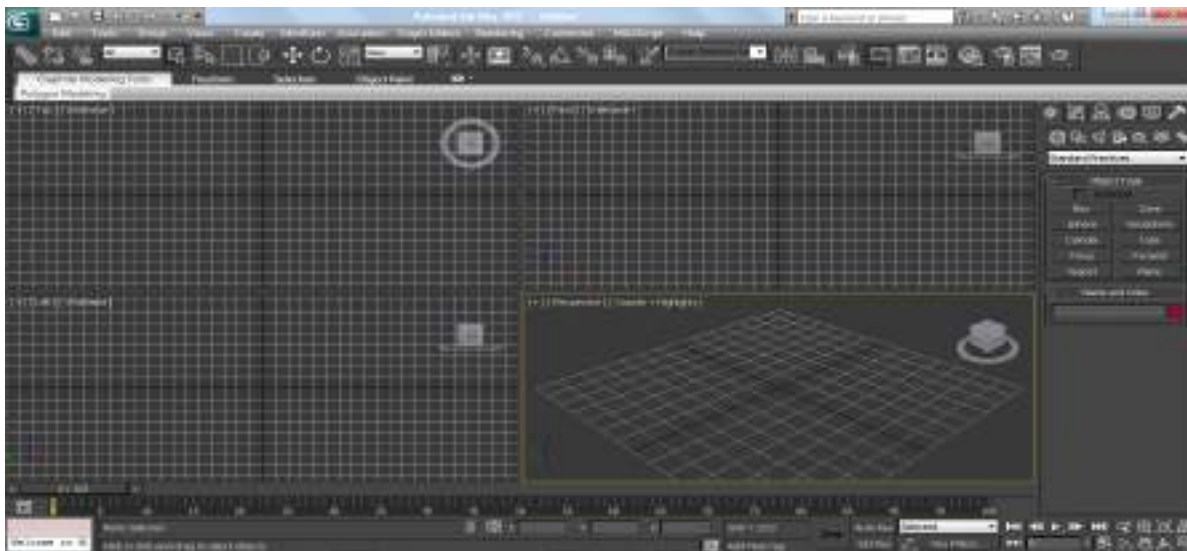


Рис.3.121. Робоче поле для створення **3D** моделі пожежного автомобіля

Розроблення просторової моделі пожежного автомобіля

Оскільки задача однозначна, починаємо моделювати пожежний автомобіль, наприклад, з його основи. Для цього використовуємо об'єкт **Box** (рис.3.122).

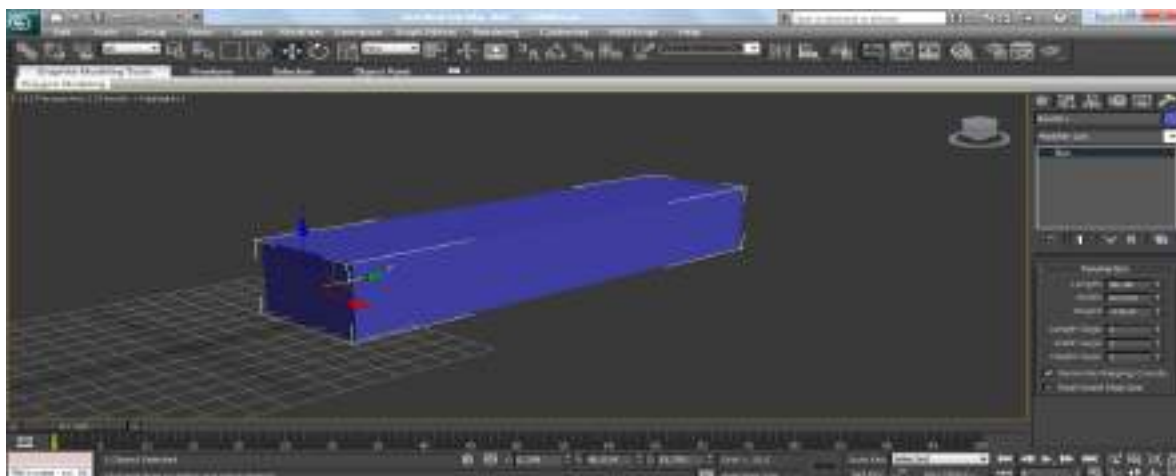


Рис.3.122. Об'єкт **Box** для моделі пожежного авто

Перетворюємо **Box** в **Editable Poly**. Для цього клікаємо на ньому правою кнопкою миші, далі шукаємо у списку, що з'явився, **Convert to** та обираємо **Convert to Editable Poly**. В цьому режимі ми редагуватимемо усі деталі машини. Переміщуючи точки та використовуючи команду **Connect** для розділення об'єкта на сегменти, редагуємо його (рис.3.123).

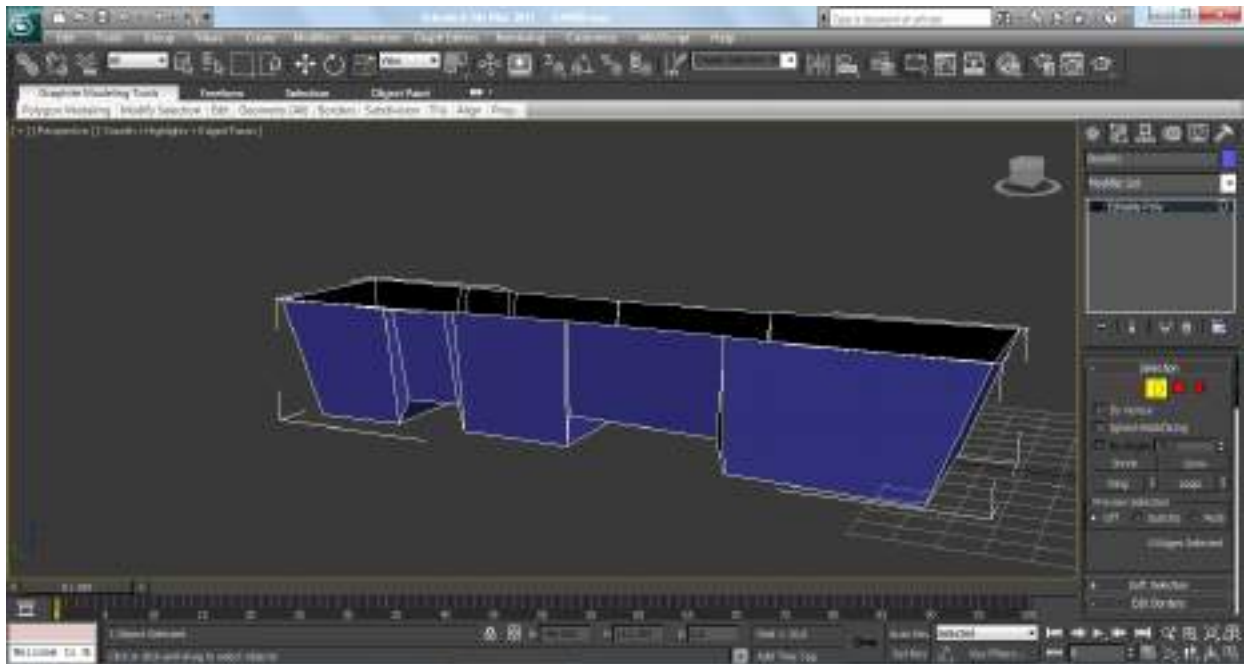


Рис.3.123. Відредагований об'єкт **Box** моделі пожежного авто

Використовуємо команди **Inset** та **Extrude** на полігонах для редагування об'єкту. Після закінчення створення деталі згладжуємо деякі лінії функцією **Chamfer**, а також накладаємо модифікатор **TurboSmooth** для згладження усього об'єкту (рис.3.124).

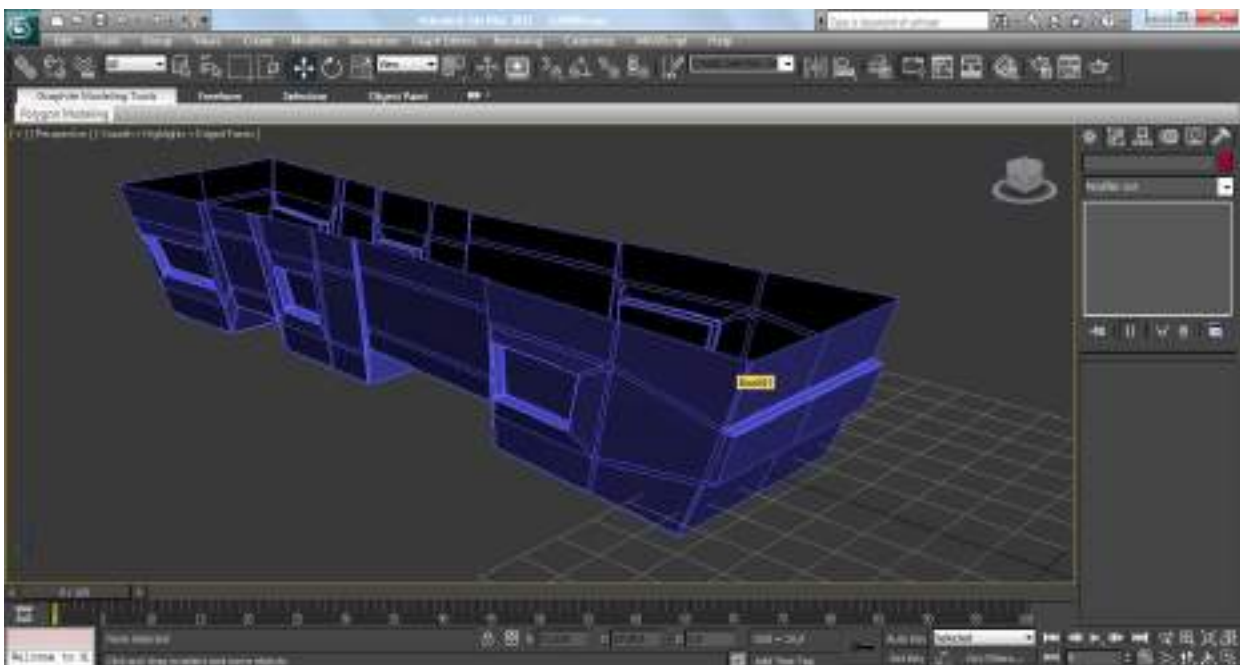


Рис.3.124. Основа автомобіля з вимкненим згладженням

Наступну деталь також створюємо з боксу і перетворюємо в **Editable Poly** (рис.3.125).

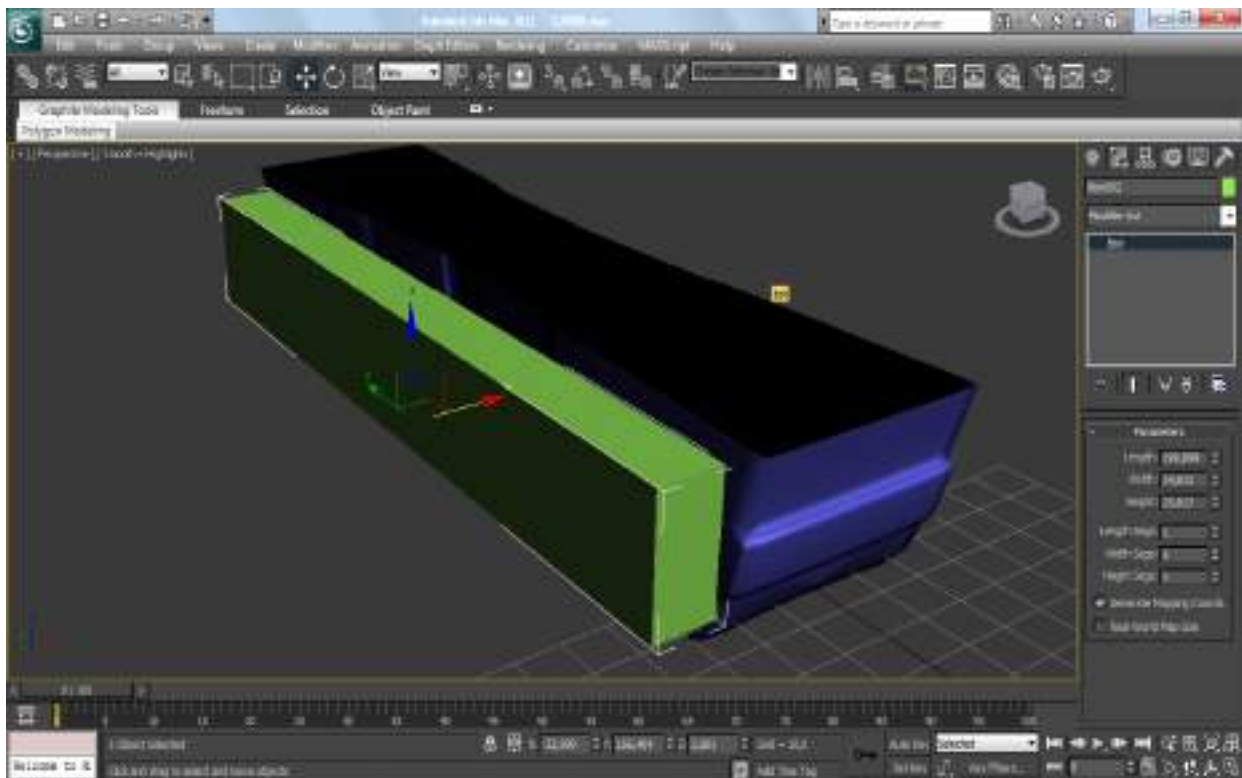


Рис.3.125. Об'єкт **Box** та основа автомобіля

Використовуємо команди **Connect** та **Extrude**, переміщуємо точки, щоб надати об'єкту потрібну форму (рис.3.126).

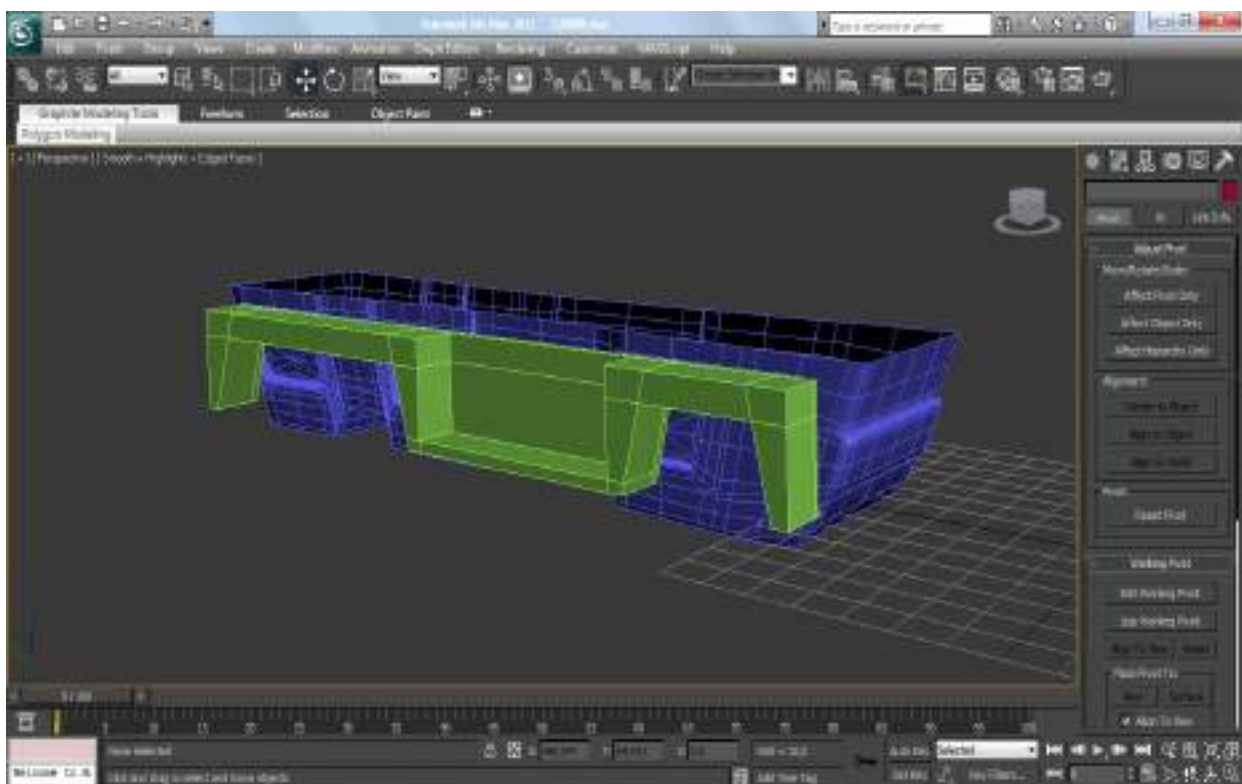


Рис.3.126. Відредагований **Box**

Закруглюємо деякі кути, використовуючи команду **Chamfer** (рис.3.127).

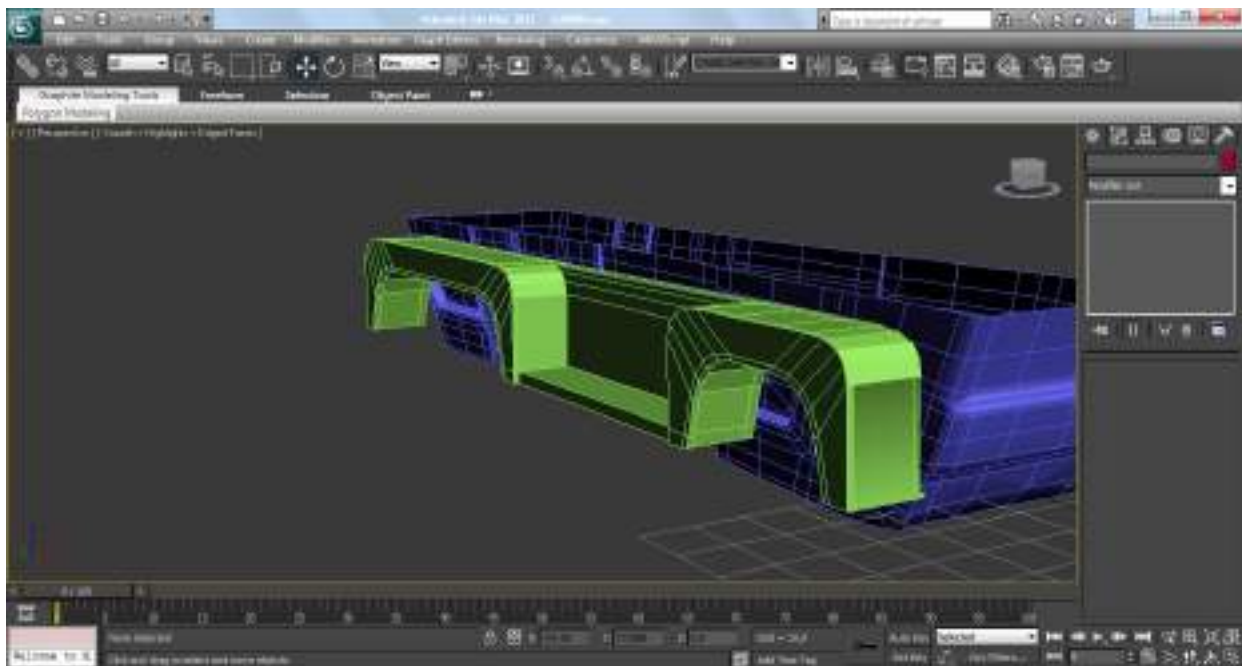


Рис.3.127. Готова модель деталі

Використовуємо об'єкти типу **Cylinder**, **Box** та **Sphere**, щоб створити додаткові об'єкти, яким в режимі **Editable Poly** надаємо потрібну форму. Далі групуємо всі деталі окрім центральної основи, попередньо виділивши їх та використавши команду **Group** з меню **Group**. Наступним кроком віддзеркалюємо деталь за допомогою команди **Mirror**, обравши при цьому галочку **Copy**. Стаavimo щойно створену копію на своє місце (рис.3.128).

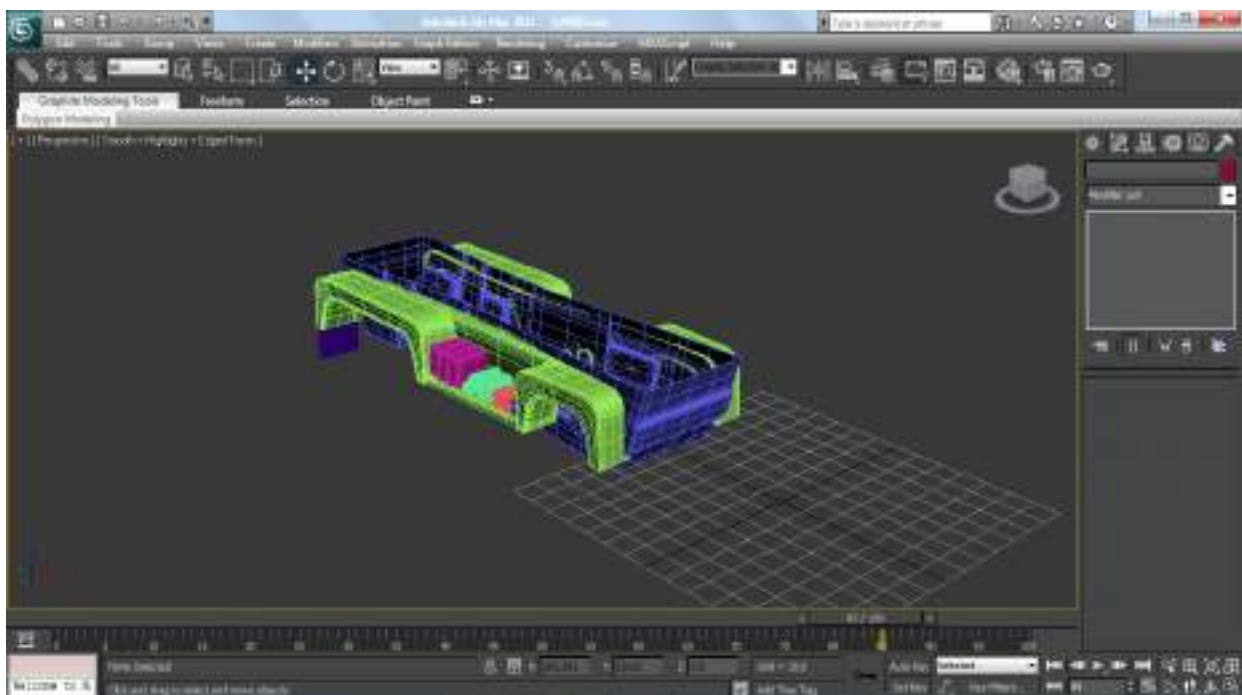


Рис.3.128. Готові моделі нижньої і бокової основи машини

У такій послідовності моделюємо бампери для машини (рис.3.129).



Рис.3.129. Моделі основи машини та її бампери

Починаємо створювати наступну частину машини. Для цього використовуємо **Box**, який центруємо відносно деталі основи автомобіля командою **Align** (рис.3.130).

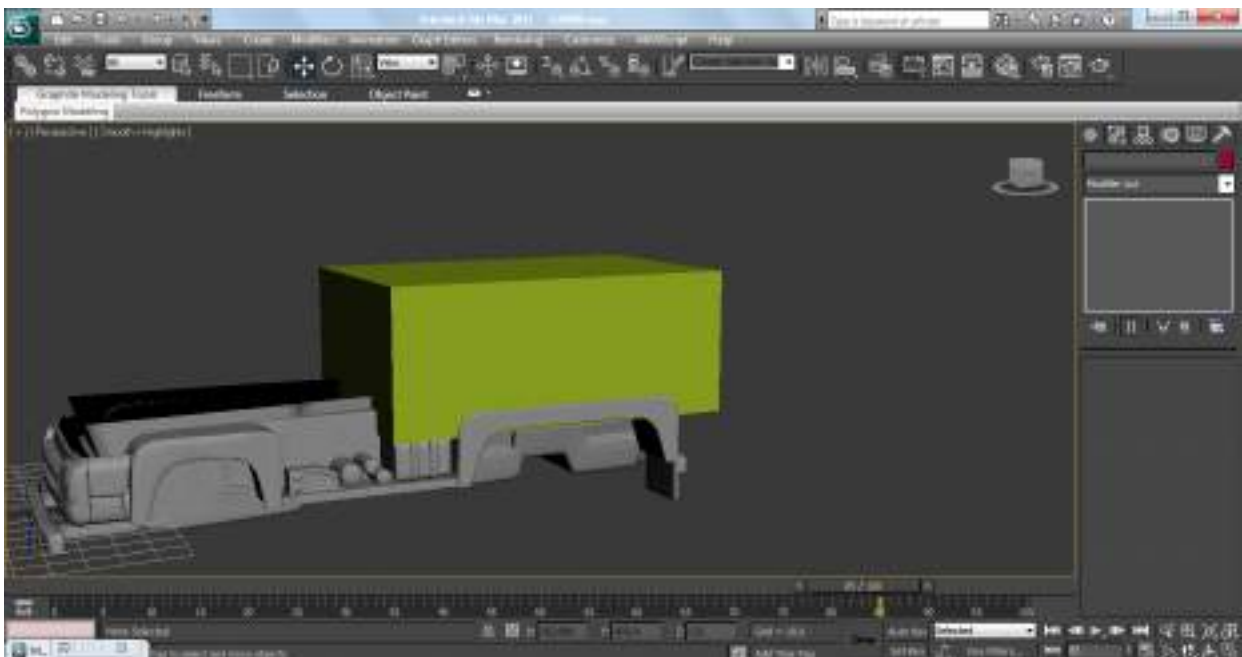


Рис.3.130. Задній блок машини

Редагуємо розміщення точок та використовуємо команди **Connect**, **Inset** та **Extrude** для надання потрібної форми нашому об'єкту (рис.3.131). Також потрібно накласти модифікатор **TurboSmooth** для згладження моделі.

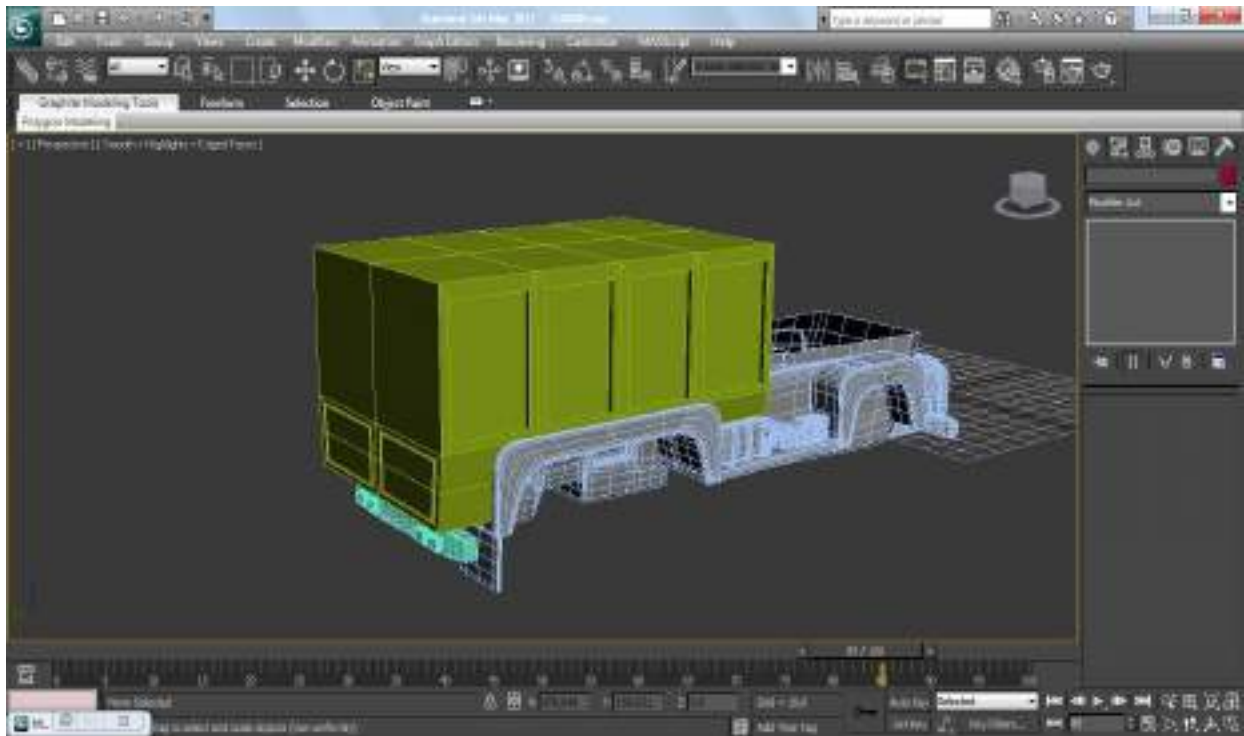


Рис.3.131. Відредагований задній блок машини з вимкнутим згладженням

Наступним кроком створюємо **Box**, який розвертаємо за допомогою команди **Rotate** та **Angle Snap Toggle** на 45* (рис.3.132).

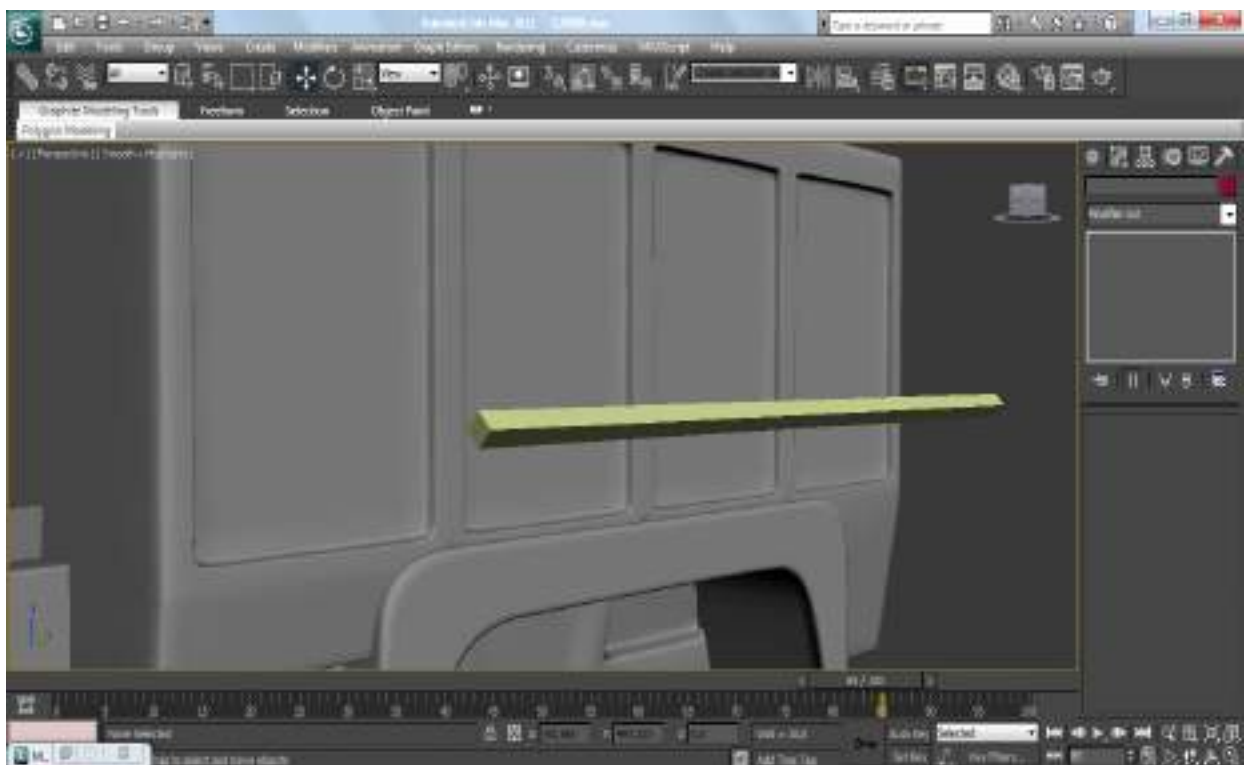


Рис.3.132. Об'єкт **Box**

Використовуючи інструмент переміщення та затиснуту при цьому клавішу **Shift**, створюємо копії деталі (рис.3.133).

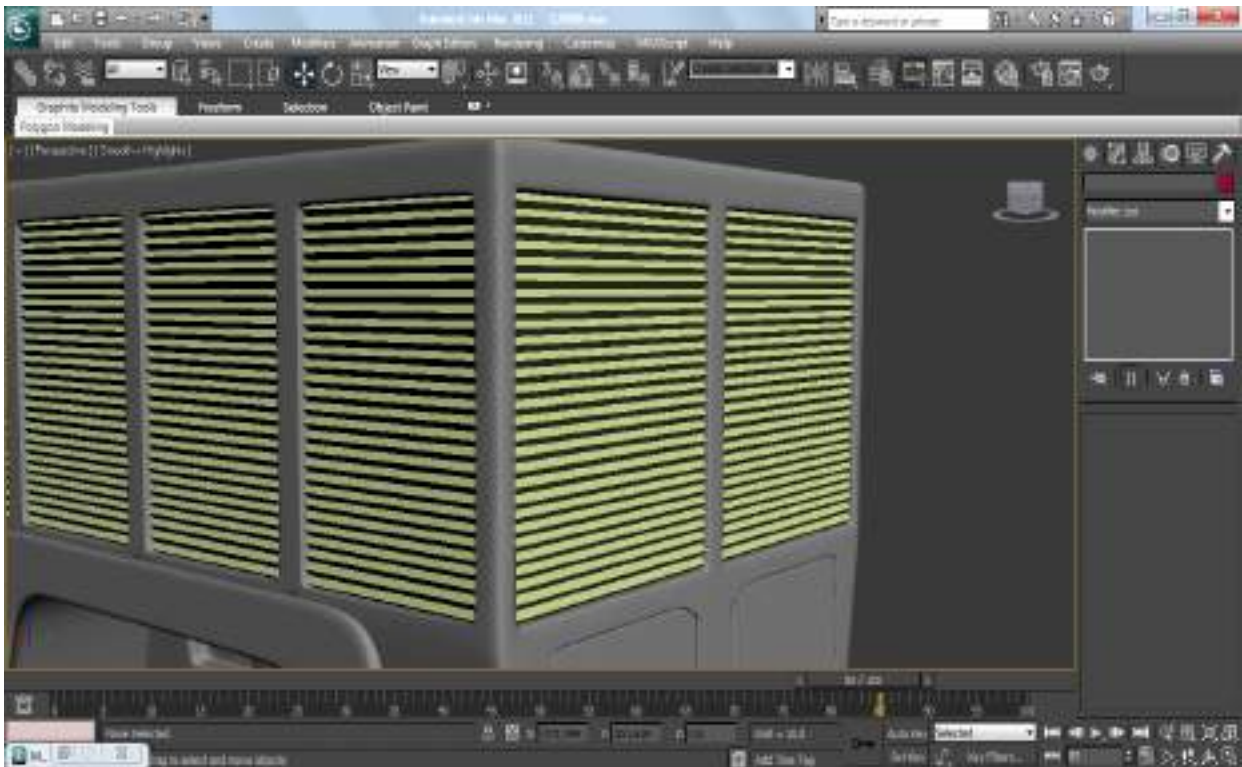


Рис.3.133. Готовий задній блок автомобіля

Центральну деталь створюємо з **Box**-у як і попередні (рис.3.134).

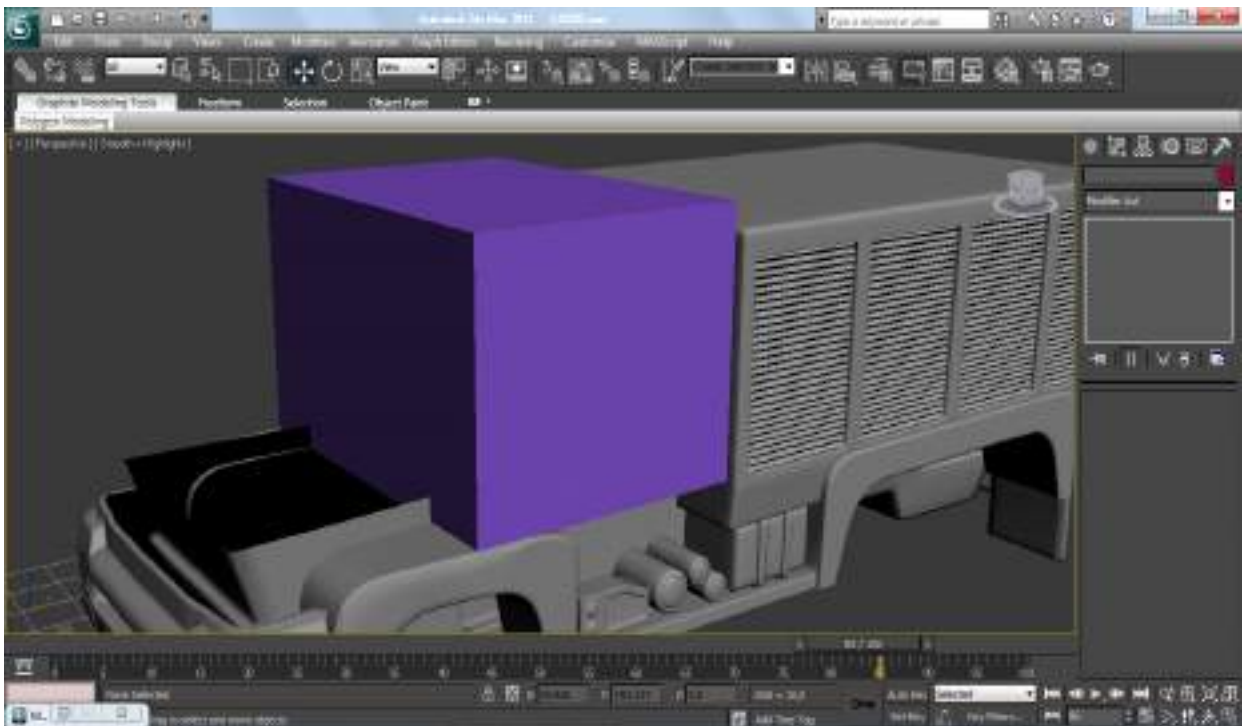


Рис.3.134. Модель центрального блока пожежного автомобіля

Редагуємо її, використовуючи команди **Connect**, **Extrude**, **Inset**, а також редагуємо точки (рис.3.135).

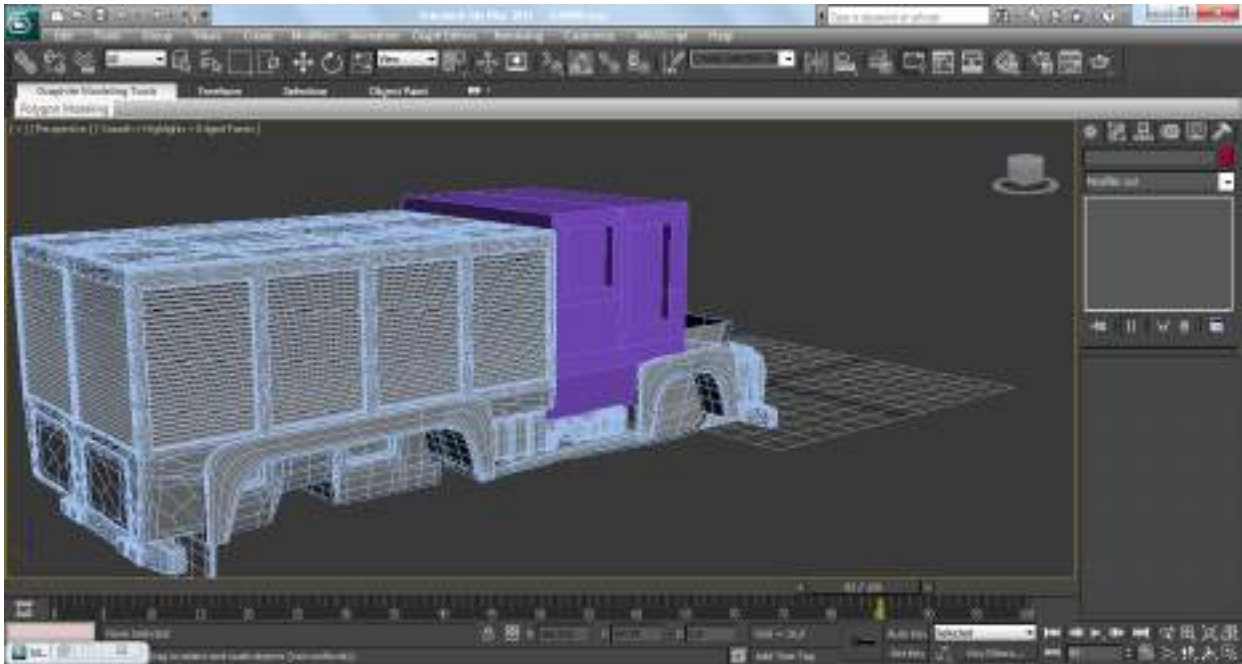


Рис.3.135. Відредагований центральний блок пожежного автомобіля

Згладжуємо об'єкт, використовуючи команду **Chamfer** на деяких кутах, а також модифікатор **TurboSmooth** (рис.3.136).



Рис.3.136. Готовий згладжений центральний блок

Усі наступні деталі створюємо так само як попередні. Для створення коліс використовуємо **Cylinder**, для кабіни та дверей використовуємо кілька об'єктів типу **Box**, для проблескових маяків - кілька об'єктів типу **Cylinder** та **Torus** (рис.3.137).



Рис.3.137. Готова кабіна пожежного автомобіля

Тепер наведемо приклад створення моделі деталі пожежного автомобіля (рис.3.138).

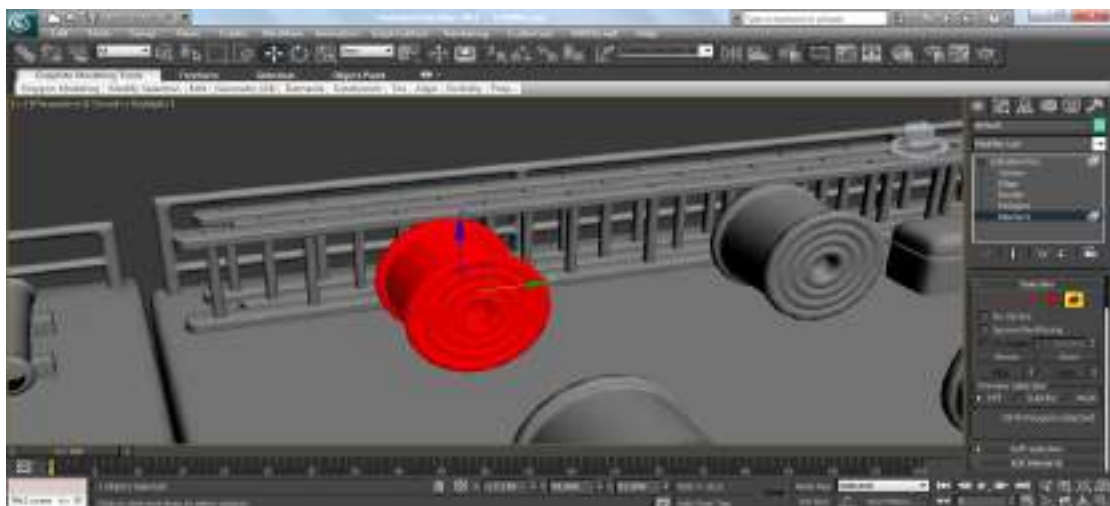


Рис.3.138. Приклад готової моделі деталі

Для створення цієї деталі створюємо **Cylinder** так як це показано на рис.3.139.

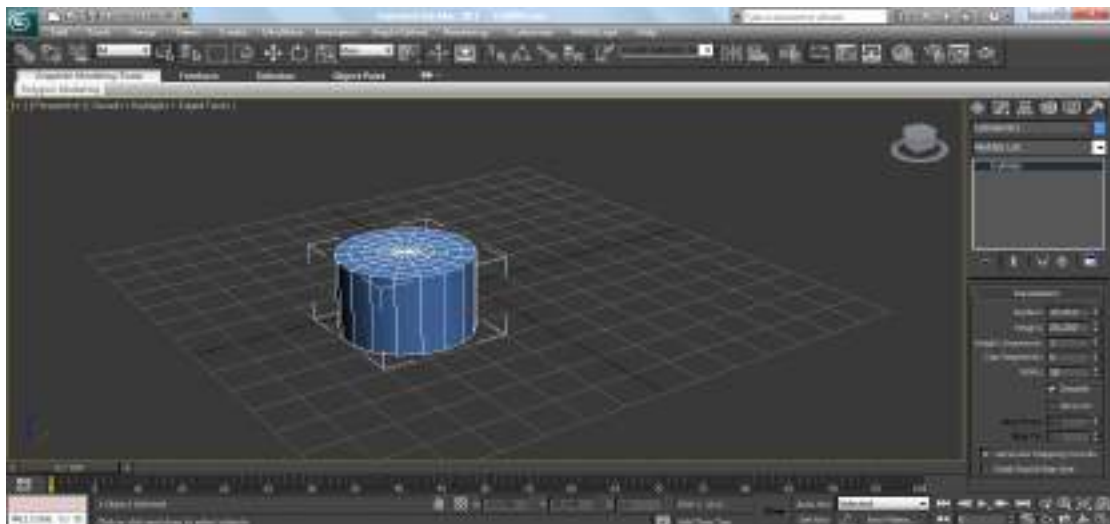


Рис.3.139. Об'єкт **Cylinder**

Конвертуємо наш об'єкт в **Editable Poly**. Заходимо в лінії і виділяємо лінію кліком лівої кнопки миші (рис.3.140).

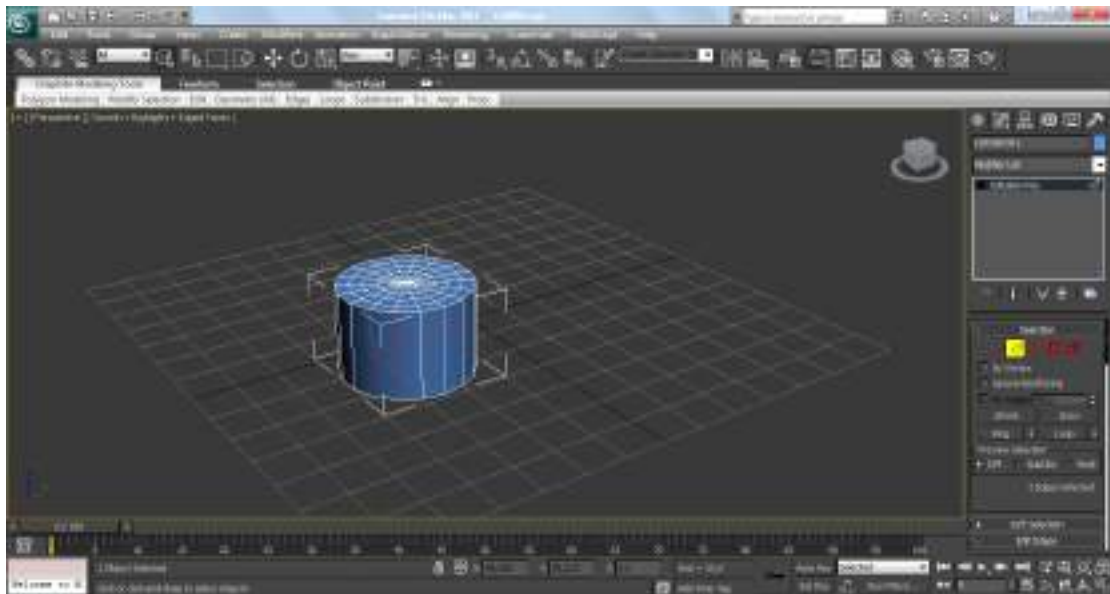


Рис.3.140. Виділення лінії

Знаходимо у правому вікні функцію **Ring** і натискаємо на неї. Тепер у нас виділені усі потрібні для наступного кроку лінії (рис.3.141).

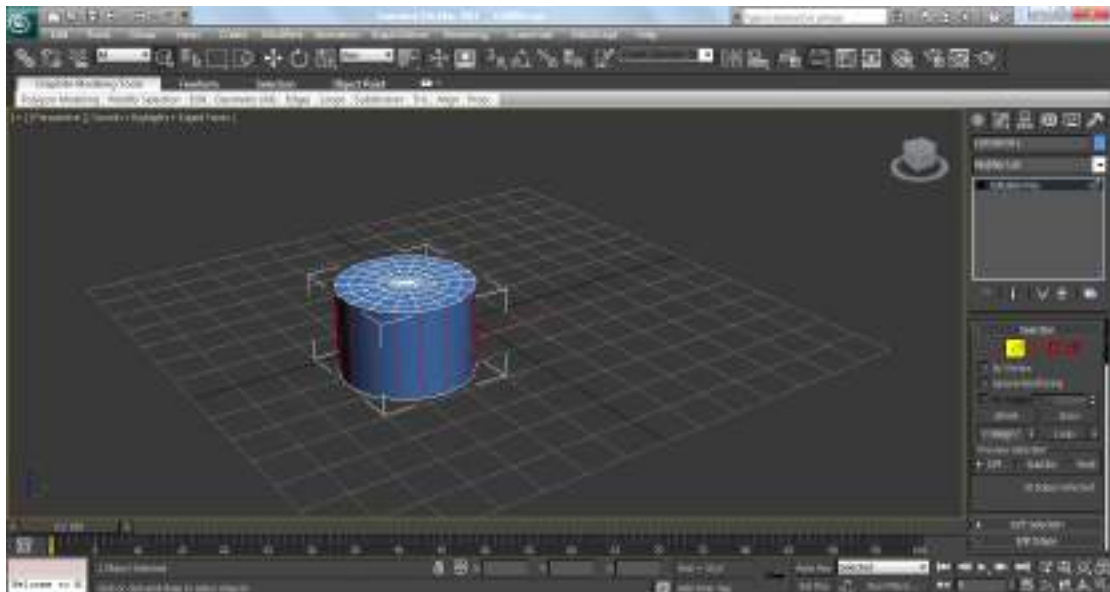


Рис.3.141. Робота функції **Ring**

Знаходимо функцію **Connect** і клікаємо на кубик, який знаходиться справа від неї. У нас відкриваються налаштування. Налаштуємо **Connect** так, як це показано на рис.3.142, і клікаємо на галочку.

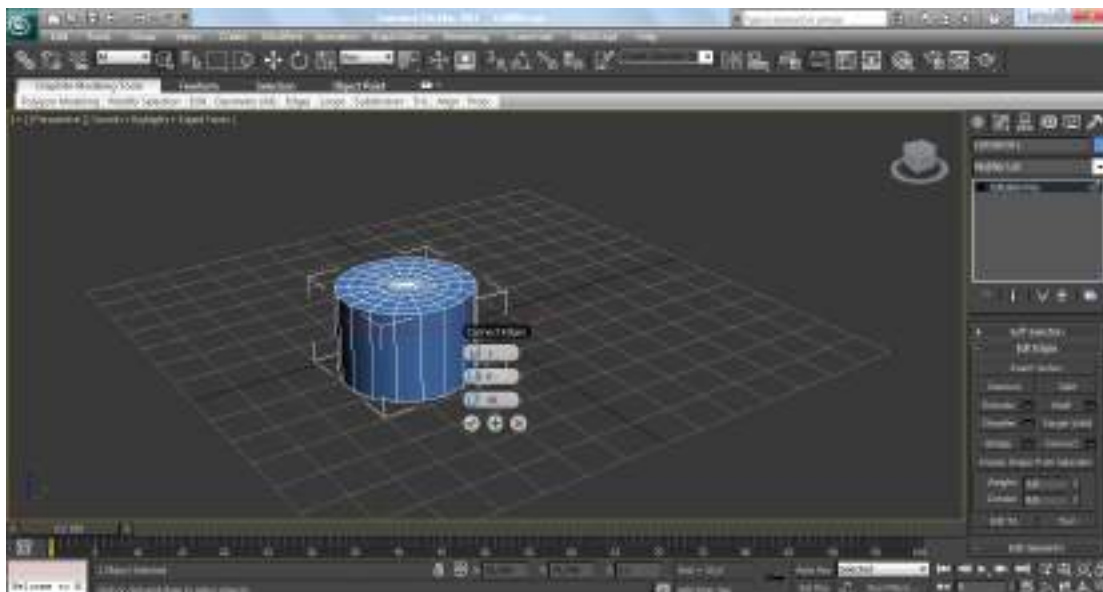


Рис.3.142. Робота функції **Connect**

Виділяємо наступні лінії (рис.3.143) і клікаємо **Ring**.

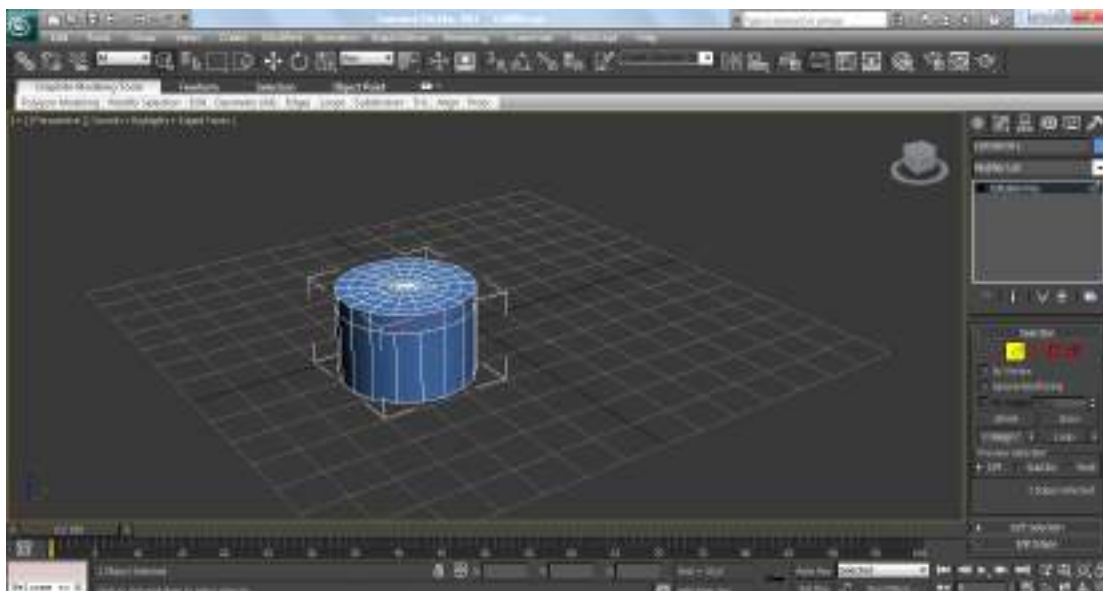


Рис.3.143. Виділені потрібні лінії

Після того, затиснувши правий **Ctrl**, клікаємо на **Polygon** (рис.3.144).

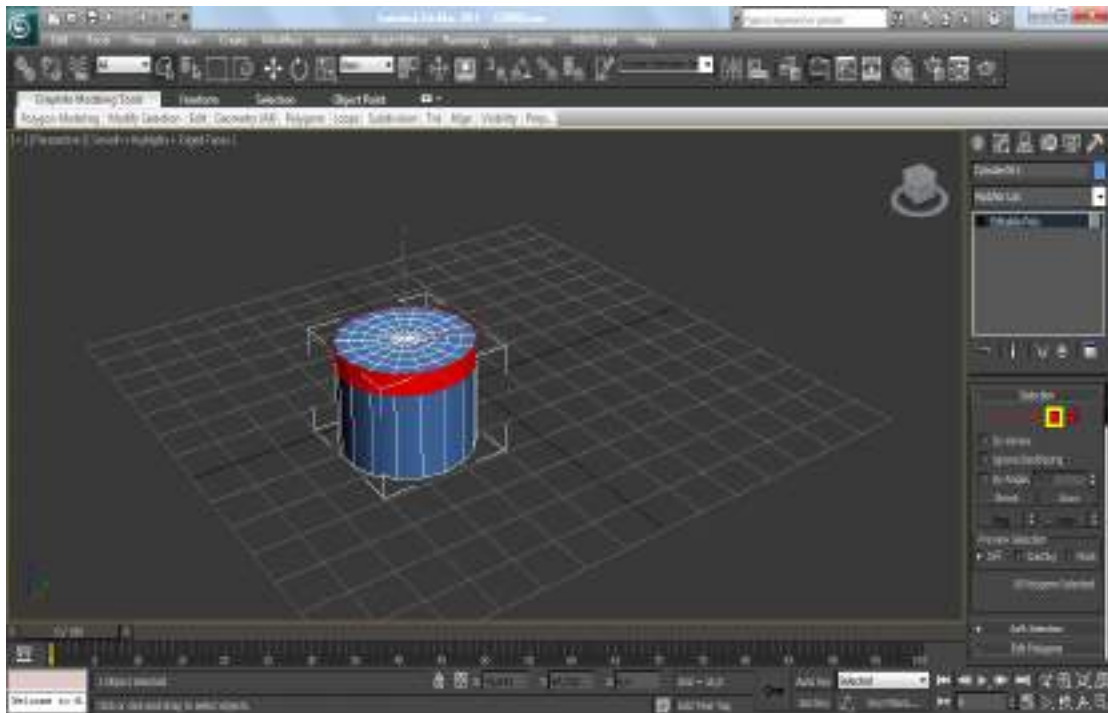


Рис.3.144. Виділені полігони

Знаходимо функцію **Extrude** і клікаємо на кубик, який знаходиться справа від неї. У нас відкриваються налаштування. В першому полі обираємо **LocalNormal**, а у другому вводимо розмір. Далі клікаємо на галочку (рис.3.145).

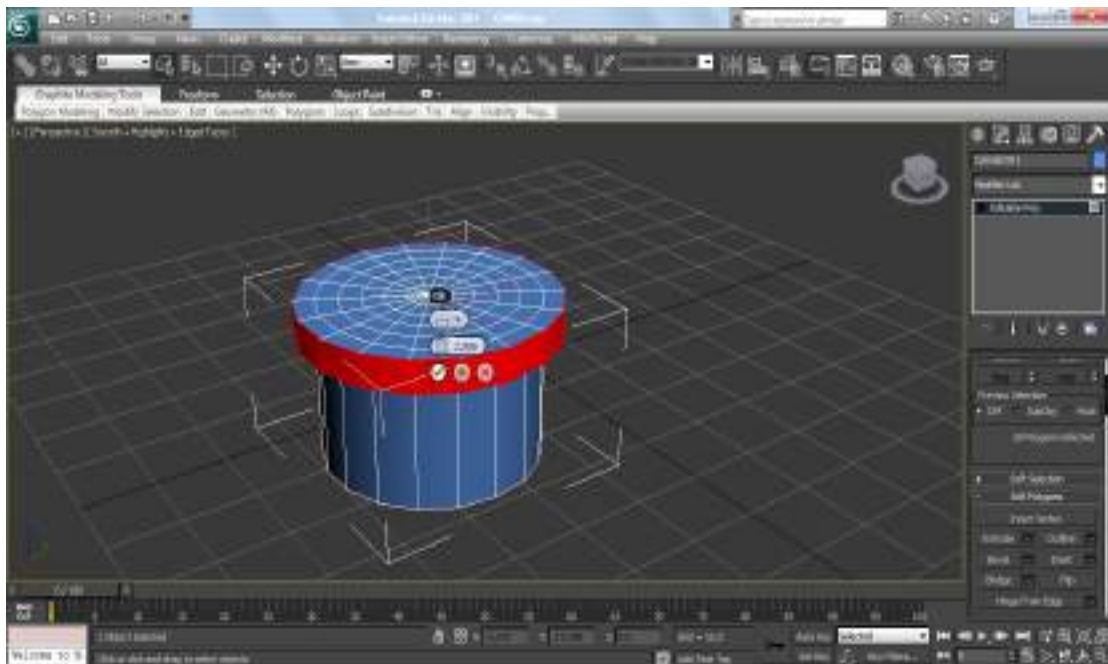


Рис.3.145. Функція **Extrude**

Переходимо в режим редагування ліній. Затиснувши праву клавішу **Ctrl**, виділяємо лінії, після чого клікаємо на функцію **Loop**. Знаходимо функцію **Extrude** і клікаємо на кубик, який знаходиться справа від неї. У нас відкриваються налаштування. Далі вводимо потрібні значення (рис.3.146).

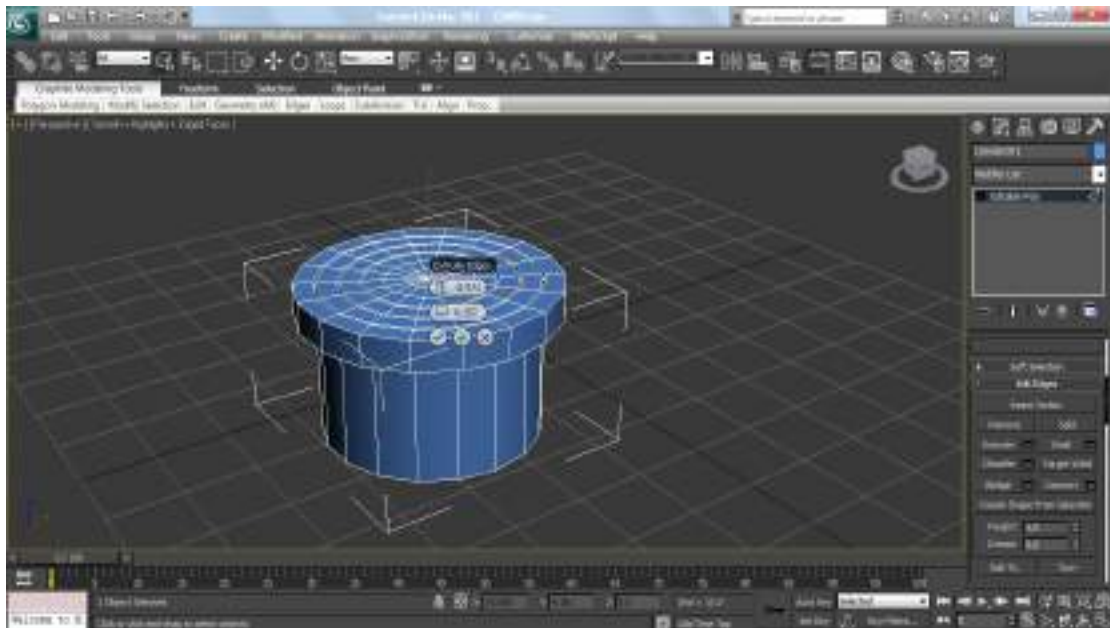


Рис.3.146. Використання **Extrude** на лініях

Використовуючи **Loop**, виділяємо лінії, як це показано на рис.3.147, після чого затиснувши, правий **Ctrl**, клікаємо на **Polygon**.

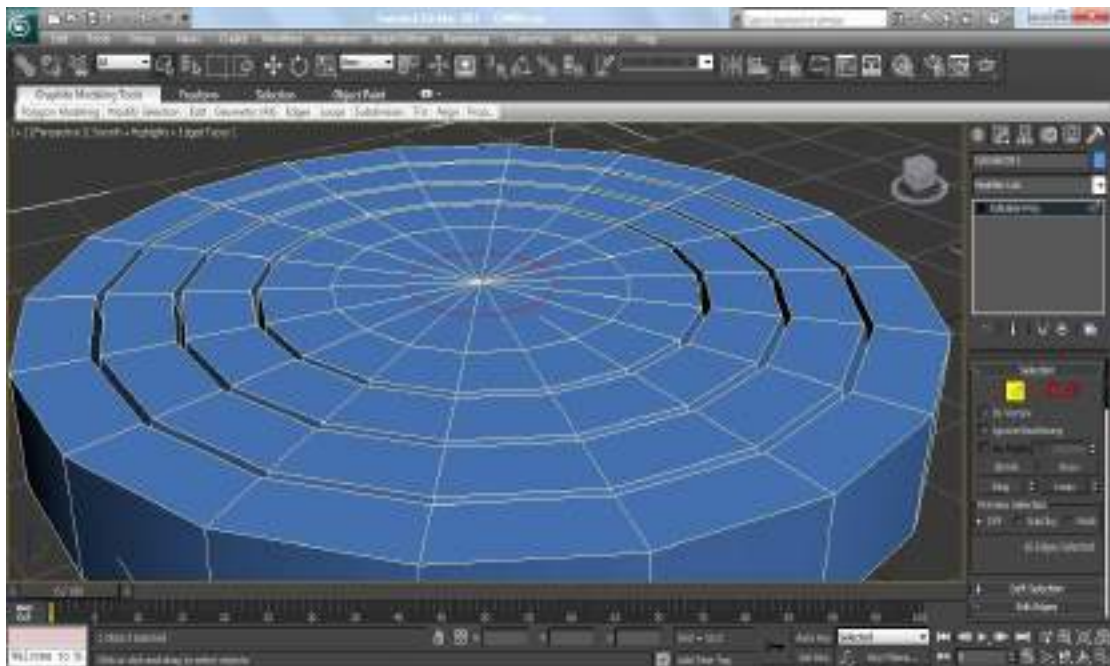


Рис.3.147. Виділені лінії на об'єкті

Знаходимо функцію **Extrude** і клікаємо на кубик, який знаходиться справа від неї. У нас відкриваються налаштування. Вводимо від'ємні значення функції **Extrude** в поле вводу (рис.3.148).

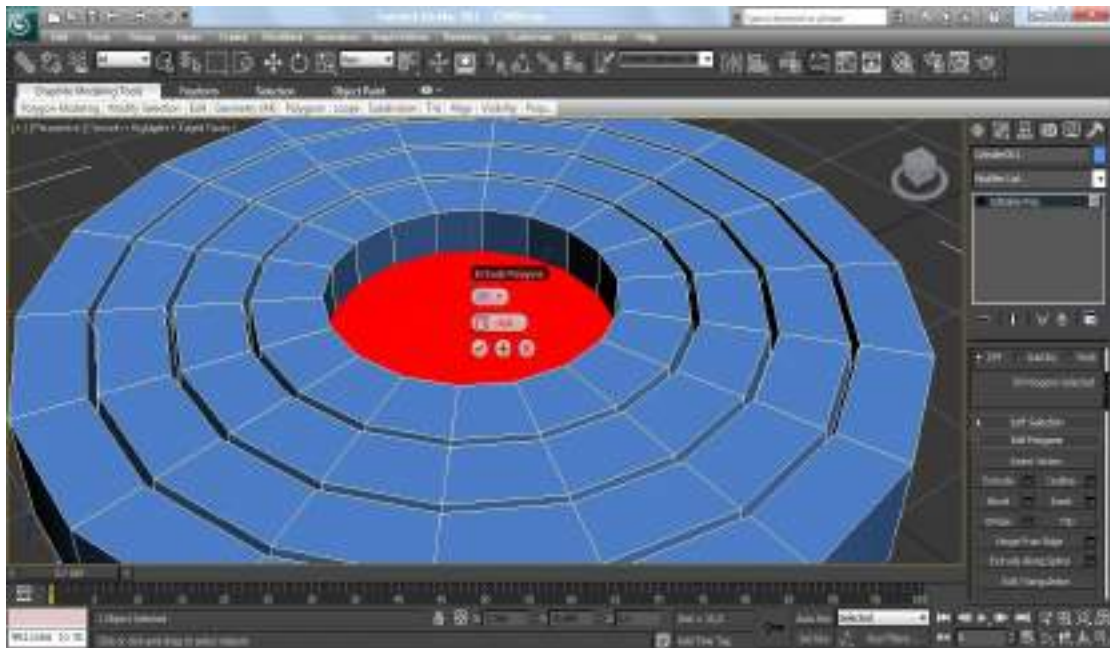


Рис.3.148. Робота функції **Extrude**

Виділяємо лінії, використовуючи функції **Loop** і **Ring**. Знаходимо функцію **Chamfer** і клікаємо на кубик біля неї. Вводимо числові значення функції (рис.3.149-3.150).

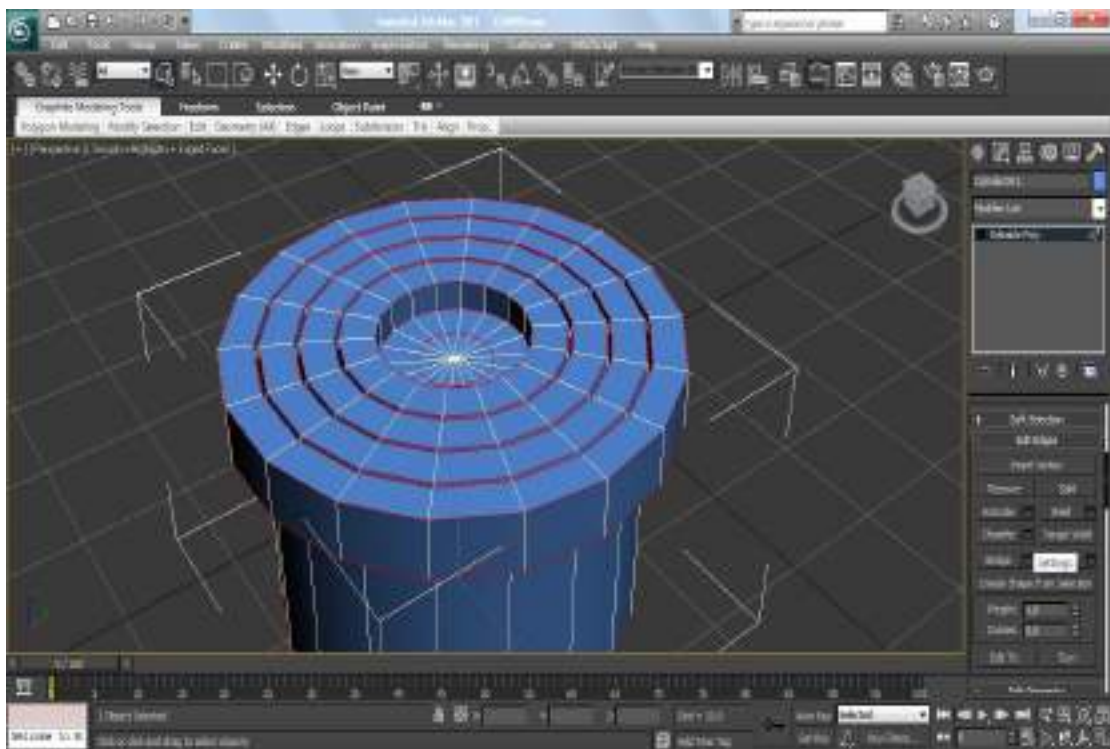


Рис.3.149. Виділені лінії для функції **Chamfer**

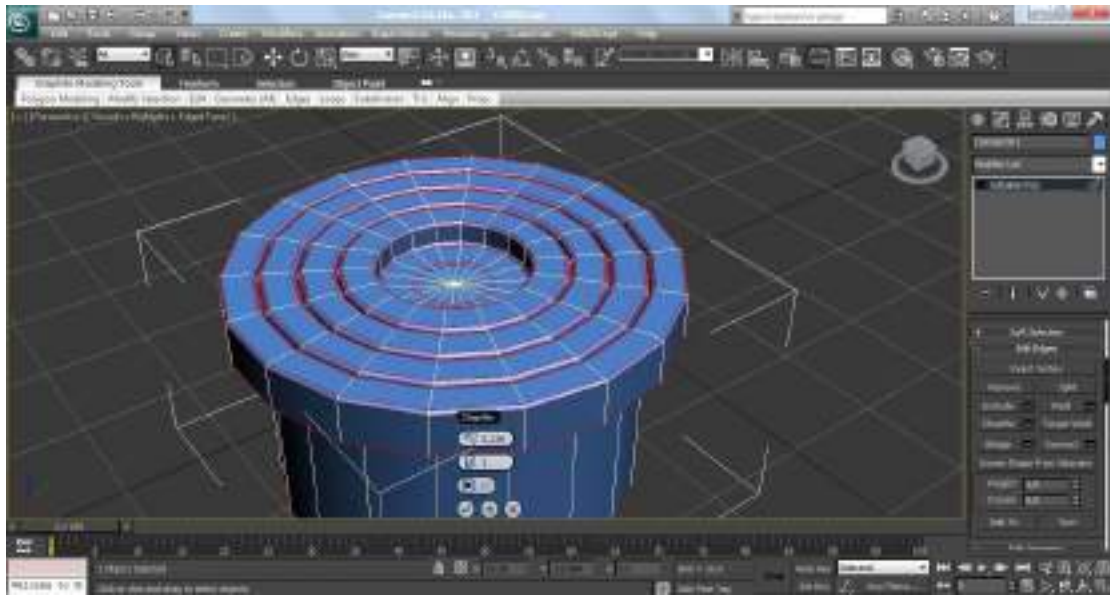


Рис.3.150.Робота функції **Chamfer**

У випадковому списку, що знаходиться вище, знаходимо і натискаємо на модифікатор **TurboSmooth** (рис.3.151). Після цього клікаємо на **Editable Poly**, щоб вийти з режиму редагування об'єкту.

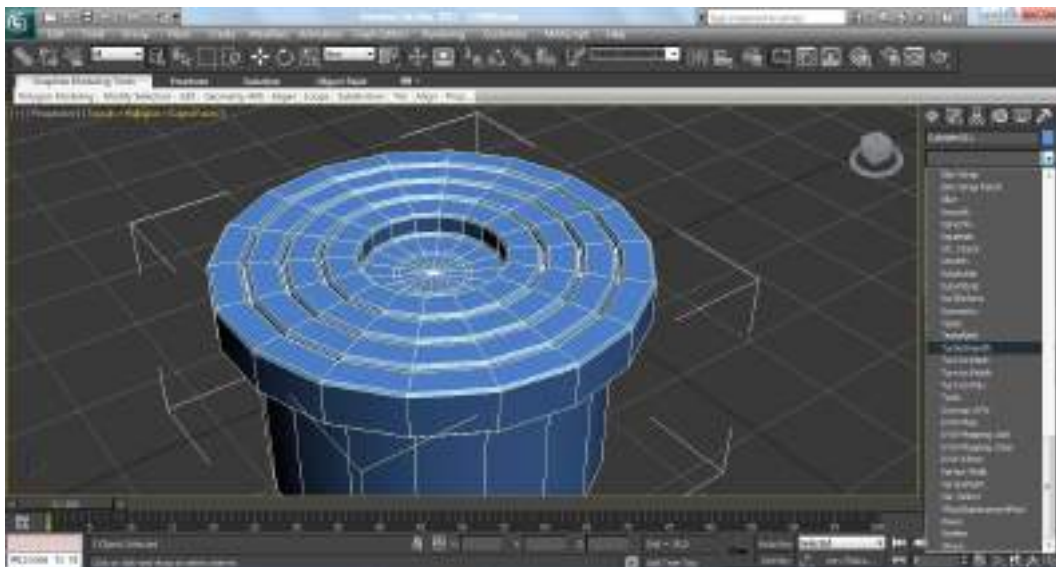


Рис.3.151. Список модифікаторів

Заходимо в **Hierarchy** (рис.3.152). Натискаємо на **Affect Pivot Only**, після чого тиснемо на **Center to Object**. Цими діями центруємо точку обертання відносно нашого об'єкту.

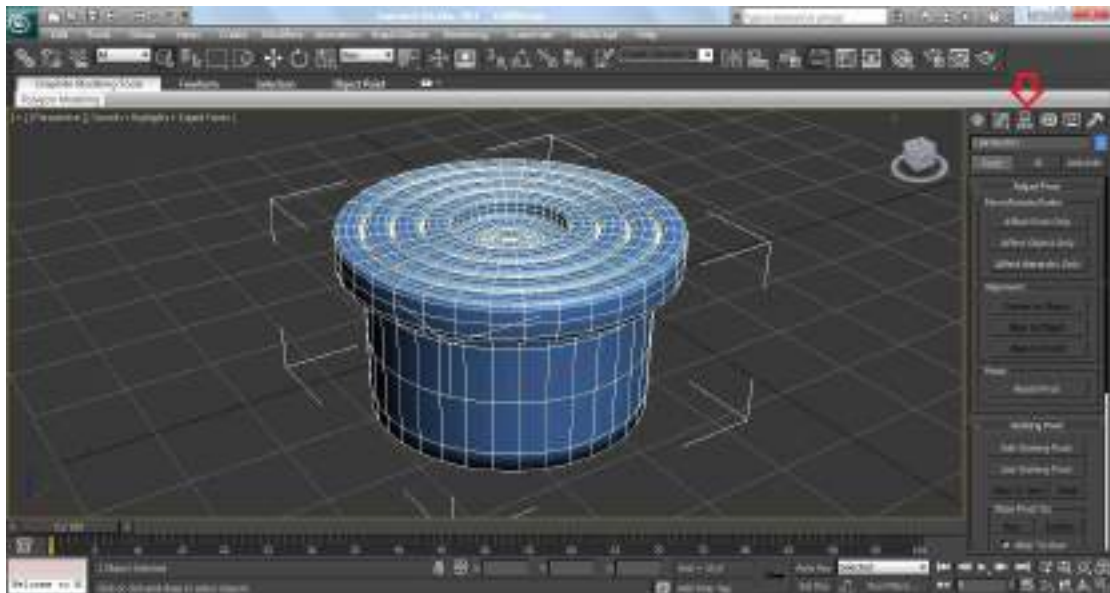


Рис.3.152. Місцезнаходження панелі **Hierarchy**

Заходимо знову в меню **Modify** (рис.3.153). У випадковому списку шукаємо модифікатор **Symmetry**.

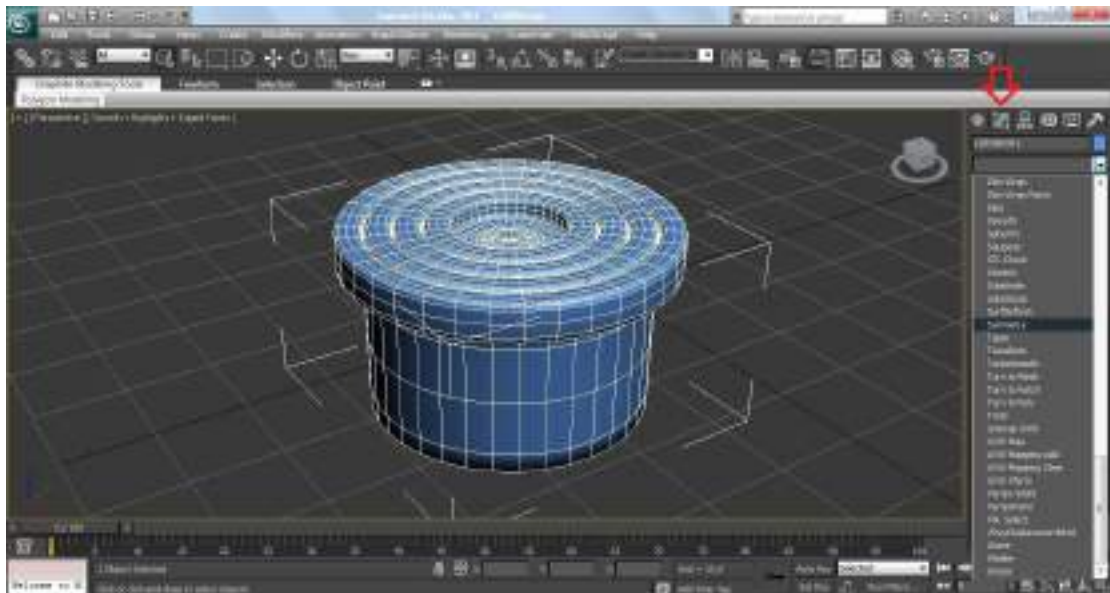


Рис.3.153. Місцезнаходження панелі **Modify** та списку модифікаторів

Обираємо вісь **Z** (рис.3.154).

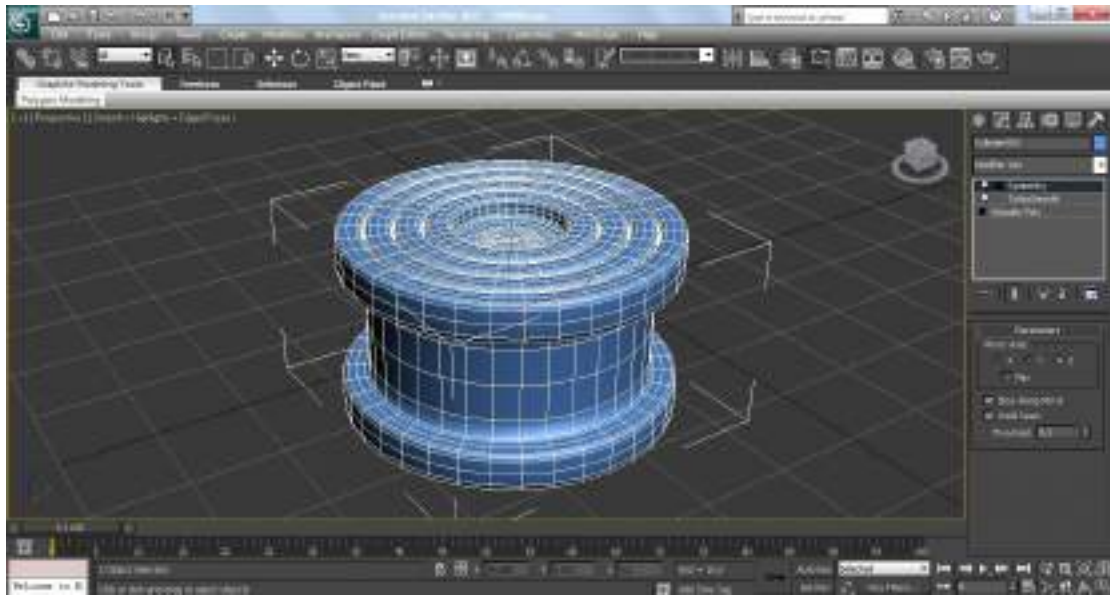


Рис.3.154. Модифікатор **Symmetry**

Клікаємо лівою кнопкою миші на функцію **Angle Snap Toggle**, щоб активувати її. Після цього клікаємо по ній правою кнопкою миші, щоб відкрити панель налаштувань. В графі **Angle** вводим значення 90. Тиснемо **Enter**, після чого закриваємо панель (рис.3.155).

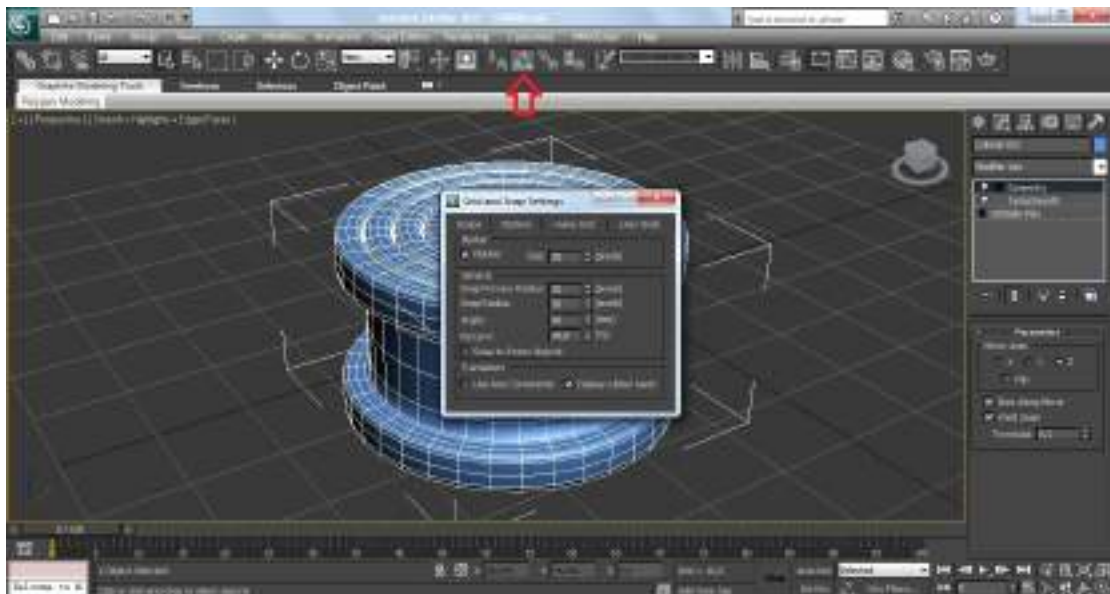


Рис.3.155. Функція **Angle Snap Toggle**

Розгортаємо наш об'єкт за допомогою інструменту **rotate** (гаряча клавіша "E"). Тепер ми можемо використовувати цей об'єкт. Створюємо і розміщуємо решту додаткових деталей і модель автомобіля готова (рис.3.156).



Рис.3.156. Повністю готова модель автомобіля

Виконання анімації пожежного автомобіля

Для того, щоб виконати анімацію переміщення, потрібно виділити об'єкт (машину) і натиснути знизу на **AutoKey** (рис. 3.157).

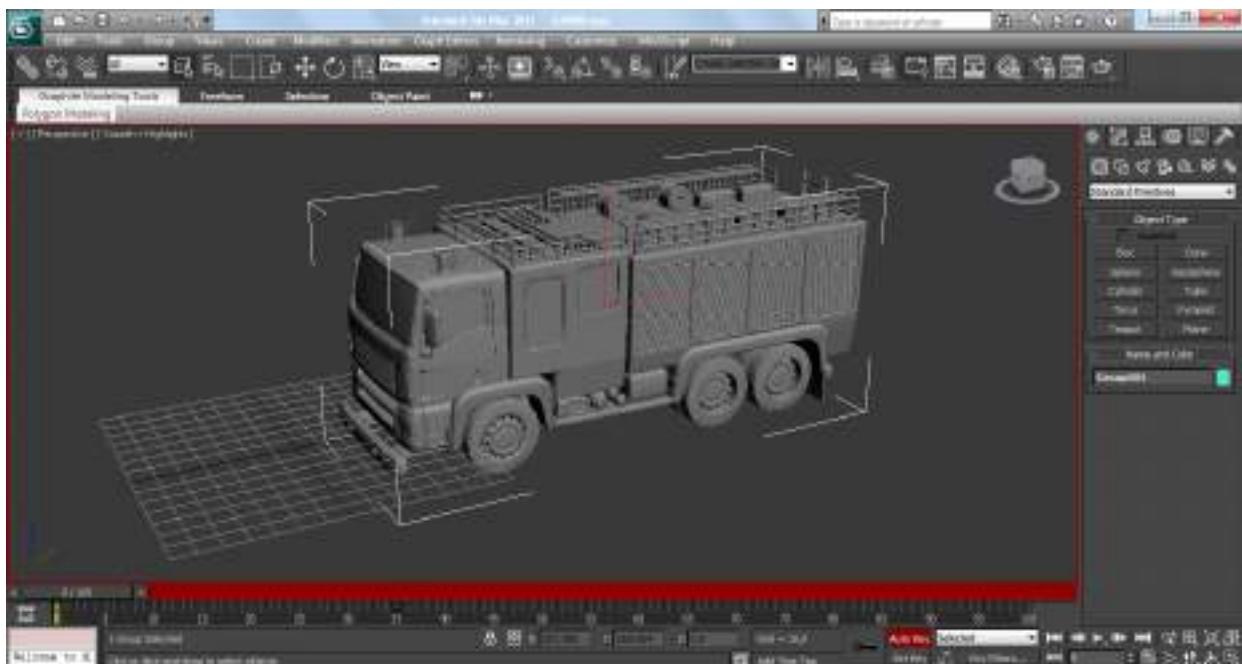


Рис.3.157. Початок створення анімації пересування пожежного автомобіля

Переходимо на 35 кадр і за допомогою інструменту **Move** (Гаряча клавіша **W**) переміщуємо наш об'єкт в просторі (рис.3.158). Теж саме можна зробити з будь-яким об'єктом, наприклад, колесами, тільки замість переміщення задаємо обертання за допомогою інструменту **Rotate** і функції **Angle Snap Toggle**, щоб розвернути колесо на певну кількість градусів.

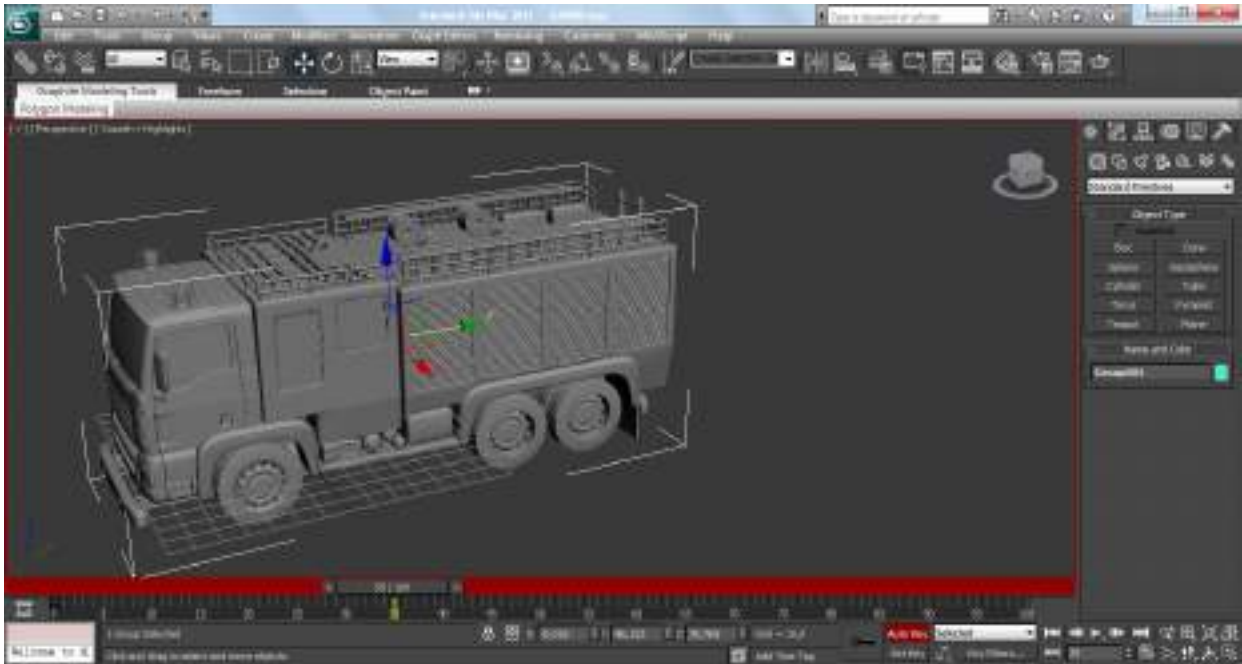


Рис.3.158. Готова анімація пересування

Тепер вимикаємо **AutoKey** і тиснемо **Play**, щоб побачити результат (рис. 3.159-3.161). Також можна конвертувати готовий результат у відеофайл. Для цього натискаємо **F10** і у вкладці **Common Parameters** знаходимо **Time Output**, де обираємо увесь проміжок часу з першого по останній кадр або вводим з якого по який кадр рендерити відео. Наприклад, в даному випадку можемо ввести значення для рендеру від першого по тридцять п'ятий, тоді ми побачимо всю анімацію від початку, або можемо ввести проміжок від, наприклад, десятого по двадцятий кадр, тоді ми матимемо відеофайл тривалістю 10 кадрів.

На рис. 3.159-3.161приведений випадок, коли зазначено усі 35 кадрів.

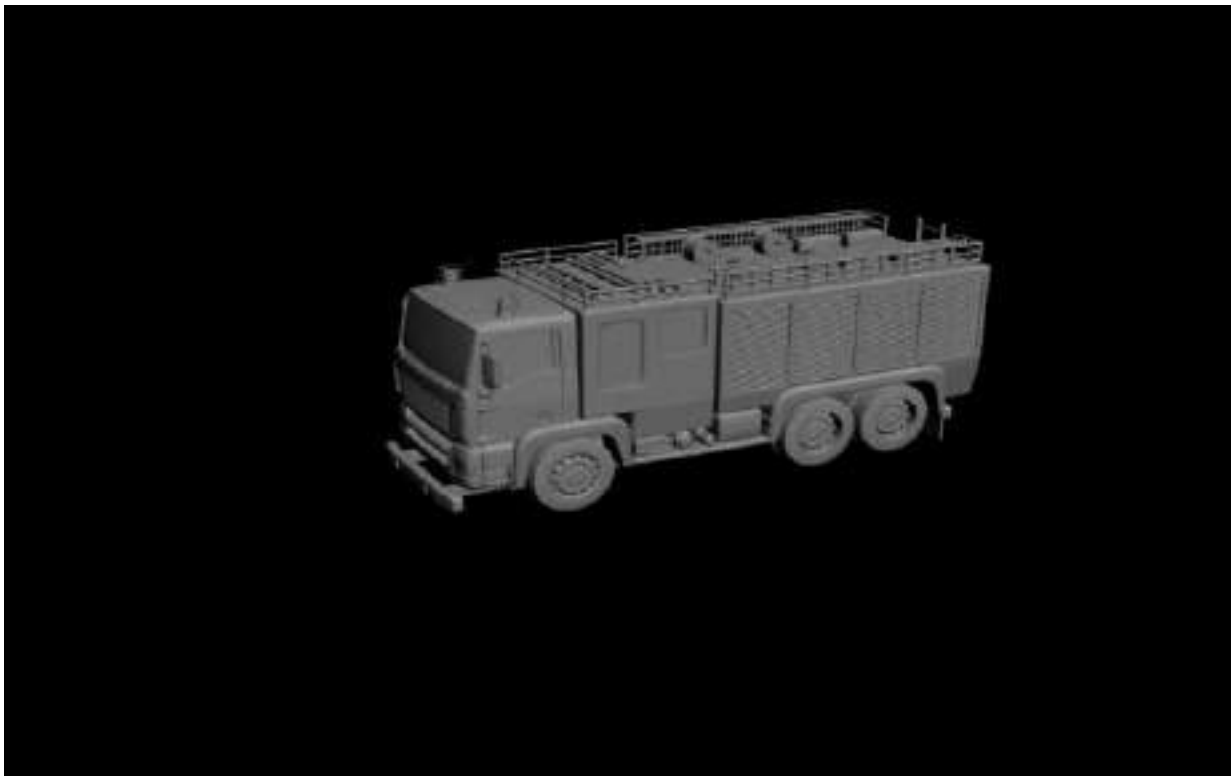


Рис.3.159. Початкова фаза руху автомобіля

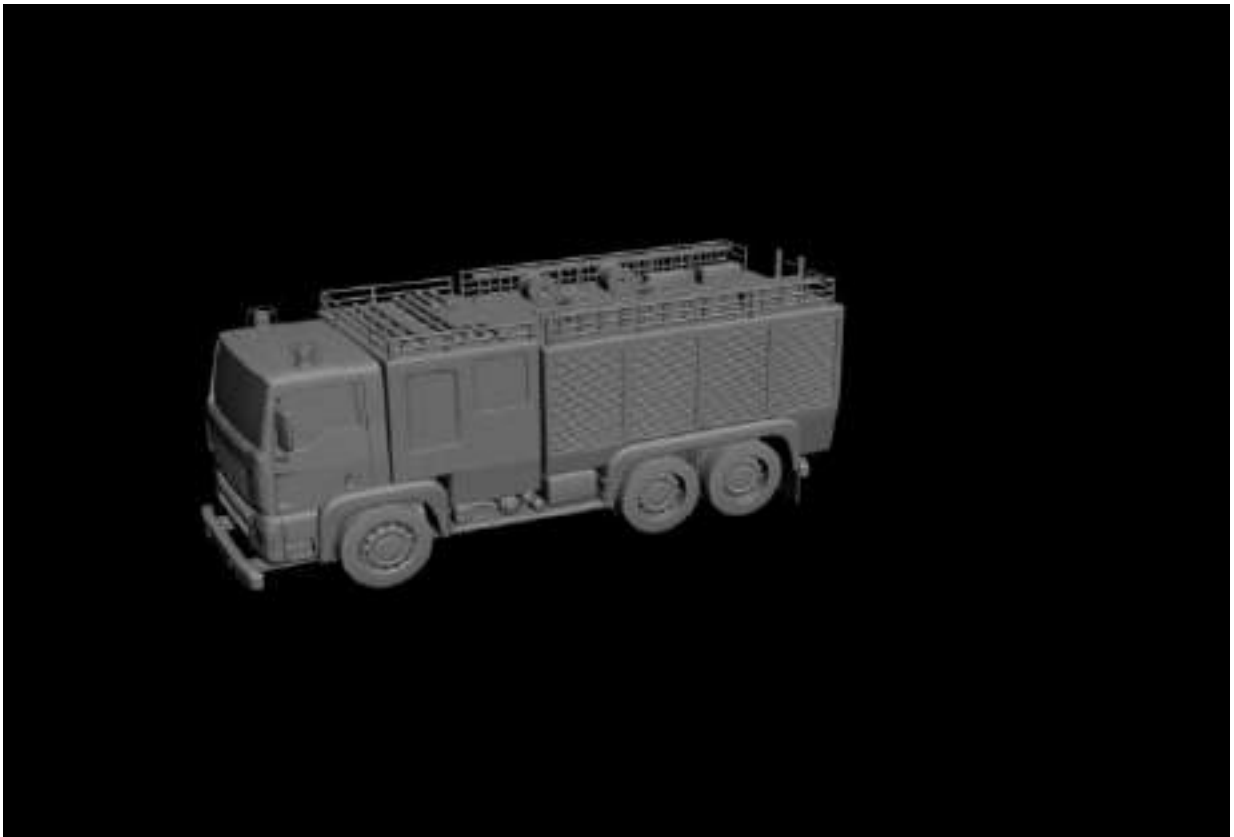


Рис.3.160. Проміжна фаза руху пожежного автомобіля



Рис.3.161. Кінцева фаза руху пожежного автомобіля з розворотом переднього колеса вліво

Зважаючи на обмеженість матеріальних ресурсів у навчальному процесі, можна вважати, що використання подібних моделей є іноваційним та доцільним. Це дозволяє курсантам та студентам легко й доступно вивчати комплектування пожежної техніки та обладнання.

Запитання та завдання для самоперевірки

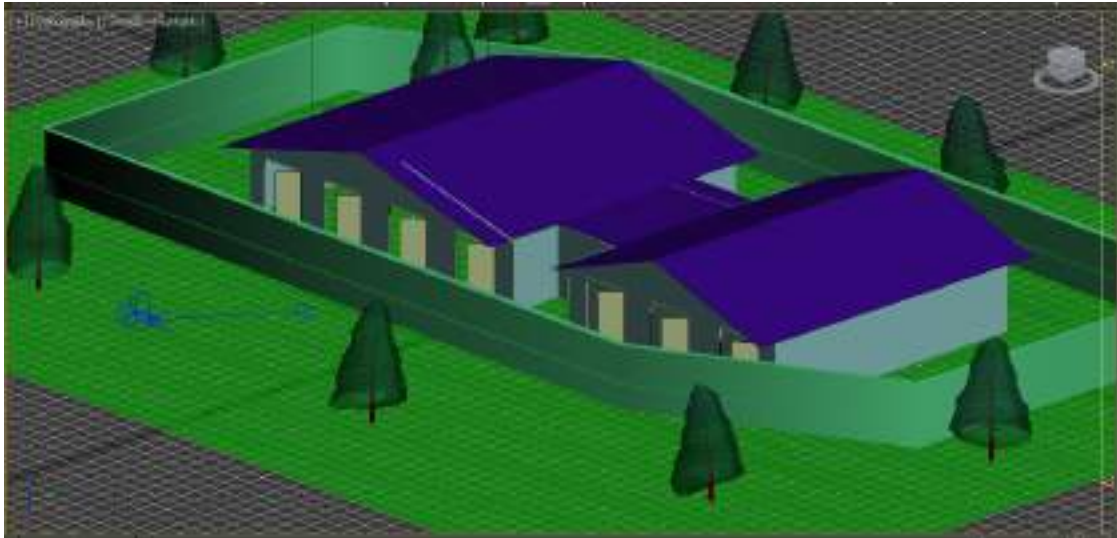
1. В чому полягає суть технології **nurbs**?
2. Які можливості надає вміст панелі **Creation Toolbox** для **NURBS** моделювання.
3. Які можливості надає використання опорних контурів-проекцій в процесі створення тривимірних моделей об'єктів?
4. Вказати засоби **3DS MAX** для підвищення реалістичності одержуваних зображень.
5. Як відбувається процес рендеру створеного тривимірного об'єкту?
6. Для чого використовуються камери у просторовому моделюванні?
7. Для чого використовується функція **Import** в **3DS MAX**?

РОЗДІЛ 4 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ 3DS MAX У МОДЕЛЮВАННІ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

4.1. Побудова моделі будинку

Мета роботи: ознайомлення з основами роботи програми 3DS Max, можливостями та додатковими функціями.

Завдання: побудувати модель будинку.



Хід роботи

1. Створимо нову сцену на допомогу запрошення **New using Selected** справа внизу або комбінації клавіш **ctrl+n** (рис. 4.1).

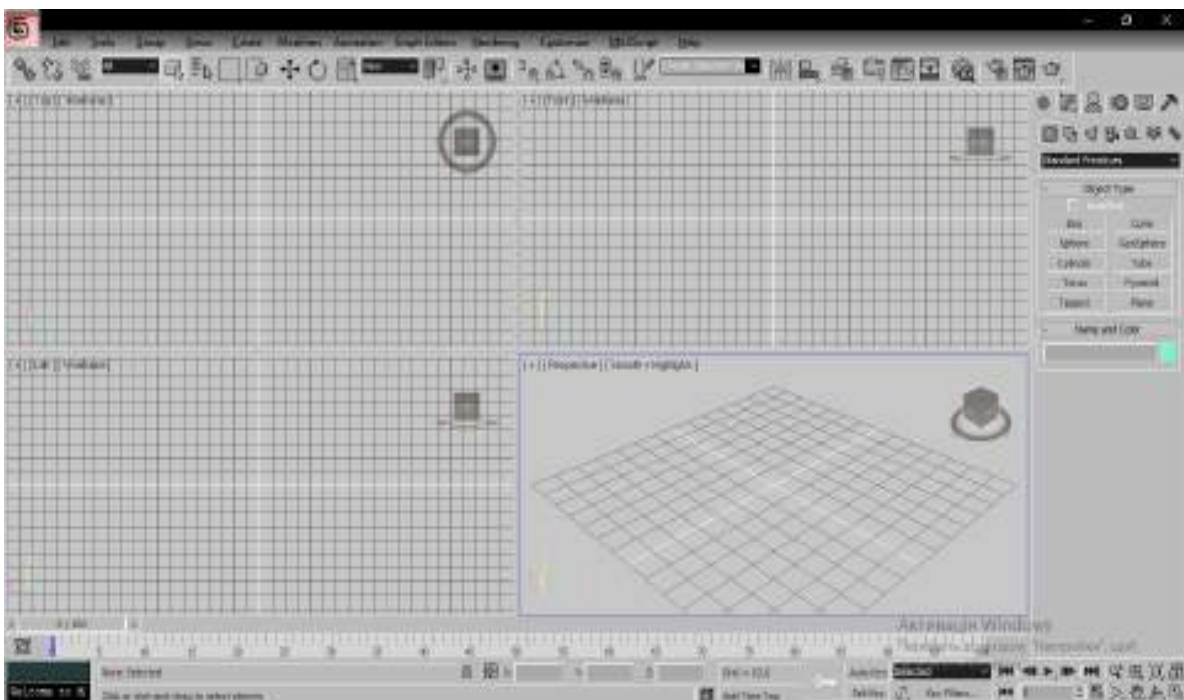


Рис.4.1. Створення нової сцени

2. Створимо стіни. Для цього необхідно вибрати вгорі справа **+create/Standart Primitives/aecextended/wall**, включивши магнітну прив'язку **3D, Snaps Toggle**, вгорі справа від центра, почнемо будувати стіни на площині з видом зверху (рис. 4.2). Задамо, наприклад, **Heigt:26, Widht:2,Enter**. Виконання завершимо **лкм/так/пкм**.

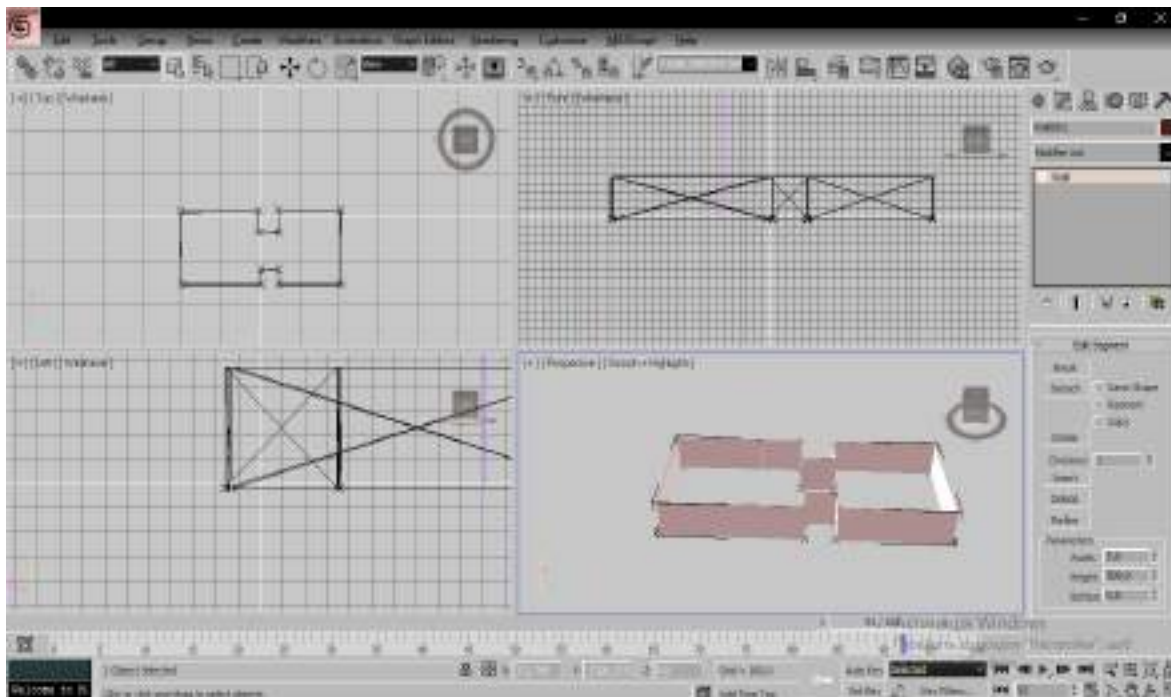
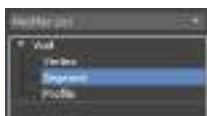


Рис.4.2. Побудова стін

3. Для створення даху будинку необхідно сформувати два фронтони. Для цього слід набрати **wall/ modify** біля



+, натиснемо на **трикутник** біля **wall/segment**, виділимо необхідну частину стіни, **лкм** виберемо **profile**, введемо значення **height** на зручне, наприклад, 40, натиснемо на стіну, далі натиснемо **create gable** і **delete** (рис. 4.3). Другий фронтон будуємо так само. Вертикальну сітку в **Perspective** заберемо, натискаючи **лкм** на **profile**, або у вікні **Perspective** за допомогою **Vertex**.

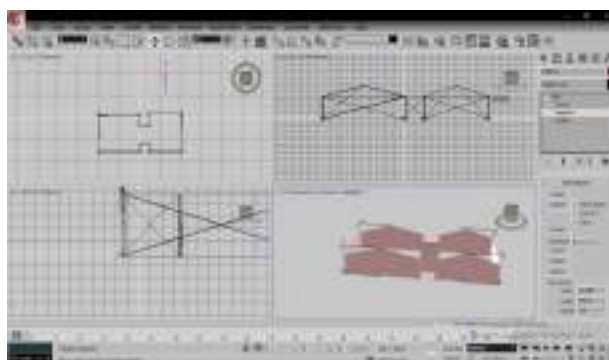


Рис.4.3. Створення каркасу даху

4. Після створення фронтонів необхідно створити дах як стіни, задавши висоту і ширину. Для цього у профільній площині проєкцій, попередньо вибравши **wall**, будуємо дах **лкм**, наприкінці **пкм**. Переходимо у **modify/ wall/ segment** і з допомогою **Bottom Offset** і **Height** змінюємо ширину даху (рис. 4.4). **Bottom Offset** можна задавати знак+ або -, рухаючи дах вправо або вліво. За допомогою **Height** розтягуємо дах вправо або

вліво. Щоб рухалися обидві частини даху, треба **Ctrl/лкм** навести на обидві частини даху.

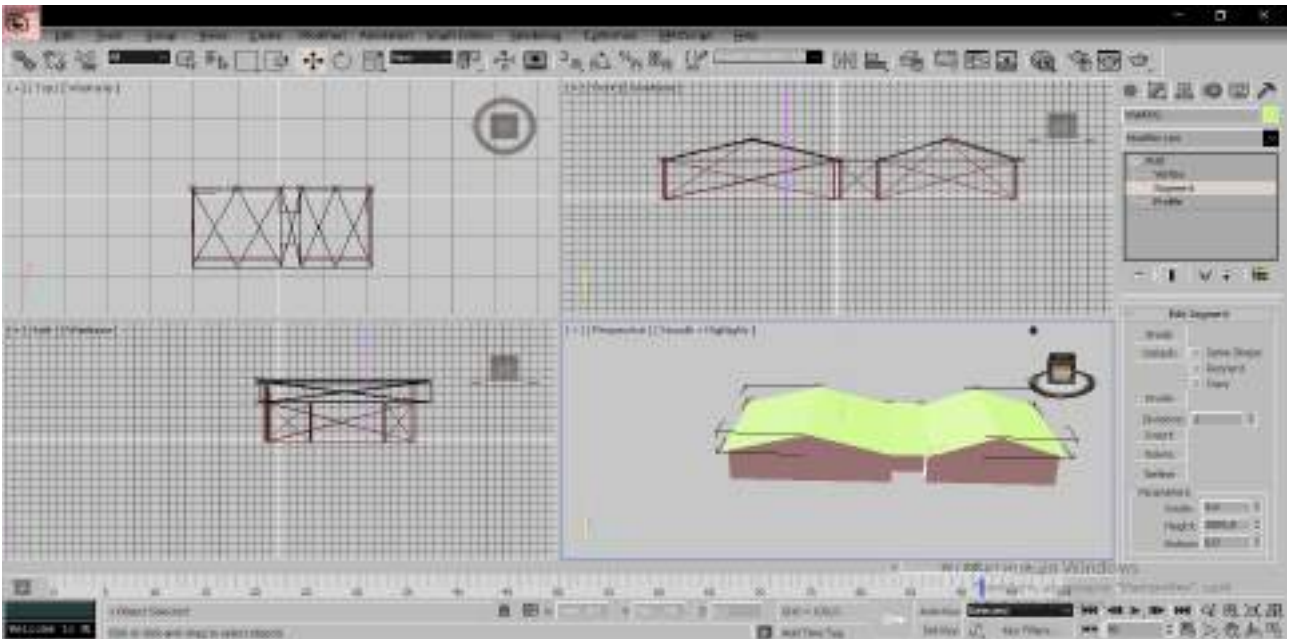


Рис.4.4. Побудова даху

5. Якщо у моделі є звуження будинку і тому дах великої ширини там зайвий, можна його звузити. Для цього потрібно вибрати центральний сегмент даху та вказати необхідні параметри **height** і **width** (рис.4.5).

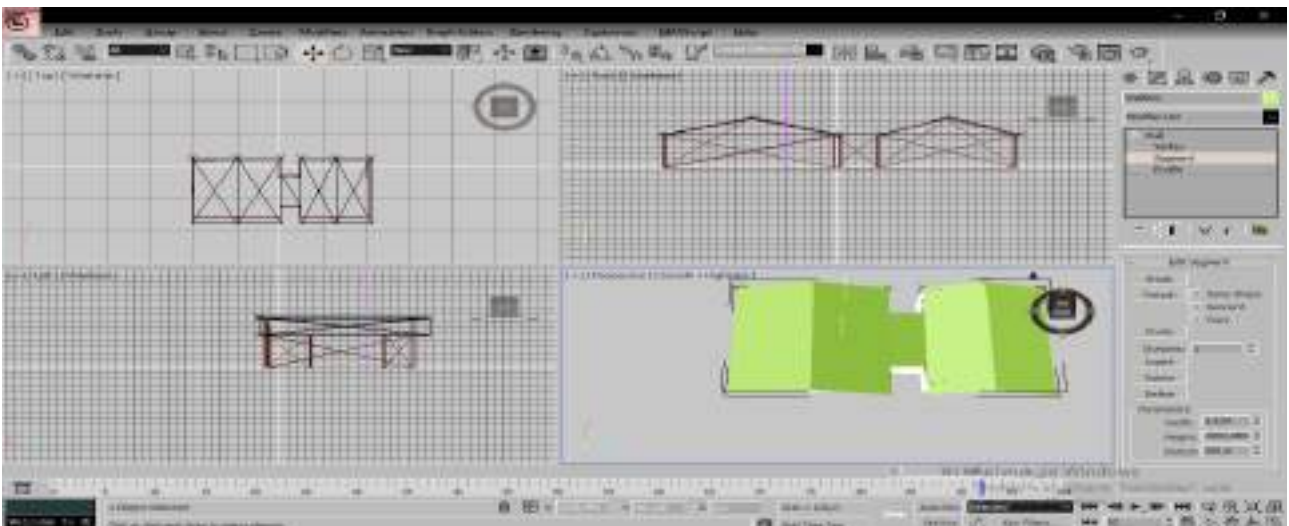


Рис.4.5. Форматування даху

6. Після успішного створення стін та даху необхідно створити вікна та двері. Для цього використаємо **create /accextended /windows /casement** та вкажемо зручні параметри: 10, 10, 3. Створюємо вікна на виді згори **лкм**, натиснемо на нього, переведемо мишку, не натискаючи, вертикально, задамо висоту вікна і натиснемо **лкм**. Розміри вікна контролюємо на 3Д. Після створення одного вікна розмножимо їх за допомогою комбінації клавіш **ctrl+c** та перенесемо їх вздовж стіни таким чином. Натиснемо **Animation** вгорі на панелі інструментів,

ctrl+v, **OK** і мишкою відсунемо вікно у потрібне місце на стіні. Щоб вікно було на стіні, треба, щоб ширина стіни була меншою за ширину вікна (рис. 4.6).

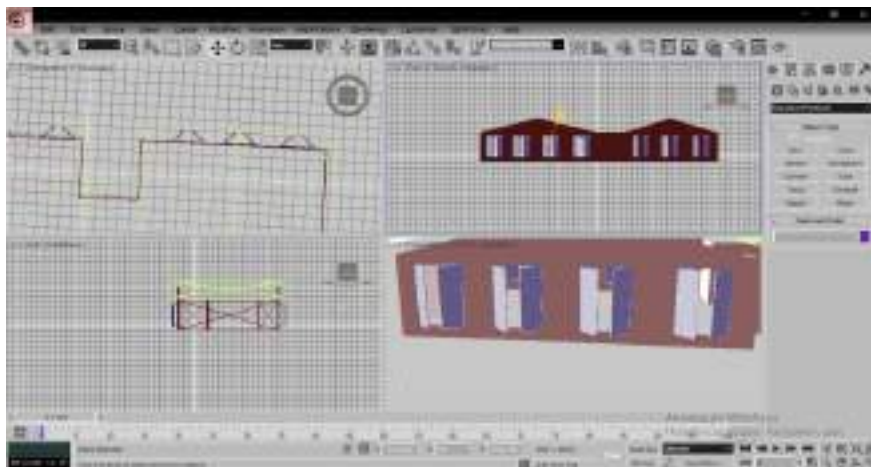


Рис.4.6. Формування вікон



7. Для створення дверей як вікон слід вибрати **create/doors/sliding** та встановити їх **ЛКМ** у вертикальну стіну у горизонтальній площині. Висоту задати мишкою, не натискаючи на неї, контролювати процес моделювання в 3Д (рис. 4.7).

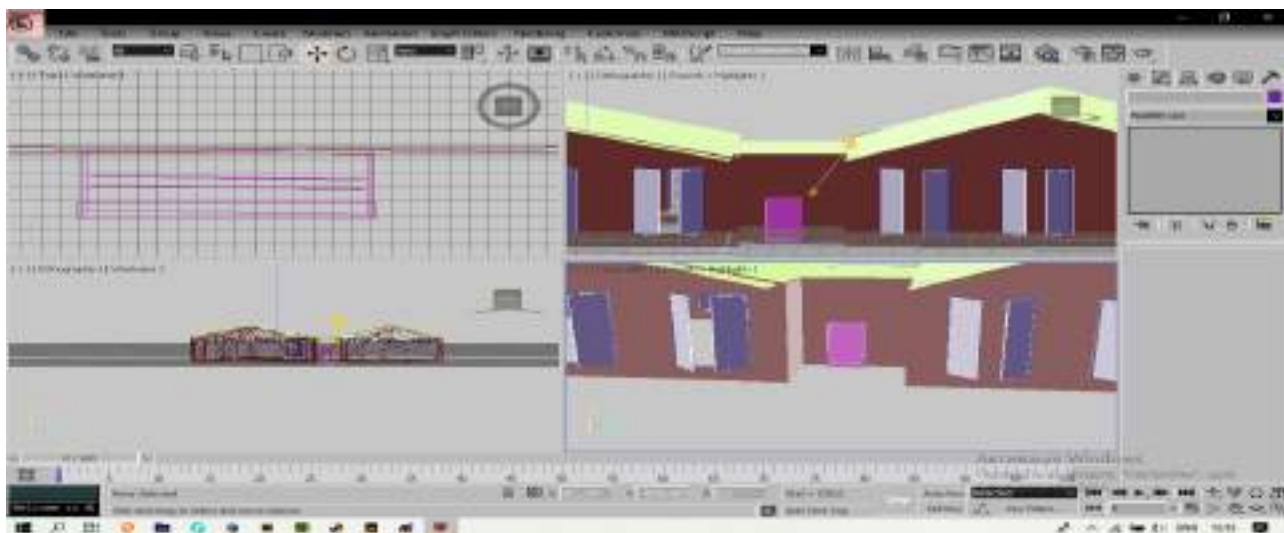


Рис.4.7. Побудова дверей

8.Для зовнішньої закінченості будинку створимо паркан та посадимо декілька дерев. Для цього потрібно



перейти на архітектурні об'єкти **aecextended/railing**. Будуємо паркан як стіни: лкм проводимо паркан, зафіксуємо, задаємо мишкою висоту (рис. 4.8).

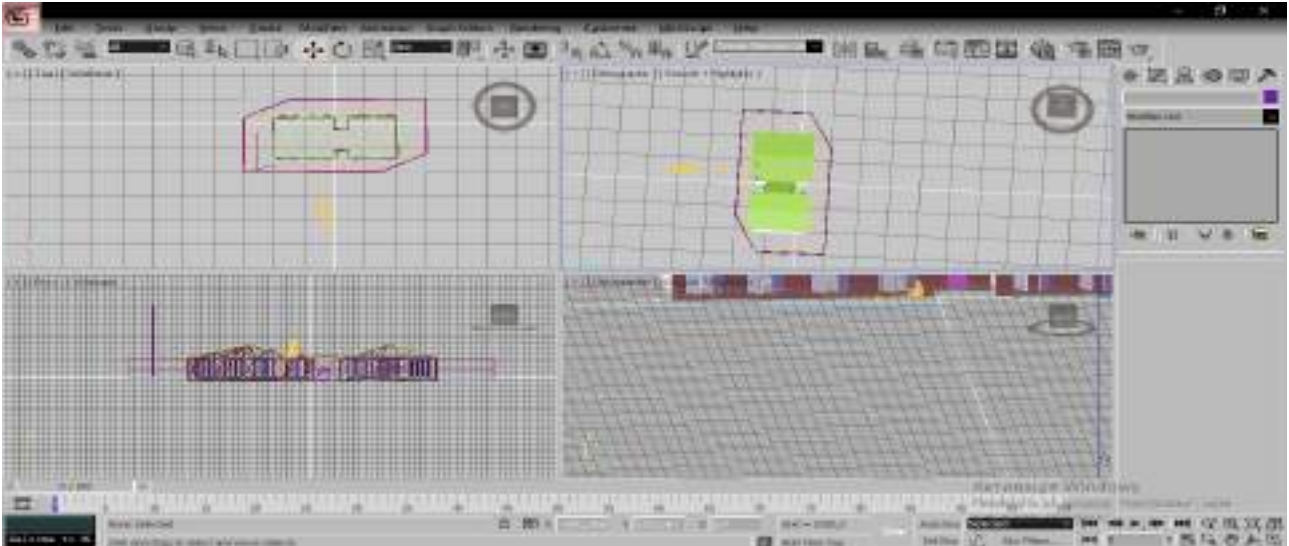


Рис.4.8. Створення паркану

8.Щоб будинок не перебував у повітрі, створимо газон. Для цього виберемо **create/ Standart Primitives/geometry/plane** (рис. 4.9). Будуємо у горизонтальній площині проєкції, мишкою задавши два протилежних кути прямокутника.

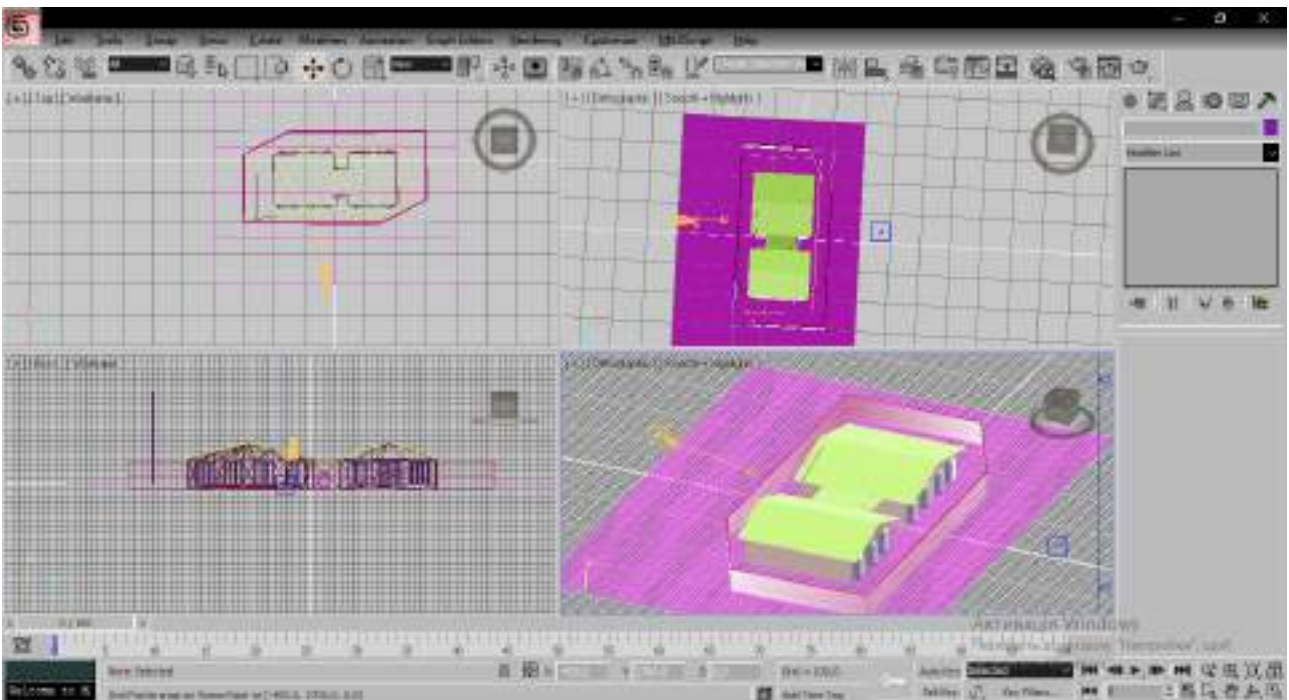
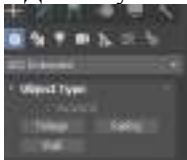


Рис.4.9. Побудова газону

9. Для візуально приємнішого вигляду створимо затишок за допомогою дерев. В **aeextended /foliage**



вибираємо зображення хвойного дерева і переносимо його на план. Висоту дерева задамо у **modify/ Height:** наприклад, 15 (рис. 4.10).

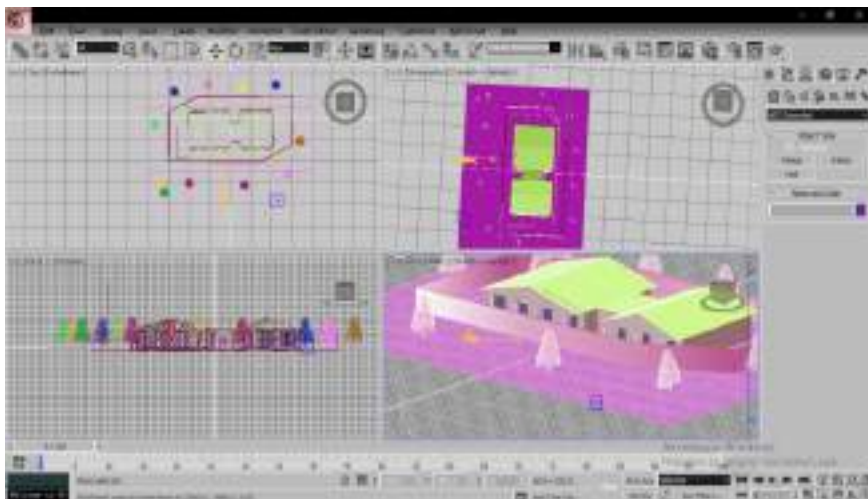


Рис.4.10. Посадка дерев

4.2. Побудова моделі шахової фігури

Мета роботи: ознайомлення з сплайнами **spline**.

Завдання: Створити модель шахової фігури (офіцер) у **3DS Max** за допомогою сплайнів.



1. Створимо нову сцену на допомогу комбінації клавіш **ctrl+n** (рис. 4.11).

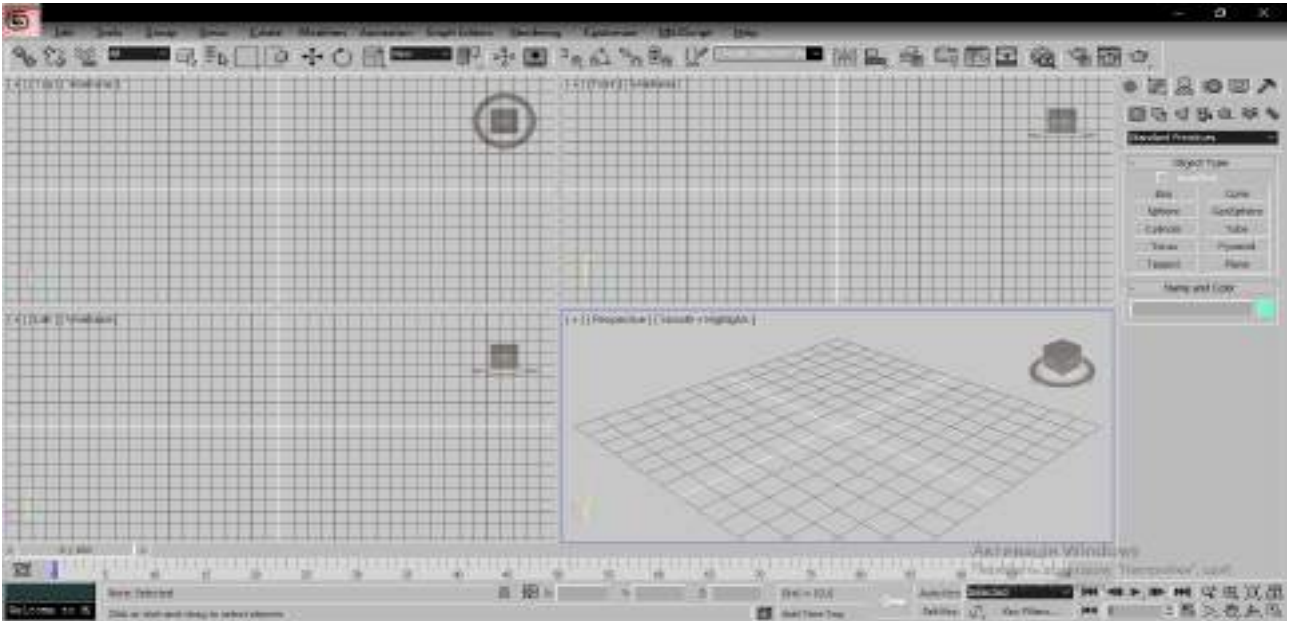


Рис.4.11. Створення нової сцени

2. Для того, щоб створити модель шахової фігури, необхідно додати її зображення на задній фон. Це робиться за допомогою комбінації клавіш **ALT+B** (англ). З'являється вікно **Viewport Configuration**. Там необхідно поставити точки в колах **Use files** і **Match Bitmap**, далі **Files**. З'являється вікно **Select Background Image** (рис. 4.12). Виберемо зображення фігур з Інтернету: Опера—у пошукових запитах вказуємо **Шахові фігури**, знаходимо вгорі зліва **Картинки** – лкм. З'являється зображення шахових фігур. Вибираємо фігури як на (рис. 4.13). Далі лкм клацаємо по фігурах, у падаючому меню вибираємо **Зберегти зображення як...** і лкм. Переходимо в **Робочий стіл**, лкм, надаємо ім'я файлу **Креслення і Зберегти**, лкм.

Переходимо в **3DS Max**. У вікні **Select Background Image** вибираємо зліва **Робочий стіл**, лкм клацаємо по моделі фігури **офіцер** у файлі **Креслення**. Далі **Open** справа і **ОК**. Фігури з'являються у 3D - вікні внизу.



Рис.4.12. Форма добавлення зображення

3. Орбіту вгорі справа в 3Д ставимо на фронтальну проекцію. Як результат отримаємо фонове зображення на робочій області (рис 4.13)



Рис.4.13. Шаховий фон

4. Далі переходимо у вкладку **shapes**, справа нижче біля **Create - spline** і з переліку вибираємо **spline – line**,



ЛКМ. Обводимо потрібну фігуру згори вниз по осі, вліво і догори короткими відрізками прямих. Замикаємо **close spline** так. Проте необхідно звернути увагу, що налаштування повинні бути задані



такі: **Modife-line - Initial type -> conner, Drag type -> bezier** (рис.4.14).



Рис.4.14. Малювання сплайну

5.Щоб згладити контури **пкм** на лінії фігури вибираємо **Smooth** (рис. 4.15).



Рис.4.15. Меню редагування точок

6.Після вказаних маніпуляцій отримаємо наступний сплайн (рис. 4.16).

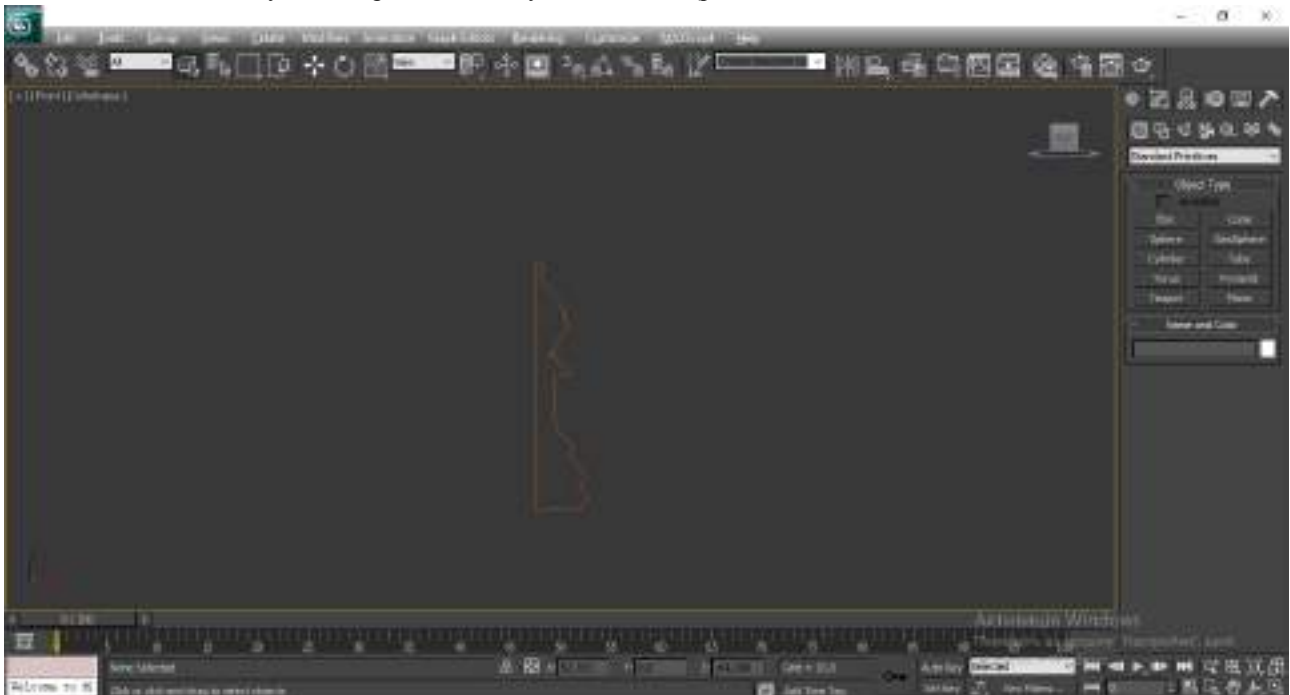


Рис.4.16. Кінцевий сплайн

7.Сплайн перетворюємо в 3д об'єкт: **modify – line - vertex** (рис. 4.17).



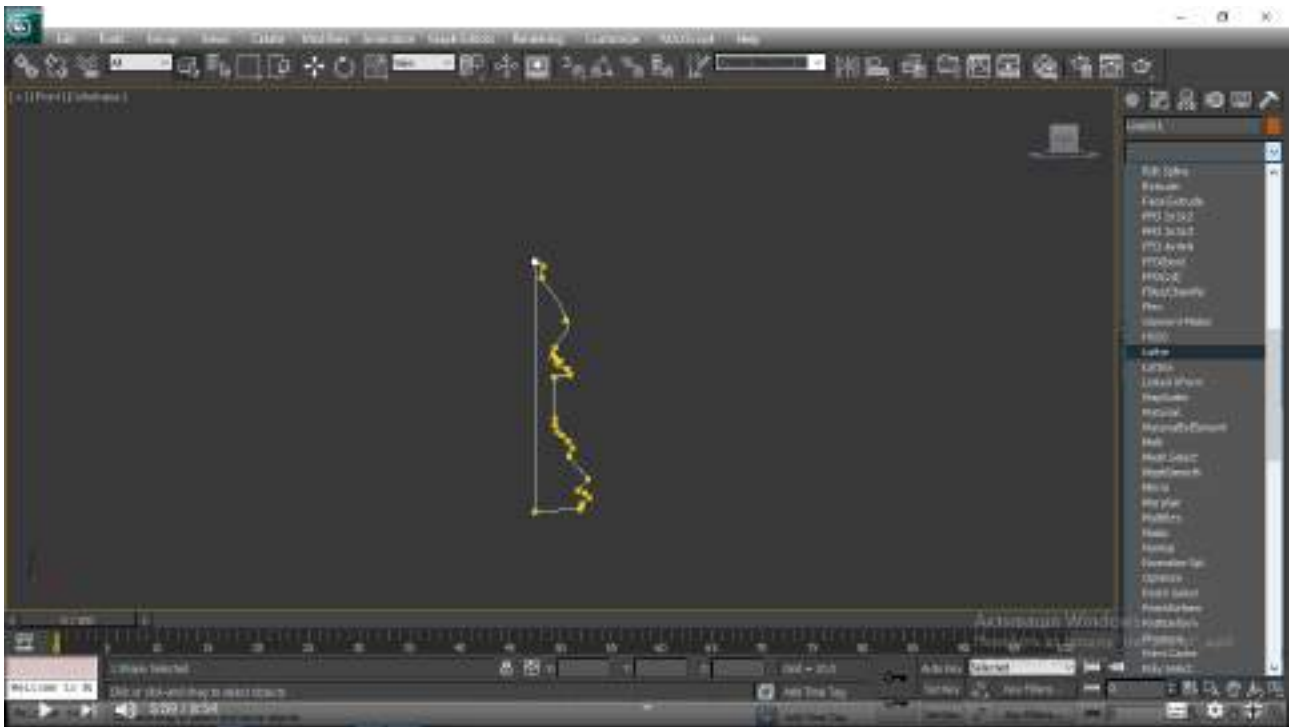


Рис.4.17. Робота з точками

8. Після вказаних дій вибираємо з переліку і натискаємо на **Modify list**. Шукаємо з переліку **lathe**



9. В результаті отримуємо накидку фігури (рис.4.18).



Рис.4.18. Прикріплення фігури

10. Щоб прирівняти модель фігури правильно, у пункті **align** справа внизу вибираємо **min** (рис. 4.19).



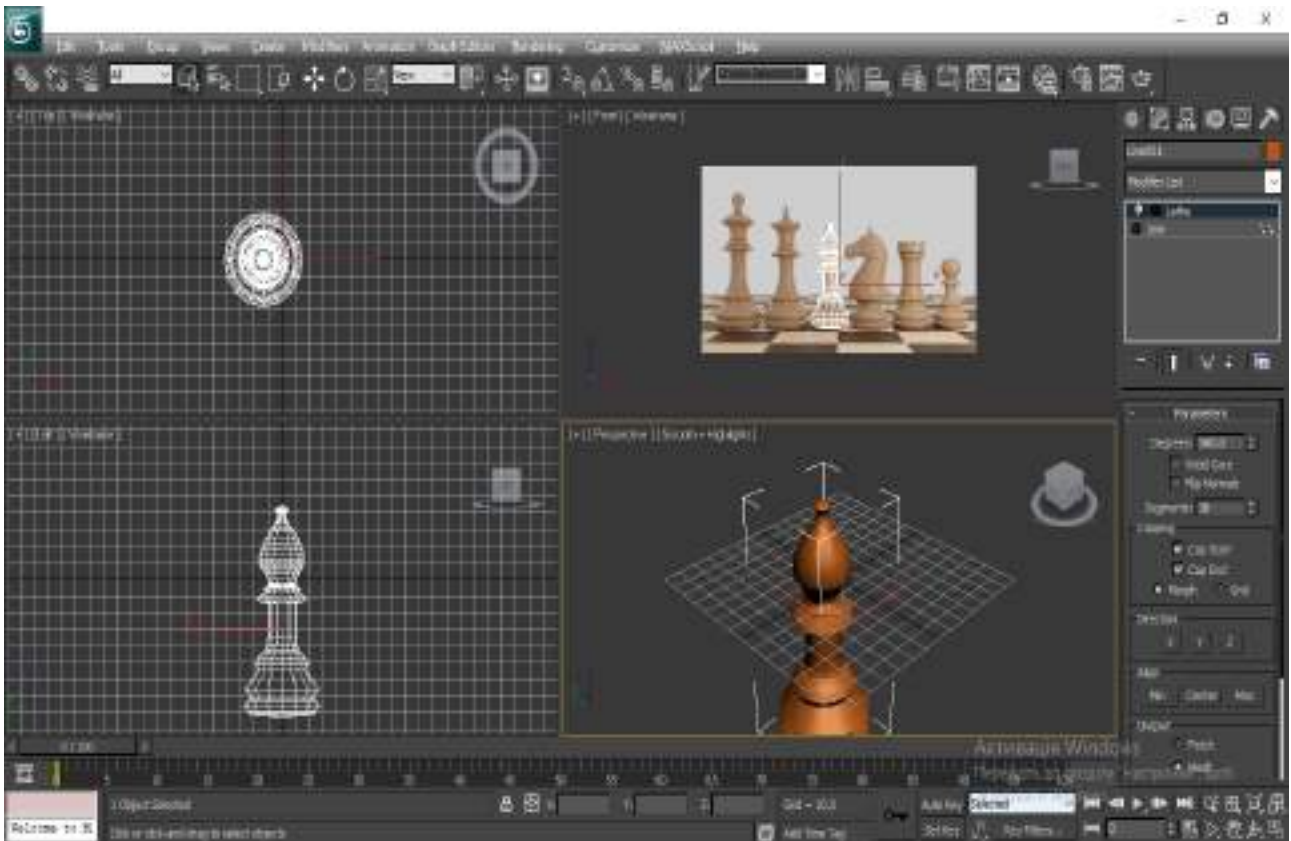


Рис.4.19. Прирівняння фігури

11.Щоб згладити модель шахової фігури офіцер, обираємо робоче поле **segments**, яке знаходиться справа над **align**. В ньому проставляємо максимальне значення 159. Далі натискаємо **Enter** (рис.4.20).



Рис.4.20. Згладження фігури

12.В результаті виконання команд отримуємо модель фігури (рис. 4.21).

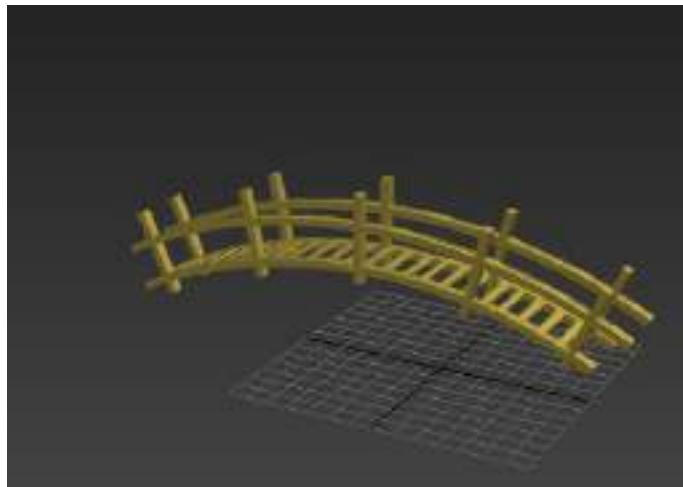


Рис.4.21. Готова модель фігури

4.3. Побудова моделі моста

Мега роботи: освоїти роботу з базовими інструментами побудови 3D - моделей та ознайомитись з роботою **Editable Poly** і його функціями.

Завдання: побудувати модель моста.



Хід роботи

1. Створимо нову робочу сцену на допомогу комбінації клавіш **ctrl+n** (рис. 4.22).

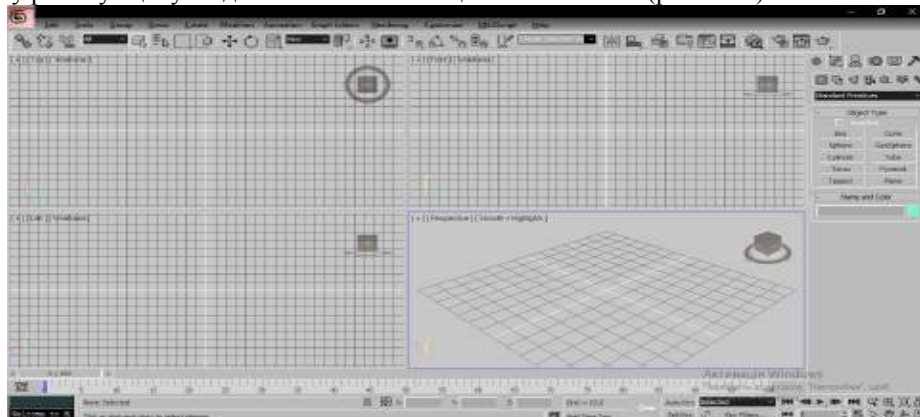
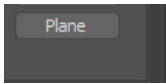


Рис.4.22. Створення нової сцени

2. Створимо перший об'єкт. Для цього виберемо **Create->Geometry->Standart primitives->Object type -> plane**



і намалюємо вертикальний прямокутник на горизонтальній проекції (рис. 4.23). Клікнемо **ПКМ** на вільному полі.



Рис.4.23. Формування прямокутника

3. Наводимо курсор миші на створену фігуру і натискаємо **ПКМ -> convert to -> convert to editable poly**, лкм (рис. 4.24).



Рис.4.24. Шлях для **convert to editable poly**

4. Щоб перетворити об'єкт з 2д в 3д модель, використовуємо **modif-> modifier list -> shell** (рис. 4.25), де задаємо висоту: **modif-> modifier list -> shell ->parameters->inner amount:1.04** (рис. 4.26) фігури. Таким чином перетворюємо її у 3д об'єкт.

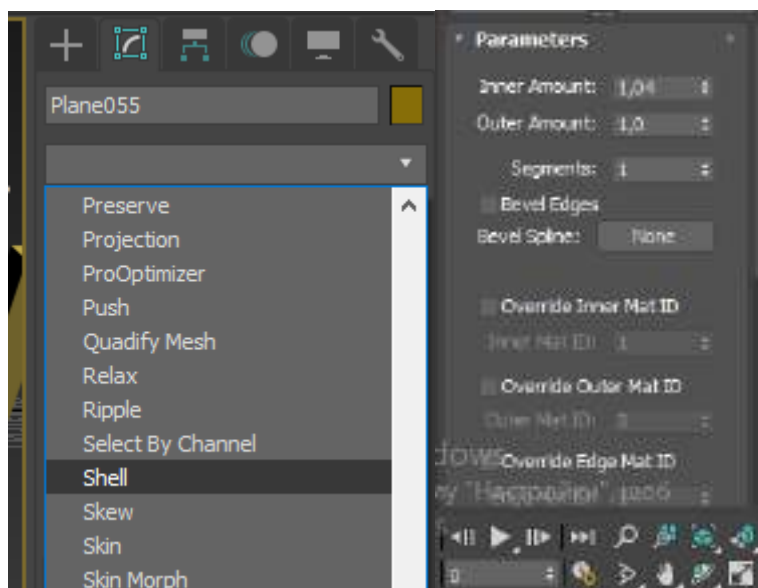



Рис.4.25. Шлях для **shell**

Рис.4.26. Шлях для **inner amount**

5. Для побудови моста слід розмножити об'єкт. Для цього виділяємо на горизонтальній проекції ЛКМ об'єкт, натискаємо на клавіатурі **shift** і **Select and move** . Відтягуємо об'єкт ЛКМ разом із затиснутою клавішею **shift**. Відпускаємо **shift** і ЛКМ. У щойно відкритому вікні ставимо галочку навпроти **Instance** і натискаємо **OK** і ЛКМ на вільному полі горизонтальної площини (рис. 4.27). Отримуємо два об'єкти (рис. 4.28).

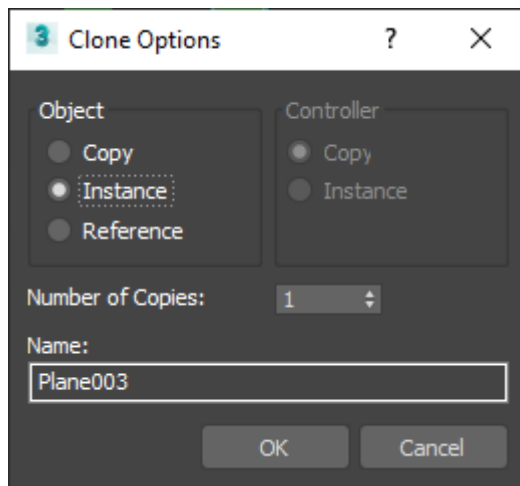


Рис.4.27. Шлях для **Instance**

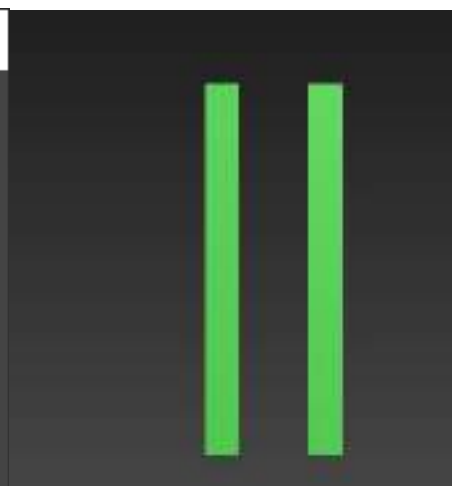


Рис.4.28. Результат розмноження об'єктів

Аналогічно розмножуємо об'єкт для одержання достатньої їх кількості для побудови моста. В процесі копіювання бажано розставляти об'єкти у вигляді накидки до мосту (рис. 4.29).

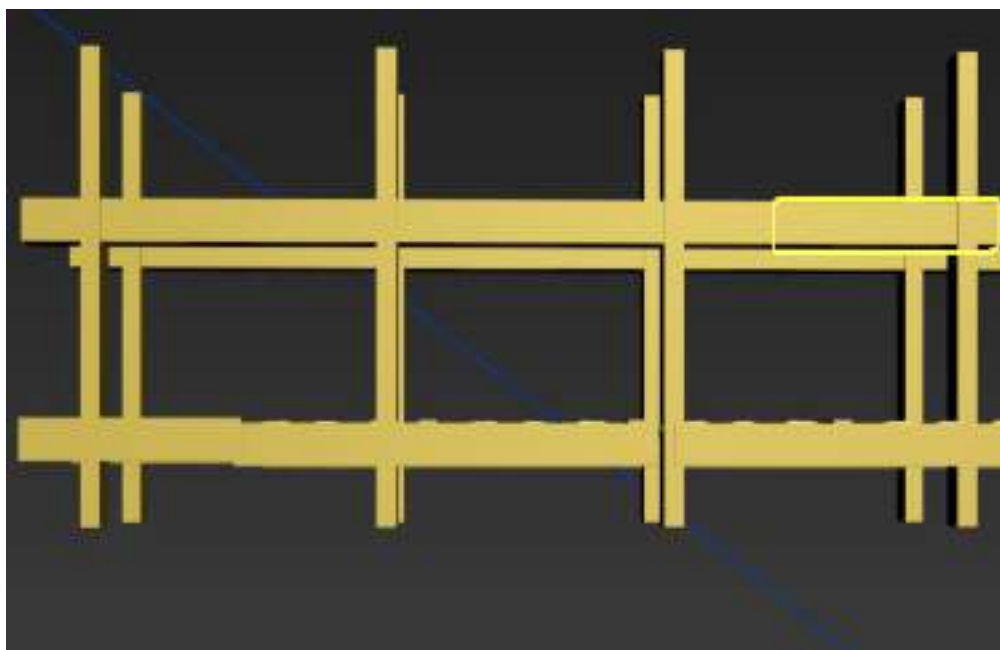



Рис.4.29. Конструктивні елементи мосту

6. Для обертання об'єкта використовуємо **Select and rotate** . Обертаємо, схопивши ЛКМ дугу. Якщо схопити вісь **x** чи **y**, то рух буде вправо – вліво чи вгору – вниз.

7. Щоб побудувати дошки в середині моста, слід виділити усі верхні полігони. Для цього переходимо в **polygon**, виділяємо усі полігони (для зручності можна виділити ЛКМ один, а потім скористатися комбінацією клавіш **CTRL + A**). Натискаємо **shift** у комбінації з **Select and rotate** аналогічно до завдання 5 (рис. 4.30-4.31) і

переносимо догори всі потрібні полігони. Для видалення непотрібної частини використовуємо команду **ctrl+ i -> delete** (рис. 4.32).

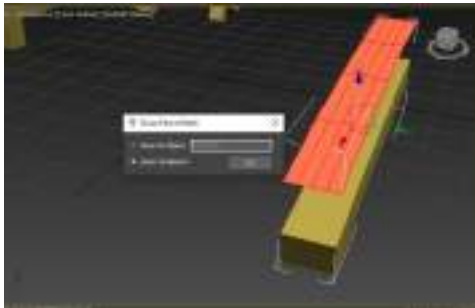


Рис. 4.30. Побудова дошки

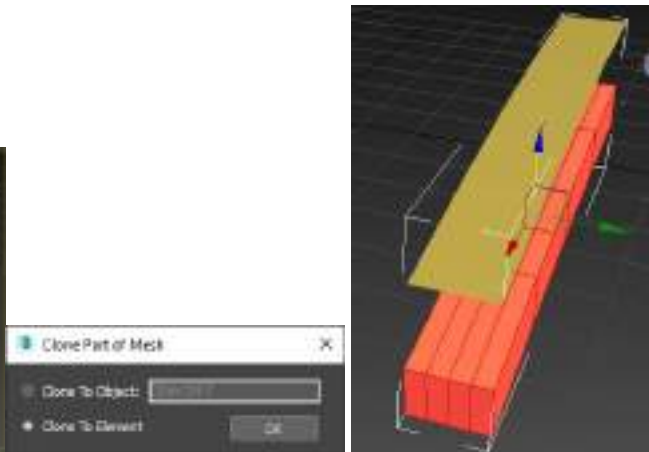


Рис.4.31. Панель **Clone**

Рис.4.32. Видалення об'єкта

8. Аналогічно як у завданнях 2-4 створюємо новий об'єкт, проте після створення його необхідно поділити на частини. Для цього заходимо в **Modify-> modifier list-> edge ->**. Справа від **connect** вибираємо **setting** (рис. 4.33), ділимо об'єкт на 4-6 сегментів (рис. 4.34).



Рис.4.33. Панель **connect**

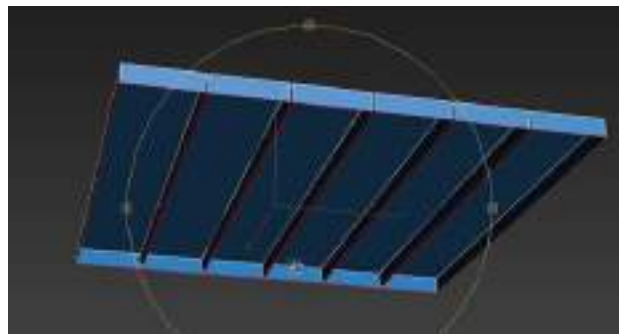


Рис.4.34. Поділ об'єкта

9. Після усіх переміщень та маніпуляцій отримуємо проміжний результат (рис. 4.35).

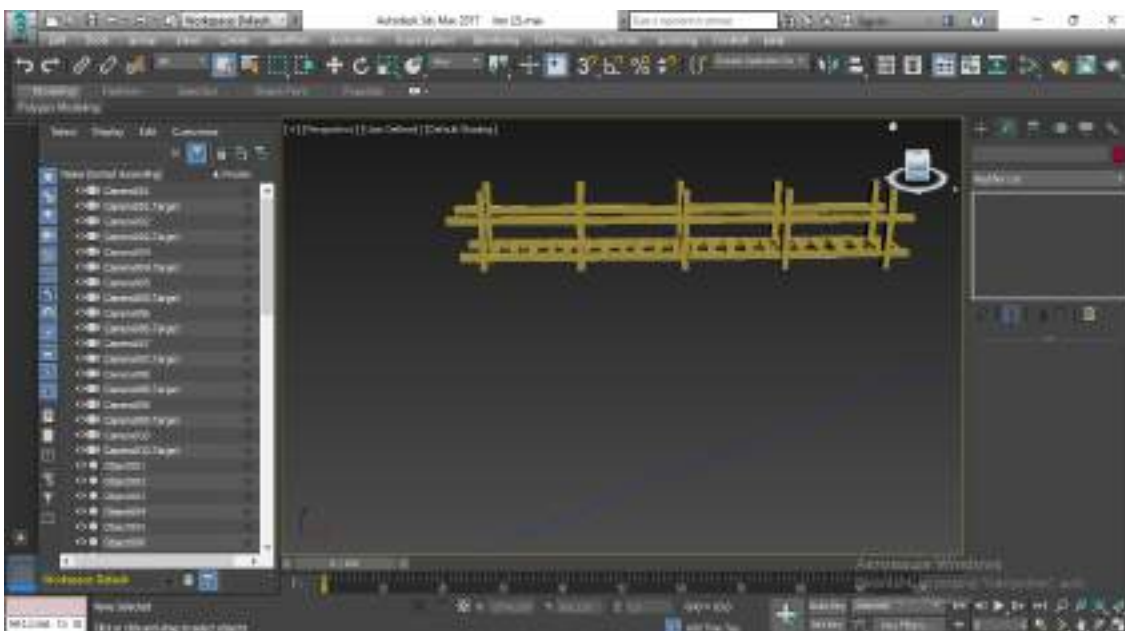


Рис.4.35. Проміжний результат моделювання

10. Щоб зігнути міст, потрібно виділити об'єкт ЛКМ, зайти у **modify- >modifier list -> bend** (рис. 4.36). Поставити біля **x** точку, що означає обертання по осі **x**. Вставляємо значення кута обертання, наприклад, 30 чи 95.5 град.



Рис.4.36. Визначення параметрів обертання

11. Отримасмо наступну модель моста (рис. 4.37).

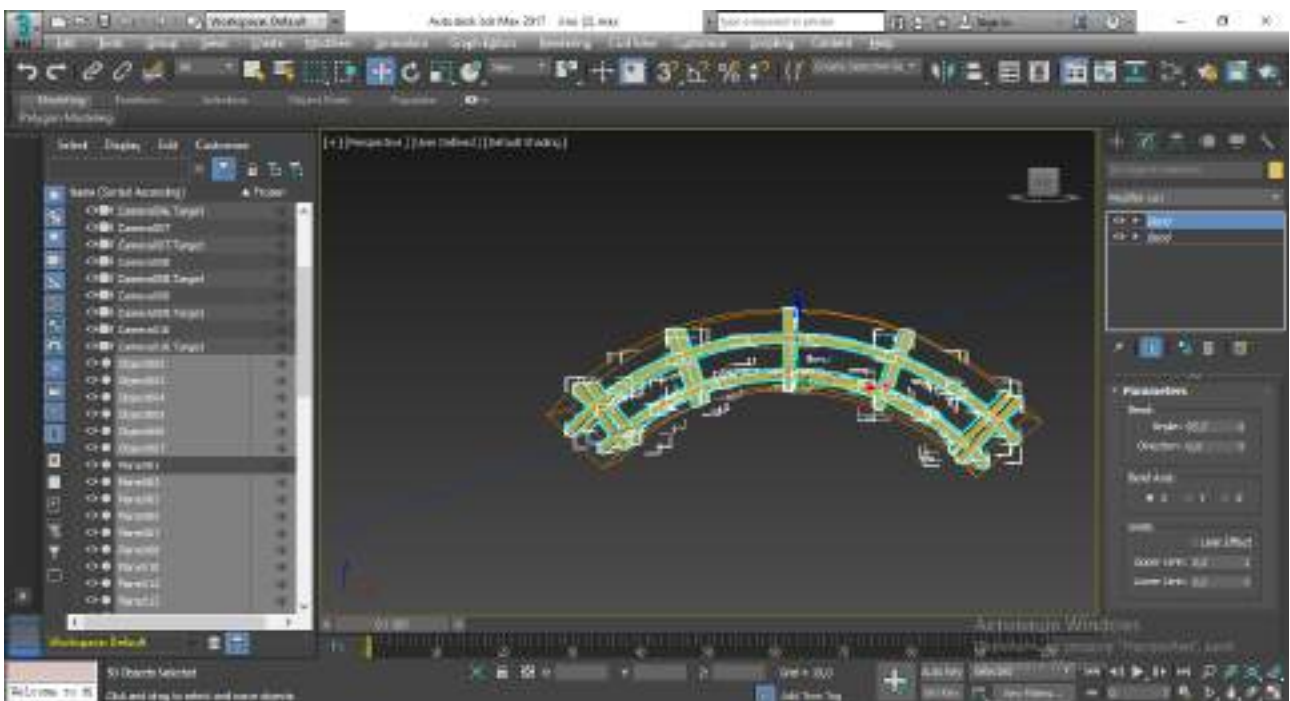


Рис.4.37. Модель моста

4.4. Побудова 3д моделі античної вежі

Мета роботи: ознайомлення з роботою режиму **scale** і закріплення навичок роботи з режимом **editable poly**.

Завдання: побудувати модель античної вежі (рис. 4.38).



Рис.4.38. Модель античної вежі

Хід роботи

1. Створимо колону, котра стане основою античної вежі. Для цього створимо в 3Д об'єкт **Geometry-Standard primitive-Cylinder** (рис. 4.39).

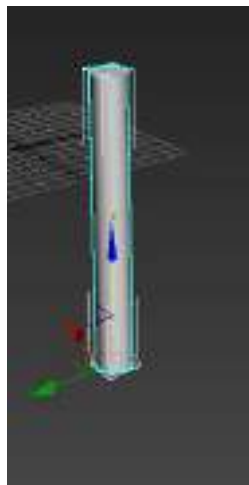


Рис.4.39. Заготовка для колони

2. Створимо верхню та нижню грані, для цього використаємо **Geometry -> Standard primitive -> box** біля циліндра (рис.4.40). Одразу після створення конвертуємо його в полігон: **ПКМ** наводимо на **box -> convert to -> convert to editable poly** (рис. 4.41).



Рис.4.40. Модель **box**



Рис.4.41. Конвертування в полігон


3.Переходимо вгорі зліва у **Modify->Editable poly -> polygon**  -. Виділимо верхню грань об'єкта, який змінює свій колір, -> **edit лкм** на екрані вгорі зліва (рис. 4.42) -> **scale** (рис. 4.43) і форматуємо **лкм** об'єкт до вигляду колони, тобто тягнемо верхню грань догори. За допомогою клавіші **shift** і вікна створюємо ще один такий об'єкт, **ОК** , об'єднуємо всі три компоненти.



Рис. 4.42. Команда **scale**

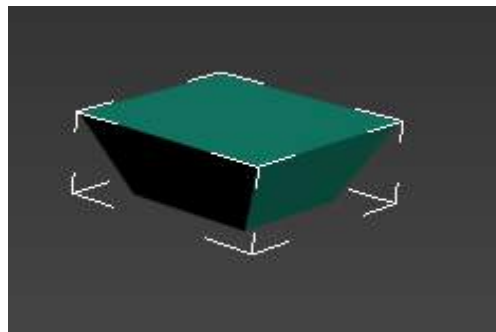



Рис.4.43. Форматування об'єкта

4.В результаті отримуємо колону (рис. 4.44).



Рис.4.44. Модель колони

5. Після створення колони необхідно її скопіювати. Для цього виділяємо колону, **лкм** рамка, натискаємо **Select and move**  і в комбінації з **Shift** (рис.4.45) перетягуємо об'єкт вбік клавішею по осі **x**, **ок**. У вікні, яке появилось, ставимо **Object -> instance**, **Number of copies =10**, **ок** (рис. 4.46). Як результат отримуємо (рис. 4.47).

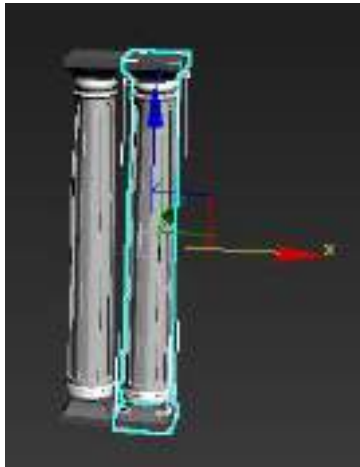


Рис.4.45. Копіювання колони

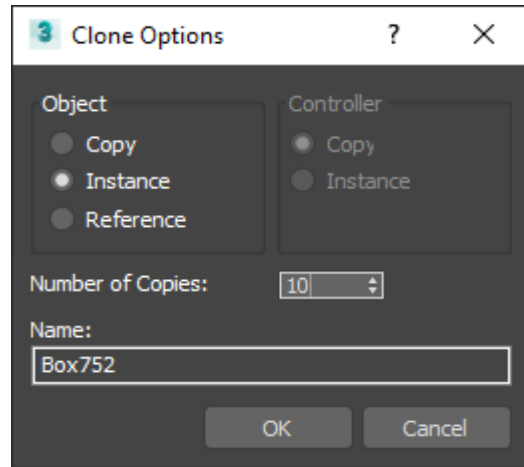


Рис.4.46. Команда копіювання

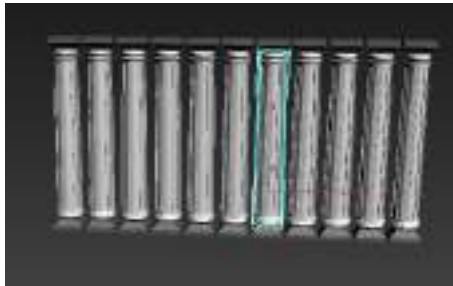


Рис.4.47. Копії колони

6. Аналогічно створюємо копії колони в інші боки послідовно по осях **y**, **x**, **y**. В результаті повинно вийти зображення (рис. 4.48).

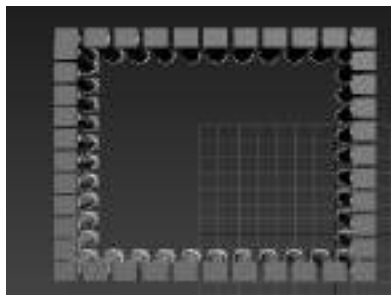


Рис.4.48. Копії колони по осях **y**, **x**, **y**

7. Далі потрібно створити проходи всередину вежі. Для цього можна видалити зайві колони в потрібних місцях (рис. 4.49).



Рис.4.49. Видалення зайвих колон

8. Створюємо фундамент для вежі. Для цього використовуємо **Geometry -> Standard primitive -> box** (рис. 4.50) і креслимо площину трохи більшою за відстань між колонами. Параметри площини можна також вказати в **Modify -> box -> parametrs** (рис. 4.51).



Рис.4.50. Модель фундаменту



Рис.4.51. Параметри площини

9. Аналогічно створюємо моделі решти об'єктів. Вони будуть основою для даху та першого поверху (рис. 4.52).

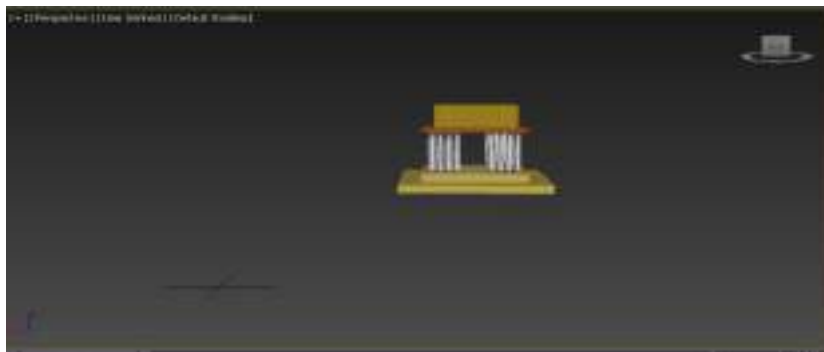


Рис.4.52. Основи для даху та першого поверху

10. Відповідно до пунктів 3-4 створюємо і розмножуємо колони (рис. 4.53).



Рис.4.53. Розмноження колон

11. Відповідно до пунктів 5-6 створюємо фундаменти (рис. 4.54).

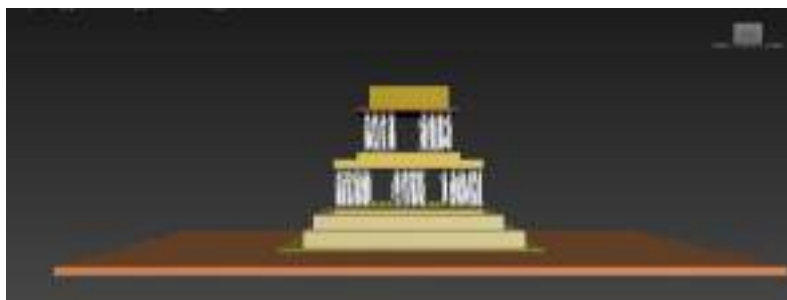



Рис.4.54. Створення фундаментів

12. Створюємо піщані уступи по всій поверхні вежі. Для цього виділяємо нижній об'єкт колони та розмножуємо його у потрібних місцях (рис. 4.55-4.56): натискаємо **лкм** на **Box**, натискаємо **Select and move** , **Shift**, **ок**. **Лкм** розмножуємо.

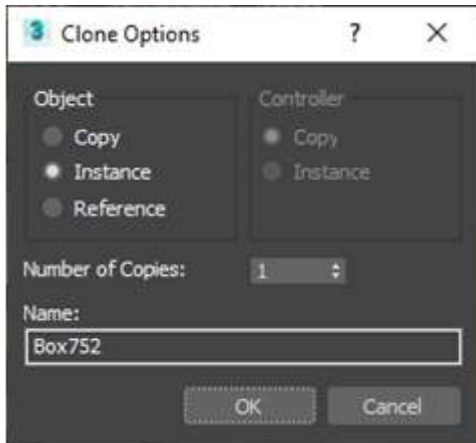


Рис.4.55. Створення піщаних уступів

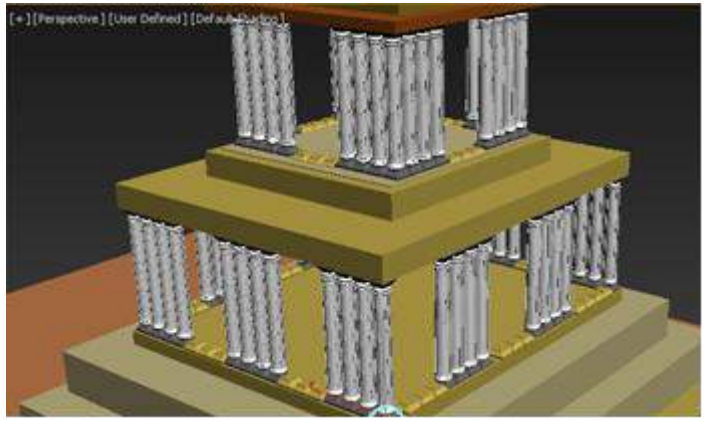


Рис.4.56. Модель піщаних уступів

13. Далі створюємо модель даху. Створюємо об'єкт, використовуючи **Create -Geometry -> Standard primitive -> Pyramid** (рис. 4.57). Вказуємо параметри як на рис.4.57 та дублюємо її чотири рази, тобто чотири піраміди. В результаті отримуємо (рис. 4.58).

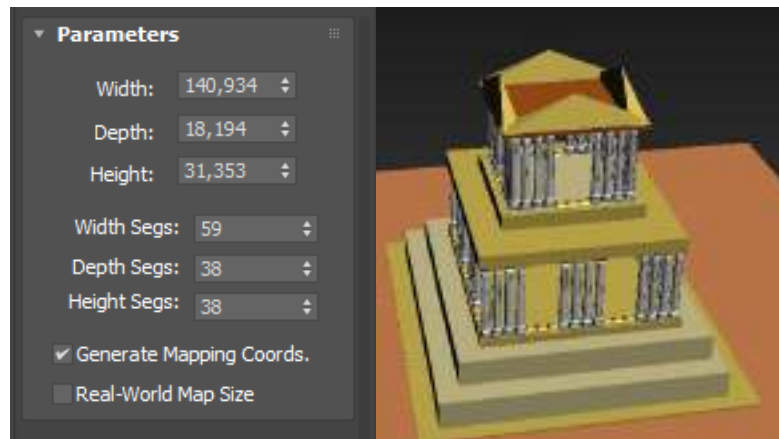


Рис.4.57. Параметри піраміди

Рис.4.58. Модель даху

14. Створення об'єкта **Box** (рис. 4.59).

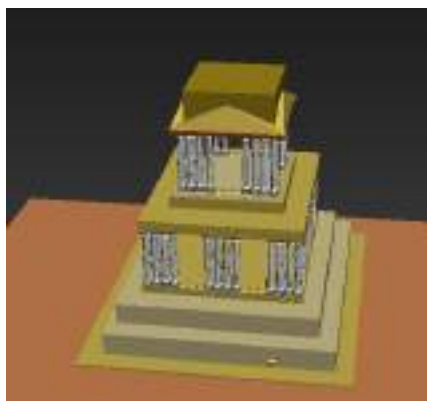


Рис.4.59. Створення об'єкта **Box**

15. Будуємо ще одну піраміду, так як в пункті 13 і задаємо їй параметри (рис. 4.60), в результаті отримуємо таку вежу (рис. 4.61).

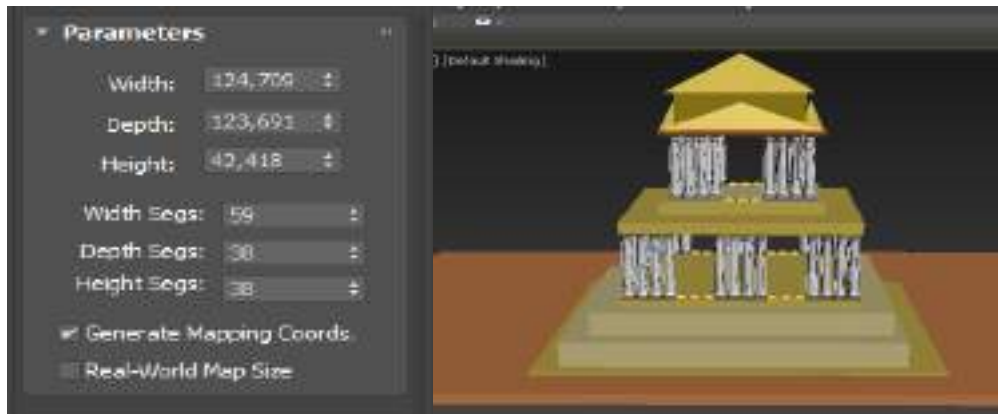


Рис.4.60. Параметри верхньої піраміди Рис.4.61. Модель верхньої піраміди на вежі

16. Після деяких додаткових маніпуляцій та додавання декору отримуємо завершений варіант вежі (рис.4.62).



Рис.4.62. Завершений варіант вежі

4.5. Побудова 3Д моделі вази

Мета роботи: Проаналізувати та засвоїти принцип роботи моделювання в режимі **taper i twist**.

Завдання: побудувати 3Д модель вази.



Хід роботи

1. Створюємо об'єкт **geometry -> tube** (рис.4.63).

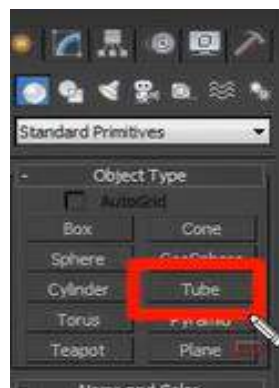


Рис.4.63. Створення об'єкта **tube**

2.Задаємо параметри у **modify** -> **tube** (рис.4.64).

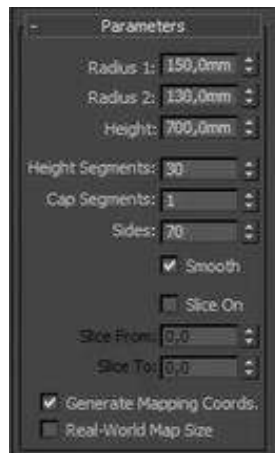


Рис.4.64. Задання параметрів **tube**

3.Переходимо у **modify list** -> **taper** (рис.4.65).



Рис.4.65. Розташування команди **taper**

4.Змінюємо параметри **taper** на будь які власні на свій смак (рис.4.66).

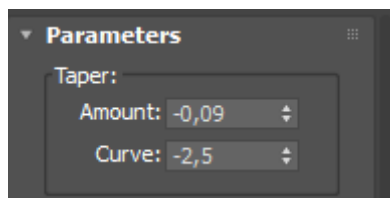


Рис.4.66. Задання параметрів **taper**

5.Переходимо у **modify list** -> **twist**.



Рис.4.67. Розташування команди **twist**

6.Змінюємо параметр **Angle** на 500 (рис.4.68).

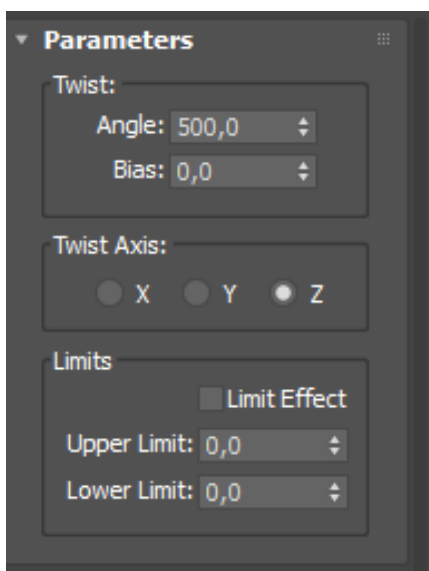


Рис.4.68. Задання параметрів **Angle**

7.Переходимо у **modify list** -> **Noise** (рис.4.69).

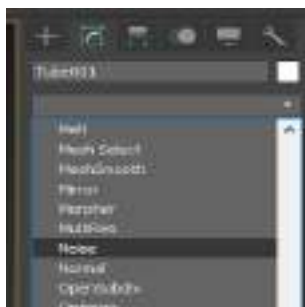


Рис.4.69. Розташування команди **Noise**

8.Встановлюємо параметри x:11 y:11 на рис.4.70.



Рис.4.70. Задання параметрів **Noise**

9. В результаті отримуємо вазу на рис.4.71.



Рис.4.71. Модель вази



10. За допомогою властивості **select and move** та клавіші **shift** перетягуємо об'єкт та створюємо чотири його копії. Проводимо над кожним з цих об'єктів аналогічні дії, проте змінюємо параметри, тим самим створюємо нові моделі ваз (рис.4.72).



Рис.4.72. Моделі ваз

4.6. Побудова моделі флакона з парфумами

Мета роботи: закріплення навичок роботи в **3DS Max**, вивчення можливостей використання **Editable Poly**, особливостей роботи окремих команд та інструментів **Select and Uniform Scale**, модифікатора **Shell**, сцени і освітлення, редактора матеріалів, налаштування рендеринга в **V-Ray**, складових об'єктів **Compound Objects** тощо.

Завдання: створити модель флакона.



Хід роботи

Частина 1: моделювання парфумерного флакона

1. Викреслимо пряму лінію сплайна інструментом **Line** у вікні проєкції **Front** (Спереду). По висоті лінія повинна дорівнювати висоті флакона. Малюємо сплайн від низу до верху.
2. У вигляді зверху (вікно проєкції **Top**) створимо фігуру **Ellipse** (Еліпс) зі значеннями **Length** (Довжина) = 105 і **Width** (Ширина) = 160.
3. У тому ж вікні проєкції **Top** створюємо фігуру **Circle** (Коло) - радіусом 25 (рис.4.73).

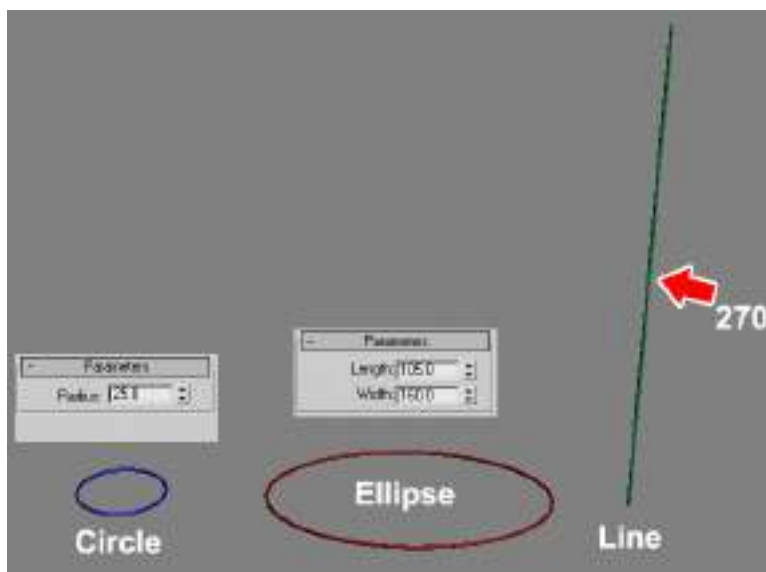


Рис.4.73. Фігури **Line**, **Circle**, **Ellipse**

4. Встановлюємо тип створюваних об'єктів на **Compound Objects** (Складові об'єкти), виділяємо лінію, потім натискаємо кнопку **Loft** (рис.4.73).

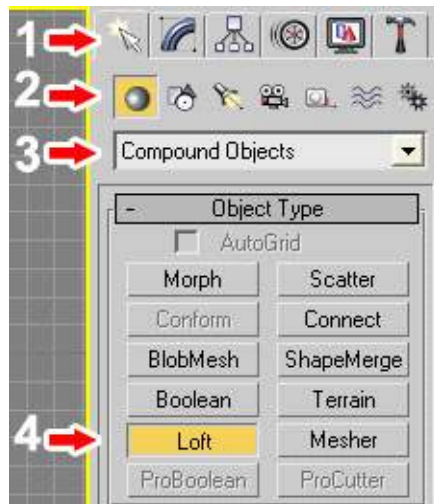


Рис.4.74. Панель **Compound Objects**

5. У параметрах **Loft** натискаємо кнопку **Get Shape** (Отримати форму), а потім вибираємо еліпс зі сцени. Як бачимо, створений 3D-об'єкт придбав еліпсоїдний розгин (рис.4.75).

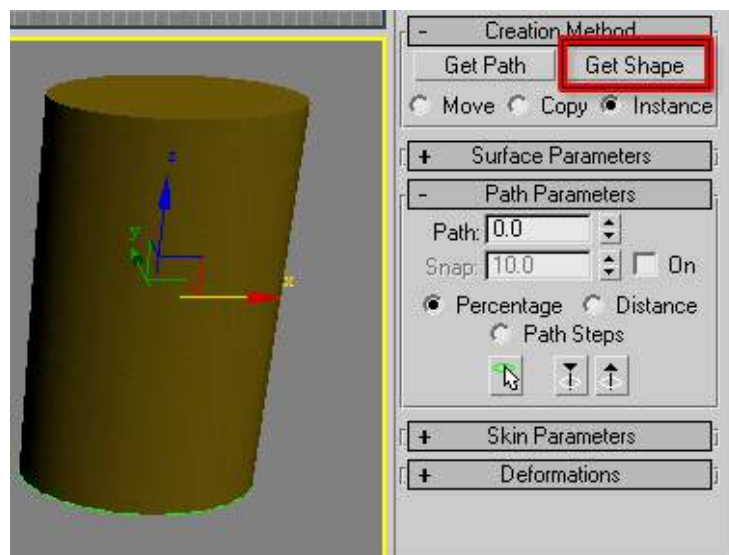


Рис.4.75. Параметри команди **Get Shape**

6. Встановимо значення параметра **Path** (Шлях) на 65 і знову натиснемо кнопку **Get Shape** для вибору еліпса зі сцени. Це робиться для того, щоб забезпечити утворення еліптичного перетину лофт-об'єкта від його нижньої частини (нульове значення) до 65% висоти всього об'єкта.

7. Тепер змінимо значення параметр **Path** на 95, і, поки активна кнопка **Get Shape**, в цей раз виберемо форму кола. Верхівка лофт-об'єкта змінить свою форму з еліптичної на круглу. На завершення можна зробити величину **Path** рівною 100 і знову вибрати коло (рис.4.76).

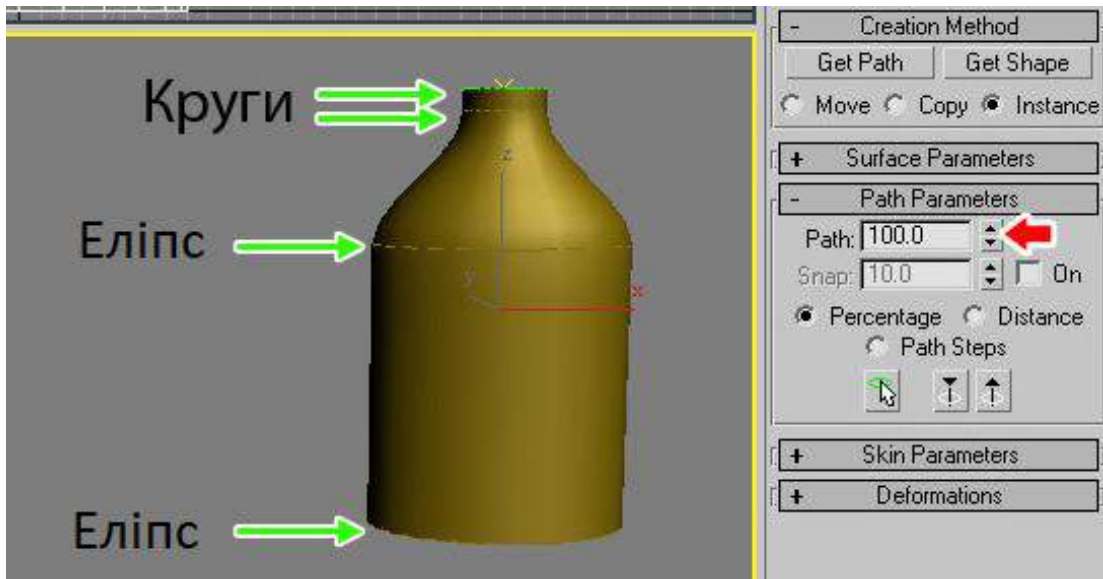


Рис.4.76. Встановлення значення **Path**

8. Клацнемо правою кнопкою миші по лофт-об'єктові і виберемо зі списку **Convert to Editable Poly** (Перетворити в редагований багатокутник).9. Шийка моделі флакона для духів має бути опуклою, але поки воно виглядає увігнутим. Щоб це виправити, виділимо вершини у верхній частині об'єкта і за допомогою інструменту **Select and Uniform Scale** зробимо цю частину більш широкою (рис.4.77).

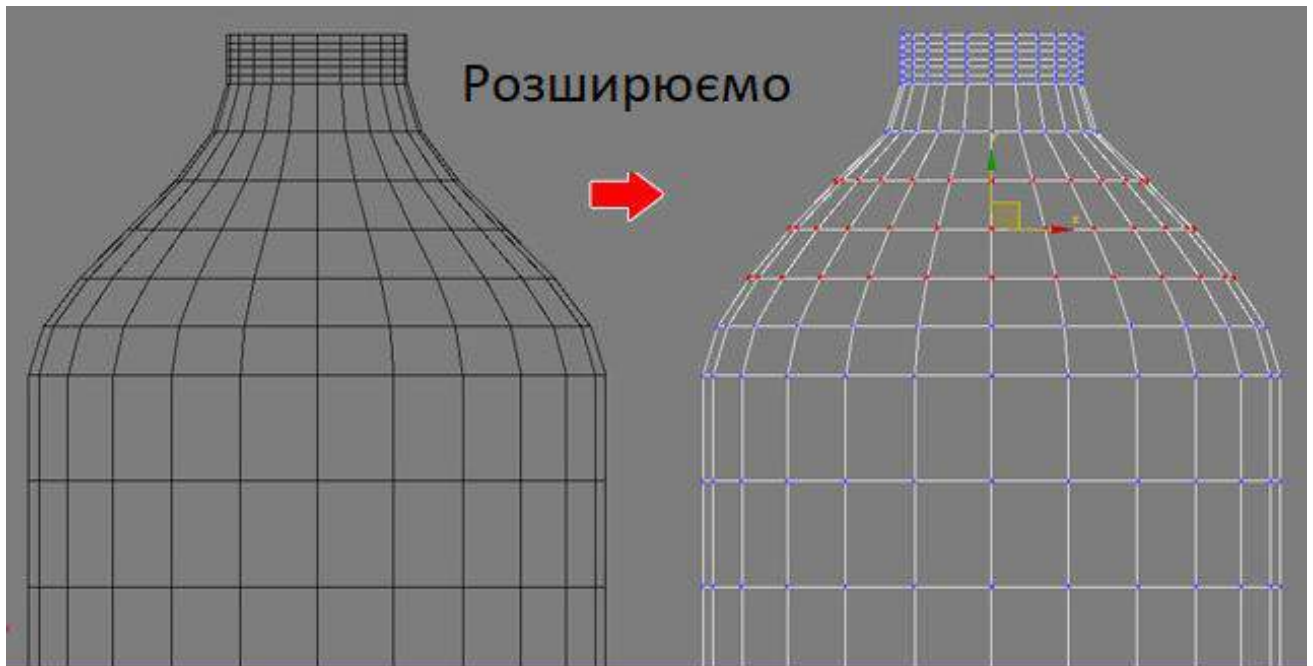


Рис.4.77. Використання інструменту **Select and Uniform Scale**

10. Форму нижньої частини пляшки теж треба змінити. Тому виділимо грань **face** знизу і зробимо операцію **Inset** (Вставка) два рази. Після цього змістимо цю грань всередину моделі парфумерного флакона (рис.4.78).

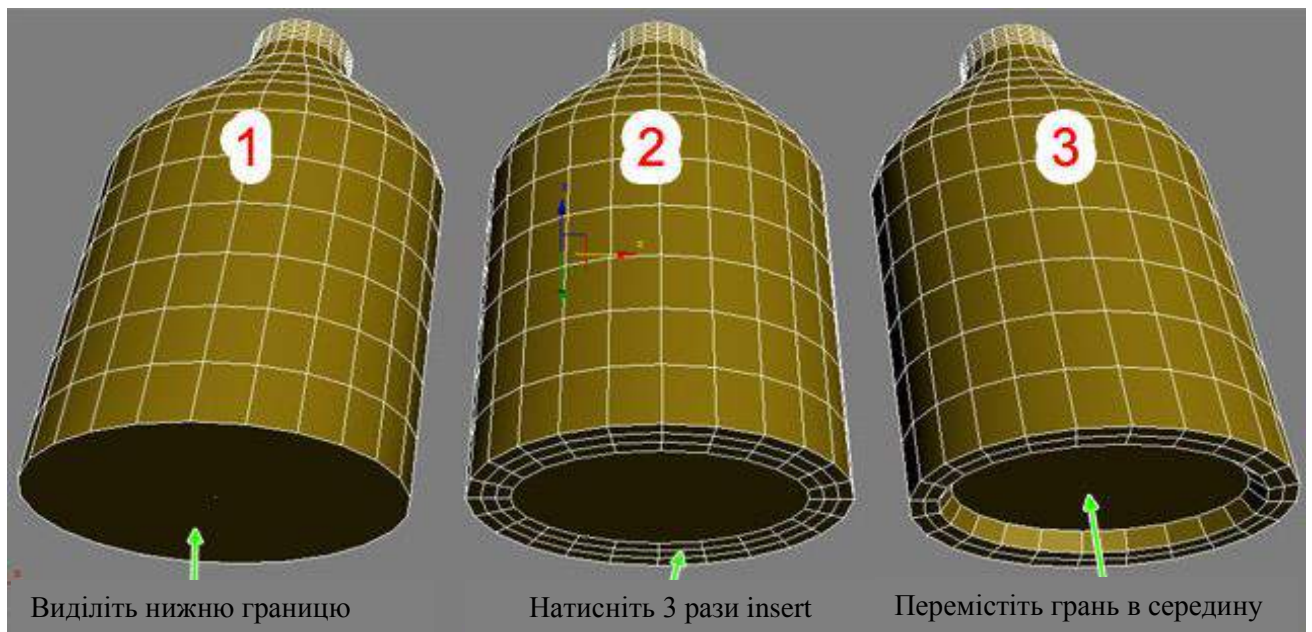


Рис.4.78. Зміна форми нижньої частини пляшки

11. Тепер виділимо верхню межу і видалимо її кнопкою **Delete** (рис.4.79).

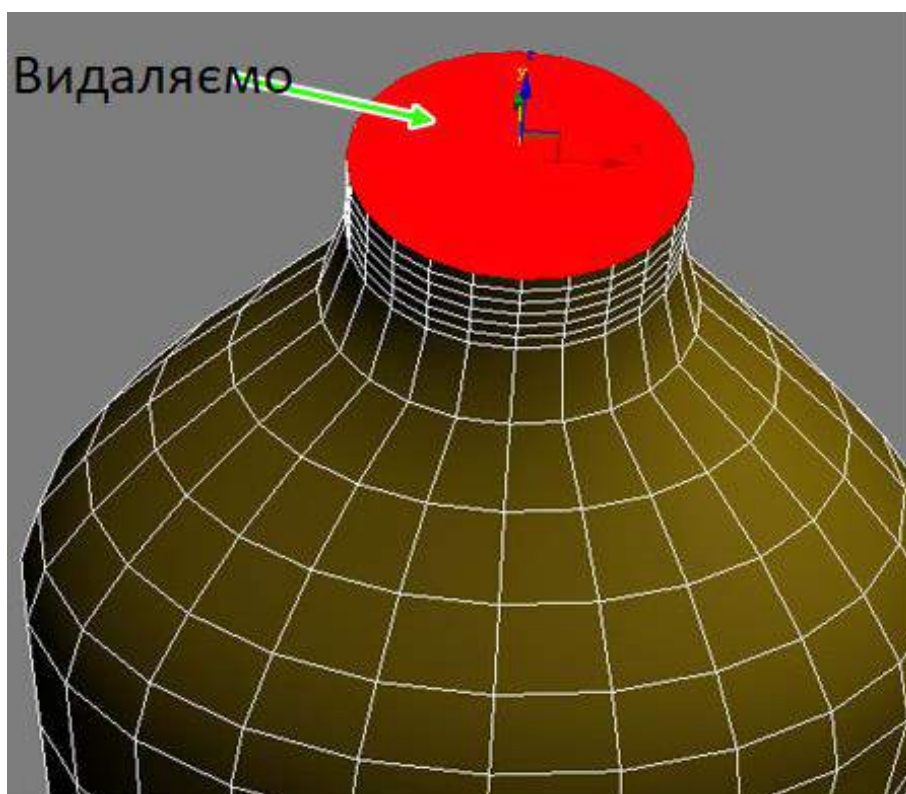


Рис.4.79. Видалення верхньої межі кнопкою **Delete**

12. Застосуємо до 3D-моделі модифікатор **Shell** (Оболонка). Встановимо величину параметра **Inner Amount** (Внутрішня величина) рівною 4, а **Outer Amount** (Зовнішня величина) зробимо рівним 0. Цим ми задамо товщину моделі флакона (рис.4.80).

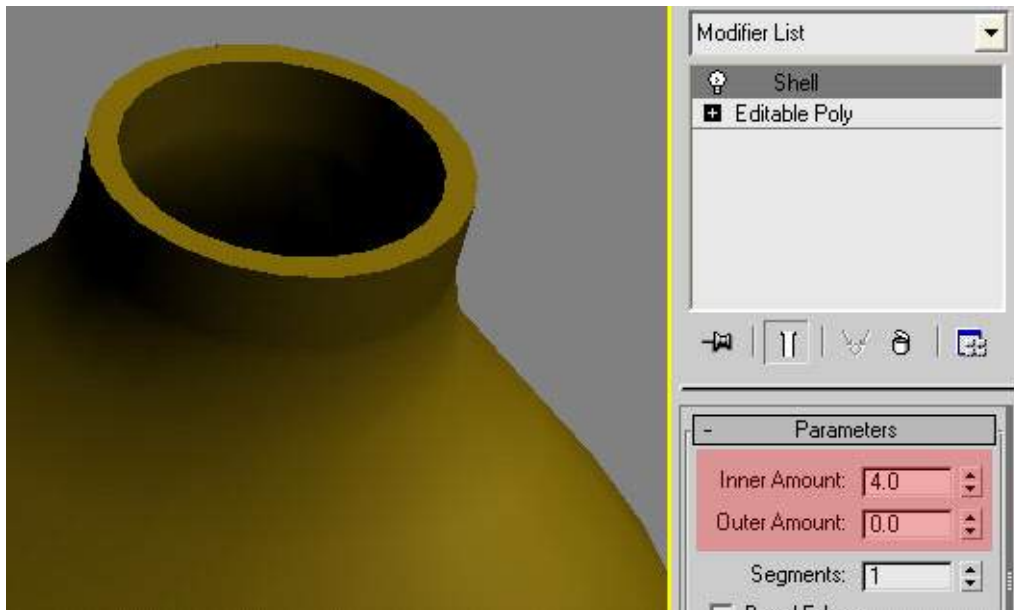


Рис.4.80. Задання товщини моделі флакона

13. Клацнемо правою кнопкою миші по моделі флакона парфумів і знову перетворимо її в **Editable Poly**.
14. Зазвичай нижня частина парфумерного флакона повинна бути товщою, і щоб відтворити цей нюанс на нашій моделі, перейдемо у вікно проєкції **Front** (Спереду), і в режимі **Wireframe** (Каркасне представлення моделей) (клавіша F3) виділимо внутрішні вершини моделі флакона. Потім перемістимо їх трохи вгору (рис.4.81).

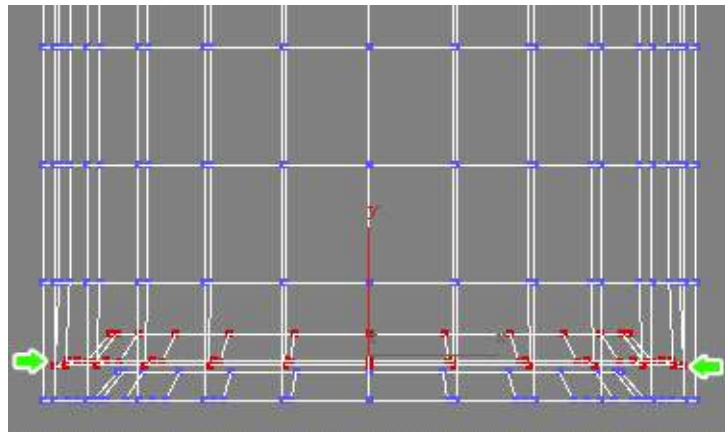


Рис.4.81. Задання товщини нижньої частини парфумерного флакона

15. Можна застосувати до моделі пляшки модифікатор **MeshSmooth** або **TurboSmooth**.

Частина 2: моделювання кришечки парфумерного флакона

16. У вікні проєкцій **Front** створимо пряму лінію з сплайна. Її висота становитиме висоту кришечки парфумерного флакона. І, зрозуміло, вона повинна бути значно менша від тієї лінії, яку ми створювали для моделі пляшки.
17. У вигляді зверху створимо сплайнові форми **NGon** (N-кутник) і **Star** (Зірка). Налаштуємо їх параметри, як показано на рисунку нижче (рис.4.82).

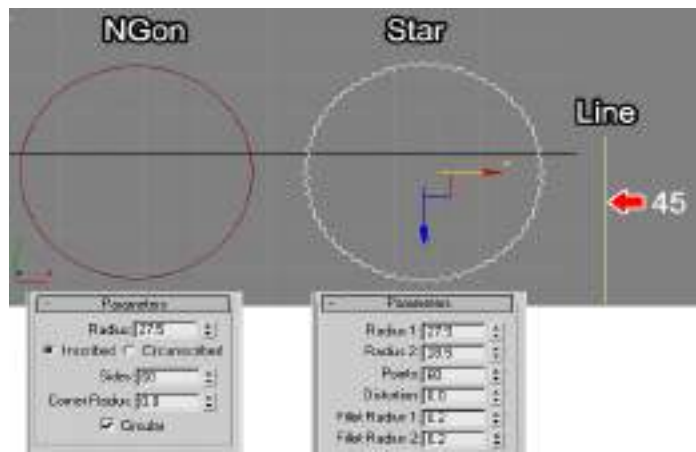


Рис.4.82. Параметри сплайнових форм **NGon** (N-кутник) і **Star** (Зірка)

18. Виділимо нову лінію **Line** і клацнемо на кнопці **Loft** в групі **Compound Objects**. Перебуваючи в параметрах **Loft**, натиснемо кнопку **Get Shape** і виберемо форму **NGon** зі сцени.

19. Значення параметра **Path** зробимо рівним 50, і поки кнопка **Get Shape** активна, знову виберемо **NGon**. Збільшимо значення **Path** до 55 і на цей раз підберемо форму **Star**. Встановимо величину **Path** на 95 і ще раз візьмемо форму **Star**. В довершення всього змінимо величину **Path** на 100 і виберемо **NGon** (рис.4.83).

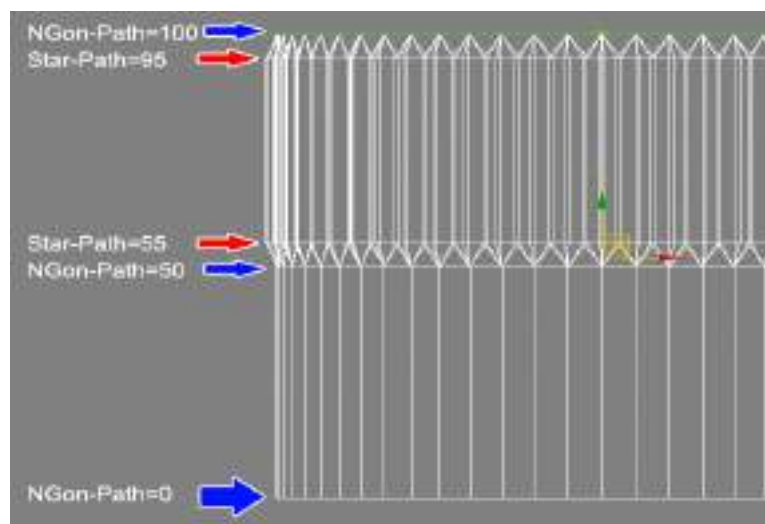


Рис.4.83. Встановлення значення параметра **Path**

20. Наостанок перевіримо, щоб в параметрах **Loft** не були зазначені галочкою параметри **Smooth Length** і **Smooth Width**, тобто вони повинні знаходитися в вимкненому стані. Також потрібно зменшити значення параметрів **Shape Steps** і **Path Steps** до 1 і 2 відповідно (рис.4.84).



Рис.4.84. Перевірка значень параметрів **Loft**, **Shape Steps** і **Path Steps**

21. Видалимо нижню межу кришечки і застосуємо до неї модифікатор Shell з такими ж значеннями, які ми використовували для моделі флакона. І, нарешті, додамо до неї модифікатор **MeshSmooth** або **TurboSmooth**. 3D-модель кришечки від флакона парфумів готова.

Частина 3: створення парфумерної рідини в 3DS Max

22. Для створення рідини, яка наповнює флакон парфумів, ми будемо використовувати саму модель флакона. Перейшовши на вигляд з вікна проєкції **Perspective** (Перспектива), постараємось зазирнути всередину парфумерного флакона і виділити його центральну грань. Потім в параметрах **Editable Poly** клінемо кілька разів по кнопці **Grow** (Наростити), поки не стане виділеною половина внутрішніх граней. Перевірити це можна з видових вікон проєкцій **Front** або **Left** (рис.4.85).

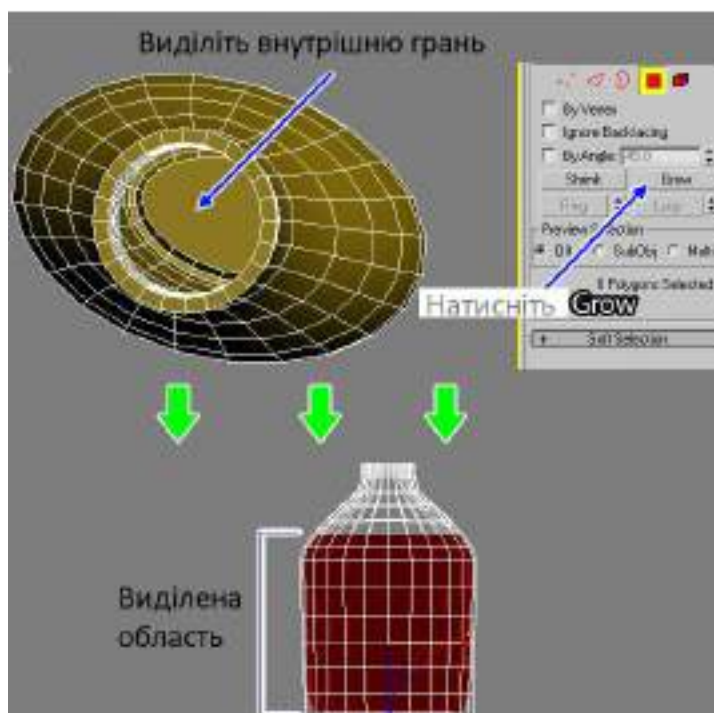


Рис.4.85. Внутрішня поверхня парфумерного флакона і його центральна грань

23. Клацнемо по кнопці **Detach** (Завершити з'єднання), що знаходиться в параметрах **Editable Poly**. Простежимо, щоб був обраний варіант **Detach as Clone** (Завершити з'єднання у вигляді клонованої копії) і натиснемо кнопку ОК (рис.4.86).

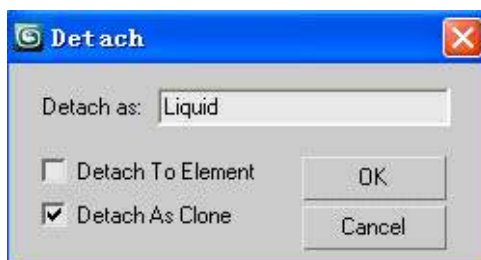


Рис.4.86. Вибір варіанту **Detach as Clone** у кнопці **Detach**

24. Приховаємо інші об'єкти **hide**, щоб вони не заважали зосередженню на моделі парфумерного флакона. Ймовірно, модель виглядає чорною - причиною цього є неправильний напрямок нормалей. Для

коректної візуалізації об'єкта нормалі слід розгорнути в протилежному напрямку. З цією метою в першу чергу перейдемо в режим роботи з типом підоб'єктів **Element** (Елементи) в **Editable Poly**. Потім клацнемо по моделі пляшечки. Як бачимо, це дозволило виділити всі грані об'єкта. І останнє: клацнемо по кнопці **Flip** (Розгорнути) в **Editable Poly**. Після цього грані будуть виглядати нормально (рис.4.87).

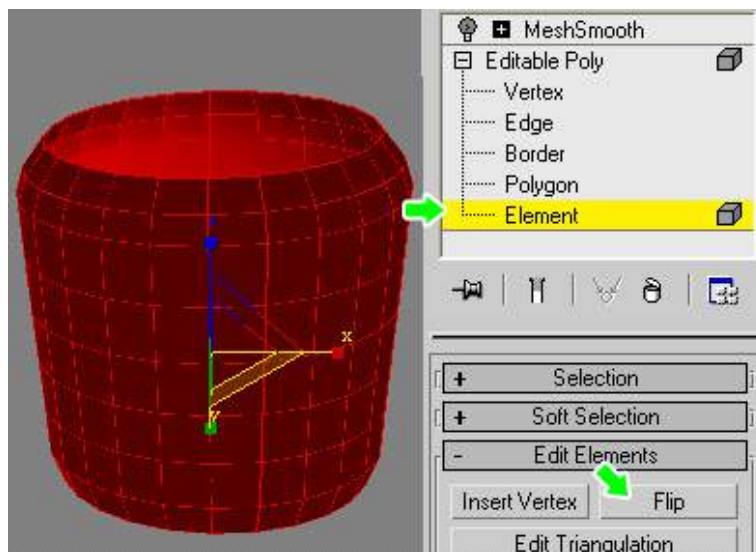


Рис.4.87. Відредаговані грані об'єкта

25. Наостанок виділимо ребра **edge** навколо верхівки флакона і натиснемо кнопку **Cap** (Закрити отвір) для закупорювання непотрібного в даному випадку отвору. Тепер можна додати до моделі модифікатор **MeshSmooth** або **TurboSmooth**.

Частина 4: моделювання трубочки в 3DS Max

В останній частині роботи займемося створенням трубочки всередині флакона, по якій з нього буде виводитися рідина (в даному випадку парфуми). Спосіб її створення буде простим і ми знову скористаємося тими перевагами, які надає техніка 3D-моделювання методом лофтинга.

26. Створимо криву лінію **line** з сплайна, як показано на зображенні нижче. Також створимо коло **circle** з радіусом 5 (рис.4.88).

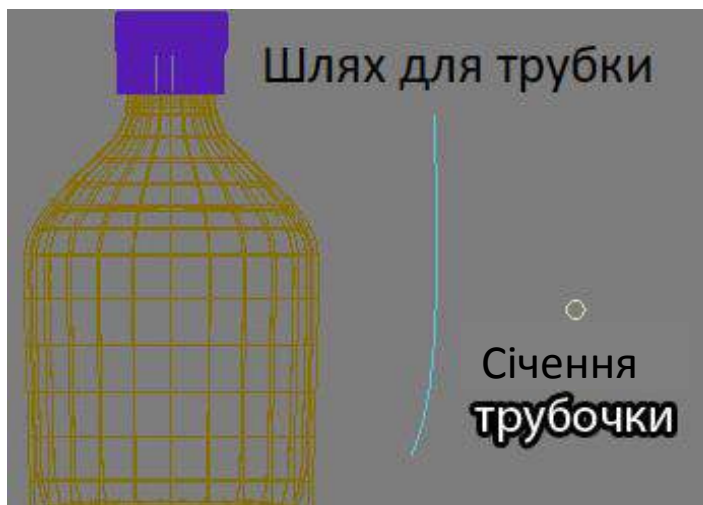


Рис.4.88. Формування лінії **line** з сплайна та кола **circle**

27. За раніше використаним принципом додамо **Loft** і створимо трубочку. Єдина відмінність тут буде полягати в

тому, що по ходу шляху (**path**) потрібно регулювати розмір трубочки. Після створення самого об'єкта трубочки, перейдемо в сувій **Deformation** (Деформація) і клацнемо на кнопці **Scale**. Додамо ще дві вершини і перемістимо їх вгору і вниз, змінивши таким чином форму трубочки вздовж шляху (рис.4.89).

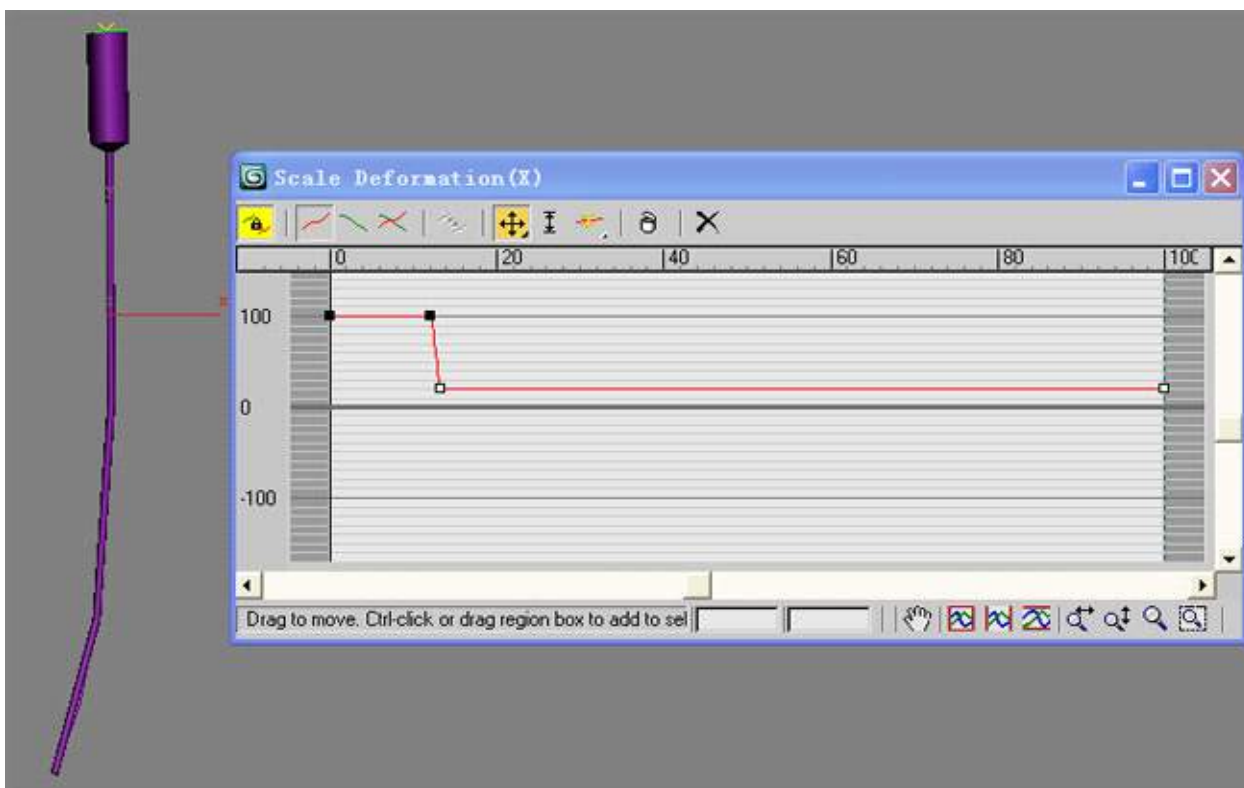


Рис.4.89. Сувій **Deformation**

Частина 5: створення сцени і освітлення в 3DS Max

28. Створимо форму сплайна у вигляді букви **L** поряд з флаконом, як зображено нижче. Потім в налаштуваннях сплайна ввімкнемо опції **Enable in Renderer** (Відобразити на рендер) і **Enable in Viewport** (Відобразити у вікні проєкції). Увімкнемо режим **Rectangular** (Прямокутний) і збільшимо значення **Length**. Ми будемо використовувати цей об'єкт в якості бекграунду сцени. Його розмір і довжина будуть залежати від кута огляду камери (рис.4.90).

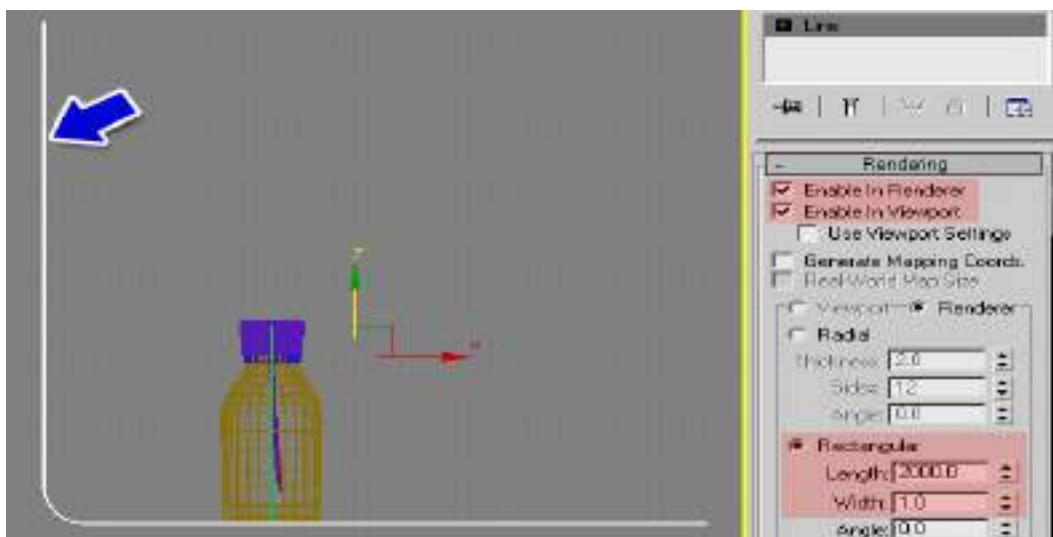


Рис.4.90. Вибір значення кута огляду камери

29. Відкриємо діалогове вікно **Render Setup** (Налаштування візуалізації), натиснувши клавішу F10. У світі **Assign Renderer** (Призначити систему візуалізації) клацнемо по кнопці **Production** і виберемо зі списку **V-Ray** (рис.4.91).

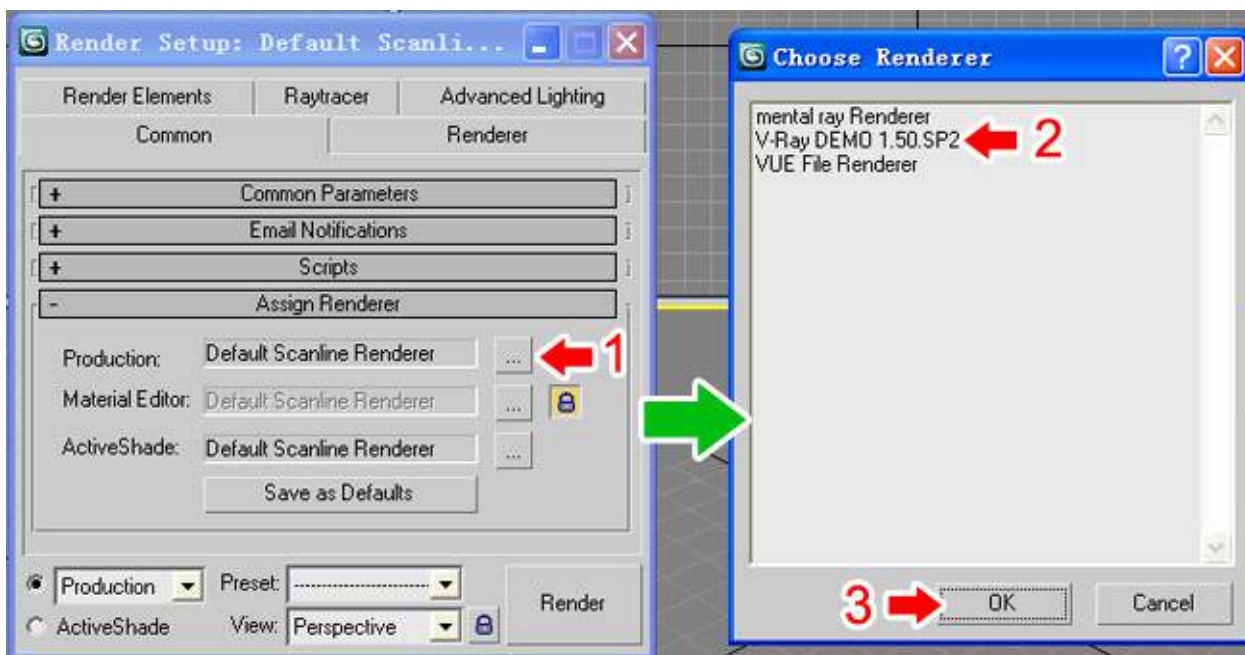


Рис.4.91. Вибір **V-Ray**

30. Створимо два джерела світла **VRay Light** і розташуємо їх ліворуч і праворуч від моделі флакона парфумів (рис.4.92).

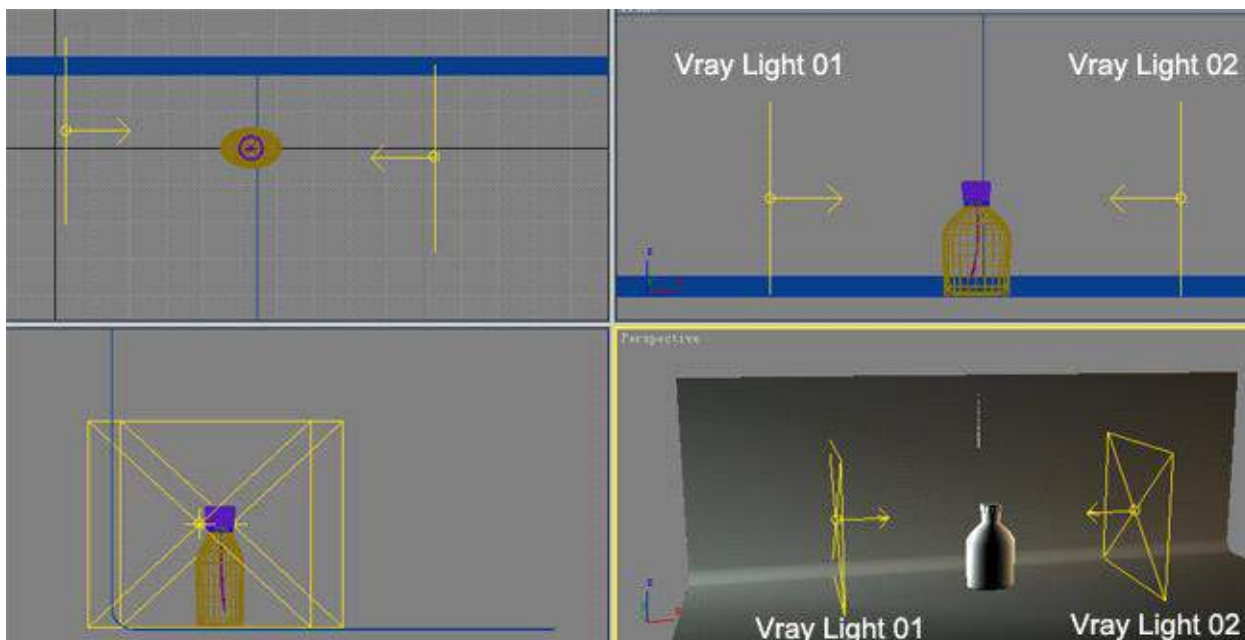


Рис.4.92. Створення двох джерел світла **VRay Light**

31. Ось налаштування кожного з джерел світла **VRay**. Перший світильник буде випромінювати світло в прохолодному кольорі, другий - в теплому (рис.4.93).

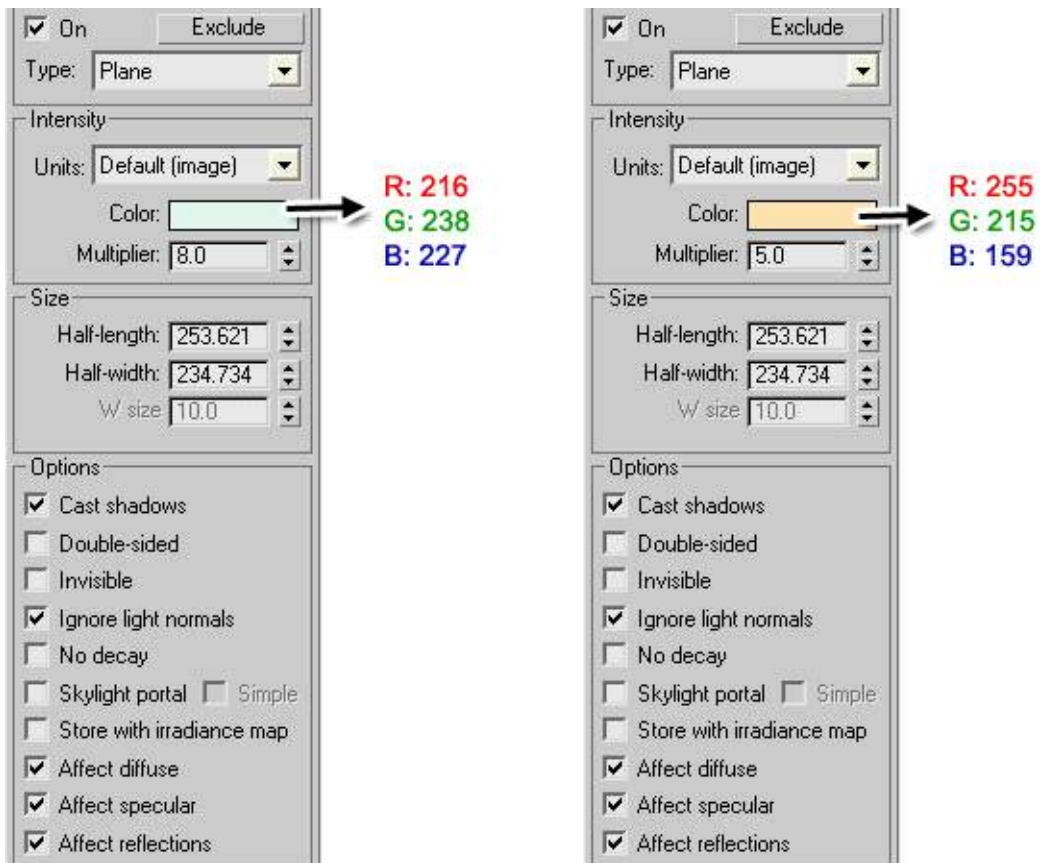


Рис.4.93. Налаштування кожного з джерел світла V-Ray

Частина 6: створення матеріалів в 3DS Max

У цій частині створимо матеріали для кожної з частин парфумерного флакона і сцени. 32. Запустимо **Material Editor** (Редактор матеріалів). Відразу буде обраний перший слот. Клацнемо кнопку **Get Material** (Отримати матеріал) і два рази клацнемо по **VRayMtl** у вікні **Material / Map Browser**. Змінимо назву матеріалу на **BG_color**. Більше нічого тут чіпати не потрібно. Застосуємо цей матеріал до об'єкта бекграунду (L-форма) (рис.4.94).

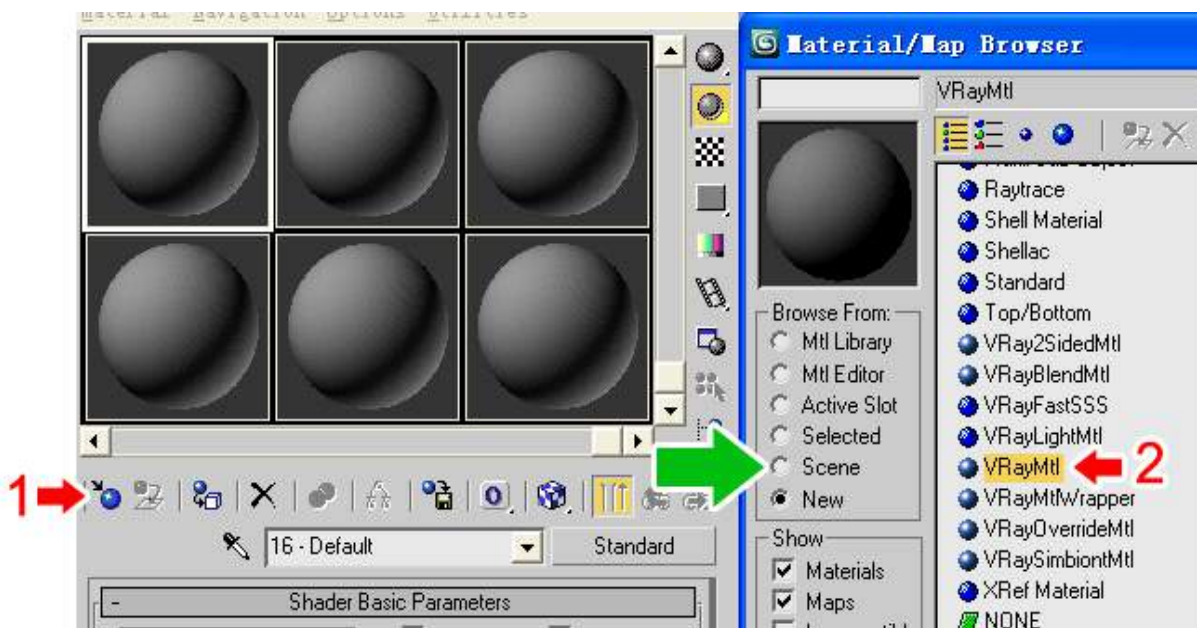


Рис.4.94. Кнопка V-RayMtl у вікні Material / Map Browser

33. Створимо новий матеріал **VRayMtl** в порожньому слоті. Перейменуємо його на **Glass**. Наведемо його параметри у відповідність із зображеними нижче (рис.4.95).

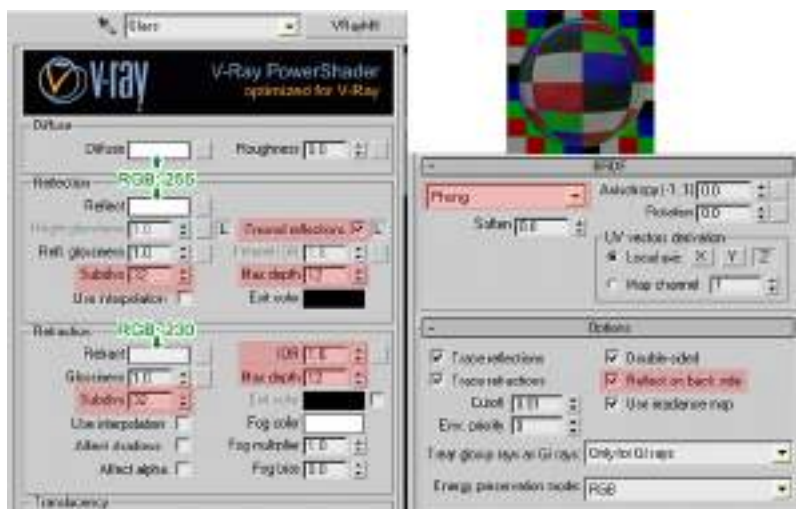


Рис.4.95. Створення нового матеріалу **VRayMtl**

Матеріал для парфумерної рідини

34. Нам знадобиться ще один матеріал - для рідини, тому створимо в порожньому слоті ще один **VRayMtl**. Дамо йому назву **Liquid**. Параметри матеріалу наведені нижче (рис.4.96).

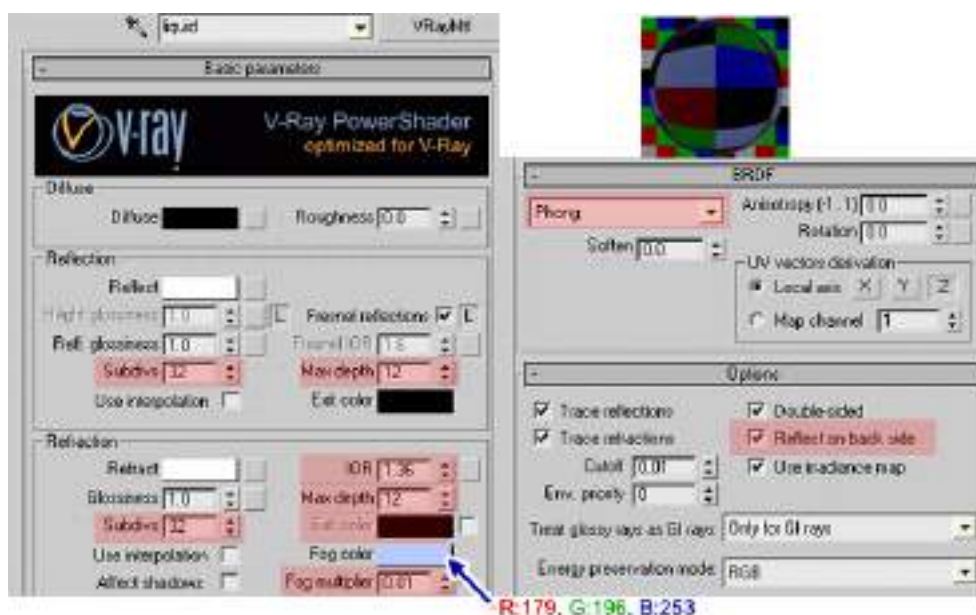


Рис.4.96. Створення матеріалу **Liquid**

35. Колір матеріалу кришечки у нас буде з лаком під метал. Виходячи з цього, використовуватимемо матеріал **Blend** (Змішаний), який часто застосовують для створення матеріалу автомобільної фарби. Виберемо незайнятий слот і на цей раз додамо в нього матеріал **VRayBlendMtl**. Назвемо його **Lid**. Тут потрібно тільки змінити **Base material** (Матеріал підстави) і один **Coat material** (Матеріал покриття), використавши для обох **VRayMtl**. Параметри **VRayBlendMtl** показані нижче (рис.4.97).

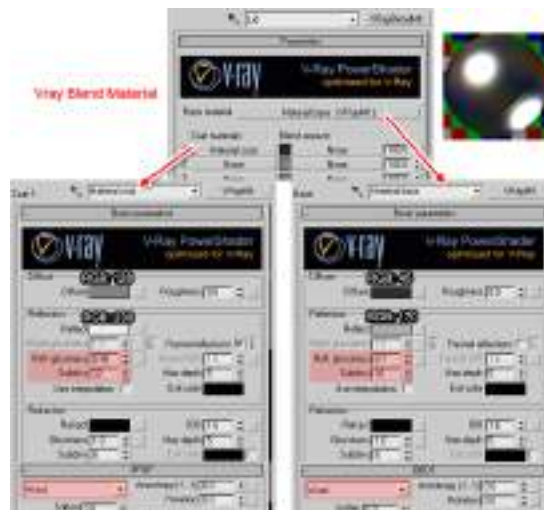


Рис.4.97.Значення параметрів **V-RayBlendMtl**

36. Для створення матеріалу трубочки всередині парфумерного флакона використовуватимемо простий матеріал **V-Ray**, оскільки трубочка мала за розміром і скрупульозність тут зайва - ніхто вашої праці все одно не зможе оцінити. Тому створимо новий **V-RayMtl** в порожньому слоті і назвемо його **Pipe**. Його параметри дивимось на рис.4.98.

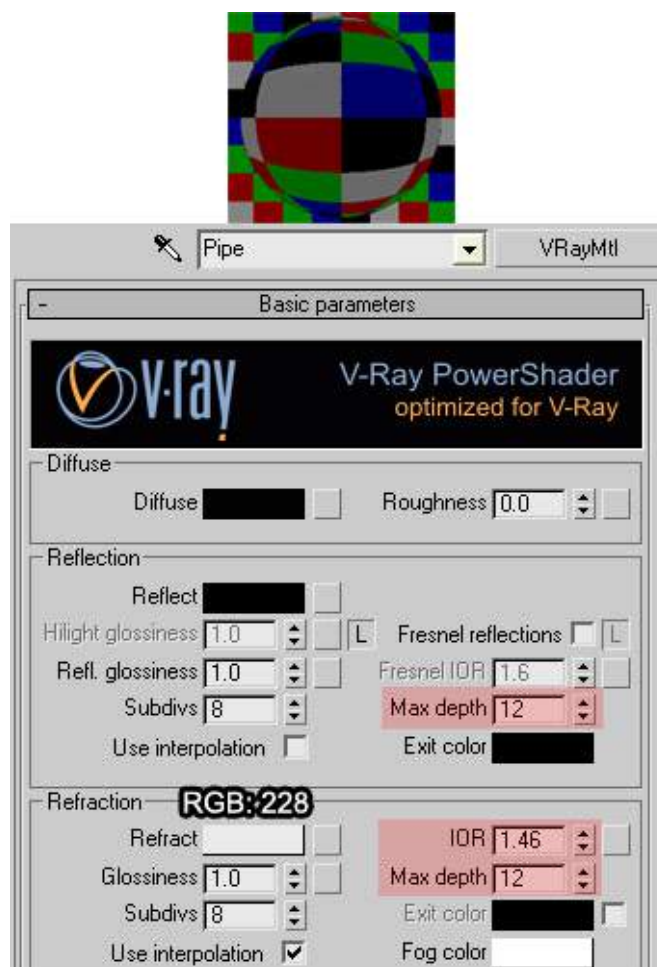


Рис.4.98. Створення матеріалу **Pipe**

37. Останнє, для чого знадобиться редактор матеріалів, це для створення оточення. Щоб оточення вийшло

реалістичніше, скористаємось одним із стандартних **HDRI**-файлів **3DS Max**. Можна використовувати свою карту **HDRI**. Виберемо вільний слот матеріалу і додамо туди карту **VRayHDRI**. Маємо на увазі, що це не матеріал, шукаємо її в розділі карт **maps**. В налаштуваннях карти натиснемо кнопку **Browse** і виберемо своє **HDR** - зображення. Також змінимо його тип на **Spherical environment** (рис.4.99).

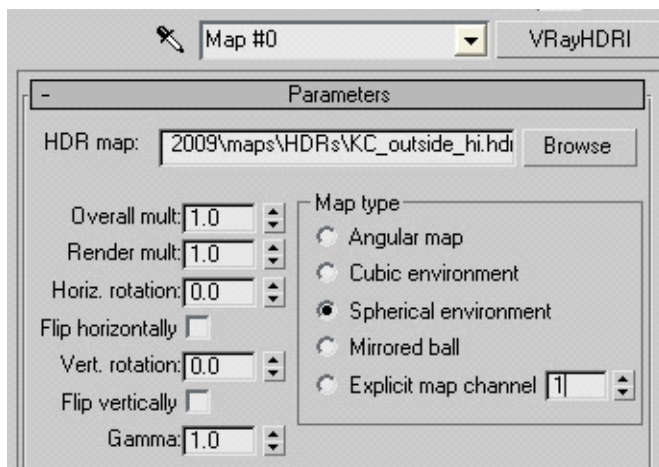


Рис.4.99.Команди створення реалістичного оточення

Частина 7: налаштування рендеринга в VRay

У цій частині займемося налаштуванням візуалізації сцени в **VRay**.

38. Натиснемо клавішу F10 для запуску вікна **Render Setup**. Перейдемо на вкладку **V-Ray**, сувій **V-Ray: Global Switches** (Глобальні перемикачі), і відключимо опцію **Default Lights** (Джерела світла за замовчуванням) (рис.4.100).

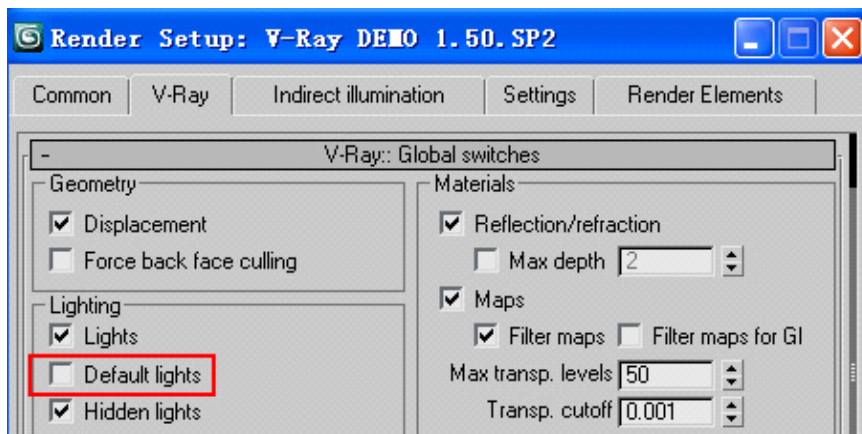


Рис.4.100. Відключення опції **Default Lights**

39. Виберемо **Adaptive DMC** як **Image Sampler** (Семплер зображення) і залишимо його в налаштуваннях за замовчуванням. Тип **Antialiasing filter** (Фільтр згладжування) виберемо **Catmull-Rom**, тому що хочемо відрендерити картинку без анімації (рис.4.101).

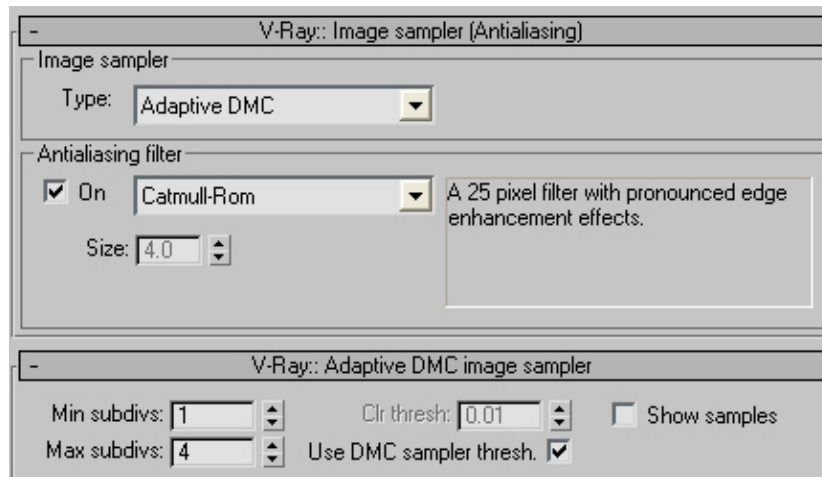


Рис.4.101. Вибір налаштувань для рендеру без анімації

40. Перетягнемо з редактора матеріалів карту **VRayHDRI**, створену в п. 37, в сувій **Environment**. Після цього для **Color mapping** виберемо тип **Exponential** (рис.4.102).

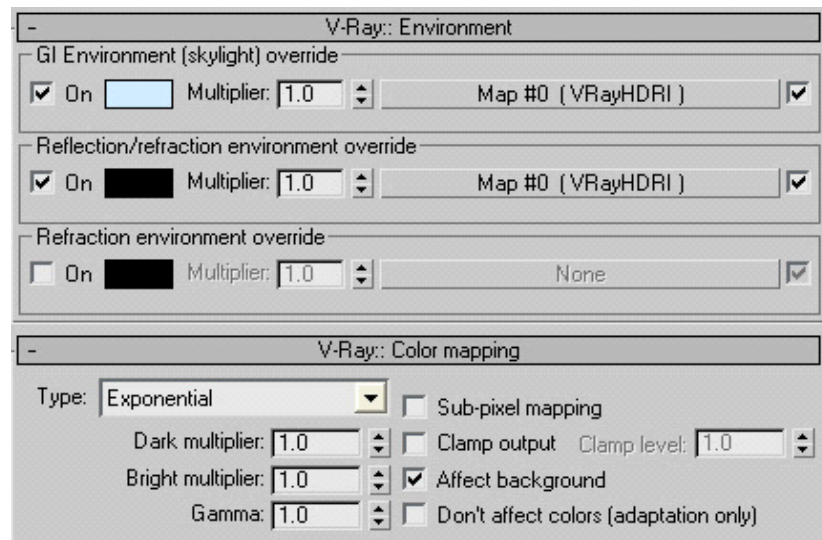


Рис.4.102. Вибір типу **Exponential**

41. Перейдемо на вкладку **V-Ray: Indirect Illumination (GI)** (Непряме освітлення) і включимо **GI**. Виберемо **Irradiance map** як **primary** (основного) движка прорахунку зображення, а для **secondary** (вторинного) встановимо **Light cache**. Не забудемо ввімкнути опцію **Refraction** (Заломлення) в **GI** (рис.4.103). Одержали готову модель флакона (рис.4.104).

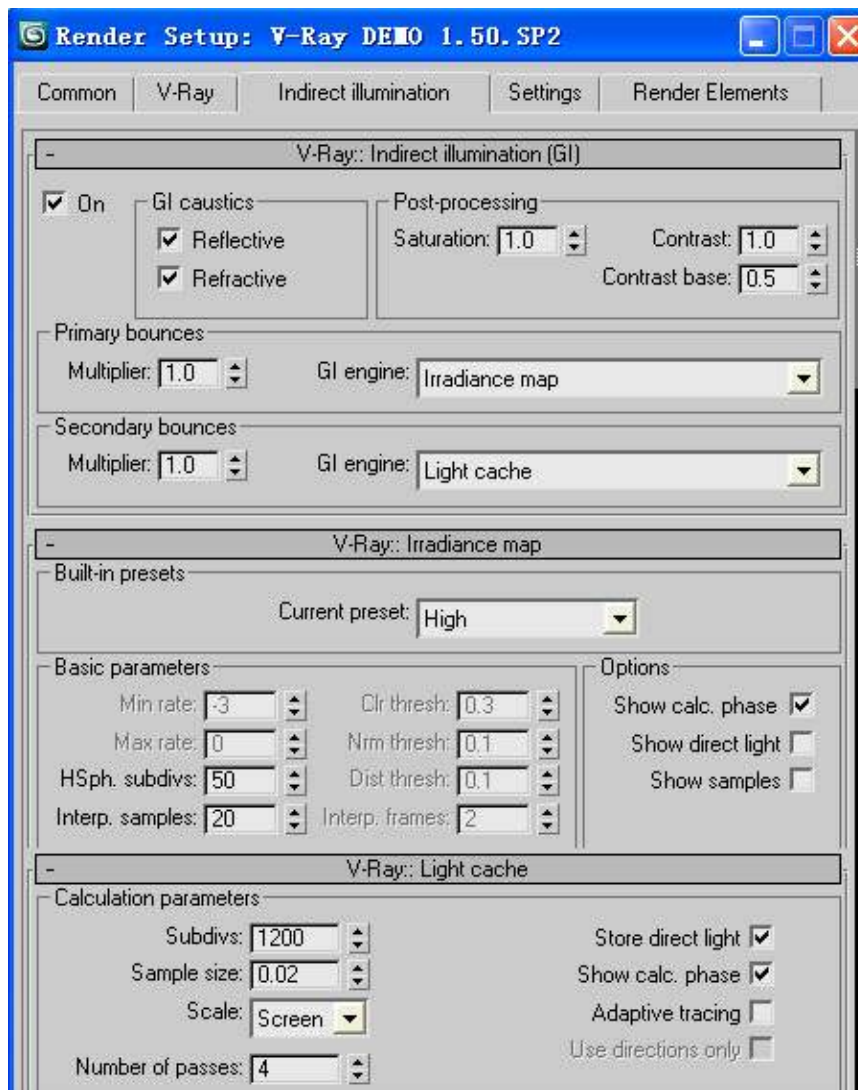


Рис.4.103. Налаштування параметрів освітлення



Рис.4.104. Готова модель флакона

4.7. Побудова моделі корпусу мобільного телефону

Візуалізація є актуальною проблемою у моделюванні, оскільки надає змогу очно побачити об'єкт. Концепт об'єкта або проекту в основному демонструють за допомогою відеороликів і картинок, зроблених на основі 3D-графіки. Створювати 2D- і 3D- моделі можна, використовуючи можливості інженерної і ділової комп'ютерної графіки. Сценарії в готовому вигляді демонструють лише те, що компанія-представник вважає за необхідне. Це обмежує перегляд, так як в статичних зображеннях немає можливості відхилитися від сюжету і уважно оглянути деталі. Тривимірна графіка реального часу ефективно застосовується в багатьох предметних областях. Потужність комп'ютерних обчислень дозволяє обробляти досить складні сцени в режимі реального часу без втрати швидкості і якості відображення. Ці можливості привели до появи інтересу до тривимірної візуалізації з боку фахівців з різних сфер діяльності. Так, в області архітектури та містобудування, ІТ та інших все більш широке застосування знаходять віртуальні моделі технологій, будинків та прототипів. Фотореалістична реконструкція об'єктів, що дозволяє на етапі проектування ефективно працювати із замовником, використовувати 3D - моделювання в процесі навчання, в музейних, реставраційних, рекламних, комерційних проектах, також є сучасною і перспективною. Особливе значення 3D технологія набуває в задачах інтерактивного проектування інженерних підсистем в системах автоматизації, іменованих *розумний будинок* (smart house). Тому можна сказати, що 3D-моделювання виходить далеко за межі мультфільмів і воно є вагомим частиною нашого сучасного життя. Важливе значення набуває комп'ютерна графіка в освітньому процесі шляхом успішної заміни реальних технічних об'єктів віртуальними. Виходячи з проведеного аналізу, практично важливо *розробити інтерактивну візуалізацію на прикладі моделі корпусу телефону із запропонованим поєднанням можливостей двох графічних продуктів*. Виконання роботи дасть змогу побачити модель телефону, створену у програмному середовищі **3DS Max** за допомогою засобу **V-ray**. В основу побудов покладений метод Монте-Карло, який сьогодні є найбільш передовим методом розрахунків і для інших систем рендерингу. Однак, якщо застосовувати його в чистому вигляді, даний метод демонструє повільну збіжність рішень, що при рендерингу проявляється в появі шумів, зернистості та інших недоліків. Тому для розрахунку вторинної дифузної освітленості **V-ray** нами використано *метод фотонних карт*, що дозволяє не тільки швидко виробляти рендеринг, а й отримувати якісні результати. Зручною для розв'язання нашої задачі є виявлена нами особливість **V-ray**, яка полягає у наявності великої кількості налаштувань. Це дозволяє вибрати необхідні параметри для отримання оптимальної відповідності між якістю рендеру і швидкістю рендерингу. На початку процесу створення моделі це трохи сповільнювало роботу, оскільки складно зорієнтуватися у великій кількості графічних параметрів. Однак інтерфейс **V-ray** досить зрозумілий і, очевидно, з часом налаштування рендерингу буде все простішим.

Аналіз і вибір графічних засобів для 3d моделі корпусу мобільного телефону у 3DS Max

Для проведення процесу моделювання мобільного телефону у 3DS Max приведемо потрібні, на наш погляд, пояснення.

Тривимірна графіка, або **3D**-графіка (від 3 **Dimensions** – три виміри) – розділ комп'ютерної графіки, сукупність прийомів та інструментів як програмних, так і апаратних, призначених для зображення об'ємних об'єктів. Найбільше вона застосовується для створення зображень, які використовуватимуться в подальшому на екрані або роздруківках в архітектурній візуалізації, кінематографії, телебаченні, відеоіграх, друкованій продукції, а також у науці та промисловості. Тривимірне зображення на площині відрізняється від двовимірного

тим, що крім ще одного виміру, включає побудову геометричної проекції тривимірної моделі (сцени) на площину (наприклад, екран комп'ютера) за допомогою спеціалізованих програм. При цьому модель може як відповідати об'єктам реального світу (автомобілі, будівлі, ураган, астероїд), так і бути повністю абстрактною (проекція чотиривимірного фрактала). Для одержання тривимірного зображення у площині на прикладі моделювання мобільного телефону потрібні такі кроки:

Моделювання – створення тривимірної математичної моделі сцени і об'єктів в ній.

Рендеринг (візуалізація) – побудова проекції відповідно до обраної фізичної моделі. Виведення отриманого зображення відбувається на пристрій виведення – дисплей або принтер.

Однак, у зв'язку зі спробами створення **3D**-дисплеїв і **3D**-принтерів, тривимірна графіка не обов'язково включає в себе проектування на площину.

Сцена (віртуальний простір моделювання) включає в себе кілька категорій об'єктів:

- Геометрія (побудована за допомогою різних технік модель, наприклад, будівля).
- Матеріали (інформація про візуальні властивості моделі, наприклад, колір стін і відбиваюча / заломлююча здатність вікон).
- Джерела світла (налаштування: напрямки, потужності, спектр освітлення).
- Віртуальні камери (вибір точки та кута побудови проекції).
- Сили та дії (налаштування динамічних спотворень об'єктів, застосовується в основному в анімації).
- Додаткові ефекти (об'єкти, що імітують атмосферні явища: світло у тумані, хмари, полум'я і т. д.).

Виходячи з проведеного аналізу, для створення моделі мобільного телефону нами була обрана модель **Google Nexus One**, адже вона має унікальний дизайн і саме на ній можна показати свої навички та вміння. Для її розробки нами обрано такі програмні продукти як **3DS Max** та **V-Ray**. Це обґрунтовано тим, що саме завдяки ним можна в повній мірі досягнути і показати всі можливості **3DS Max** та **V-Ray** і навички у роботі з мобільними телефонами, а також, не дивлячись на певні незручності інтерфейсу, вони показують себе як чудова пара програм для розробки будь-яких **3D** моделей, що свідчить про їх високу ефективність. Виходячи з цього, можна сміло сказати що для розробки мобільного телефону **Google Nexus One** програма **3DS Max** та плагін **V-ray** підходять якнайкраще.

Особливості розроблення просторової моделі корпусу мобільного телефону. Побудова студії

Оскільки задача однозначна, створення просторової моделі нами було розділено на етапи, а саме: моделювання площини телефону, передньої та задньої сторони телефону, деталей основи, сторін та нерівностей, камери, екрана, додаткових деталей (мікшери гучності, входи під зарядне, навушники та ін.).

Моделювання площини телефону

Створений телефон буде у реальному розмірі, тому для початкової роботи необхідно створити обриси телефону за допомогою зображень, накладених одне на одне. Це буде макет телефону, створений за допомогою зображень.

Розпочнемо моделювання з формування основи у вигляді площини.

На рис 4.105 представлений результат створення стандартного примітиву **Plane** з параметрами: **length** = 59,8 mm, **width** = 119 mm, **segs** = 1, **width segs** = 1.

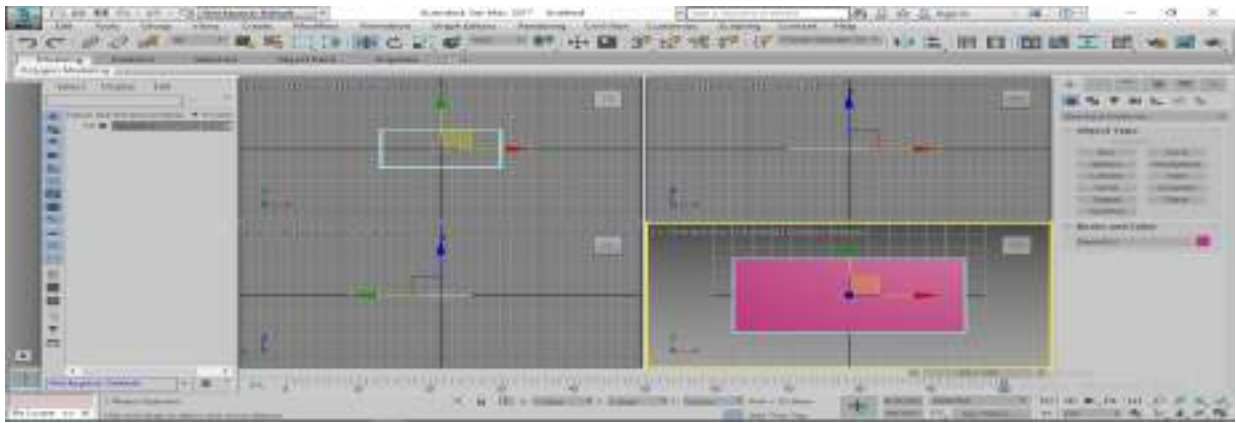


Рис.4.105. Створення стандартного примітиву **Plane**

Для створення повноцінної сцени об'єкта на побудовану площину було нанесено зображення верхньої частини телефону. За допомогою **Material Editor** було поміщено в канал **Diffuse** карту **Bitmap**, і у вікні додали зображення з видом зверху **Top.jpg**. Присвоївши матеріал площині, як показано на рис. 4.106, отримуємо зображення верхньої частини телефону. Це дасть змогу спростити побудову верхньої частини телефону, візуального бачення картинки телефону та допоможе уникнути помилок та невідповідностей в процесі моделювання.



Рис.4.106. Зображення верхньої частини телефону

Для прискорення побудов створюємо сцену методом копіювання даної площини. Підганяємо частини сцени за розмірами кнопкою **Fit**, накладаючи на них відповідні зображення. Це показано на рис. 4.107.



Рис.4.107. Створення об'ємного зображення

Аналогічно додаємо усі грані у сцену та підготовлюємо її (рис. 4.108).



Рис.4.108. Додавання усіх граней телефону

Побудова корпусу

Багато об'єктів в реальному житті є комбінаціями найпростіших тривимірних примітивів. Так, наприклад, стіл складається з паралелепіпедів, настільна лампа – з циліндрів і півсфери, а автомобільна покривка - це не що інше як тор. У тривимірному віртуальному просторі практично всі сцени в більшій чи меншій мірі використовують наявні в програмі примітиви. Стандартні об'єкти **3DS max** – це будівельний матеріал, з допомогою якого легко створювати моделі.

Щоб побудувати основу корпусу, створимо геометричний об'єкт **Plane** з параметрами **length segs = 1** **width segs = 1**. Для подальшої побудови симетричної моделі перемістимо **Plane** в точку з координатами **x (0; 0) y (0; 0) z (0; 0)** (рис 4.109).

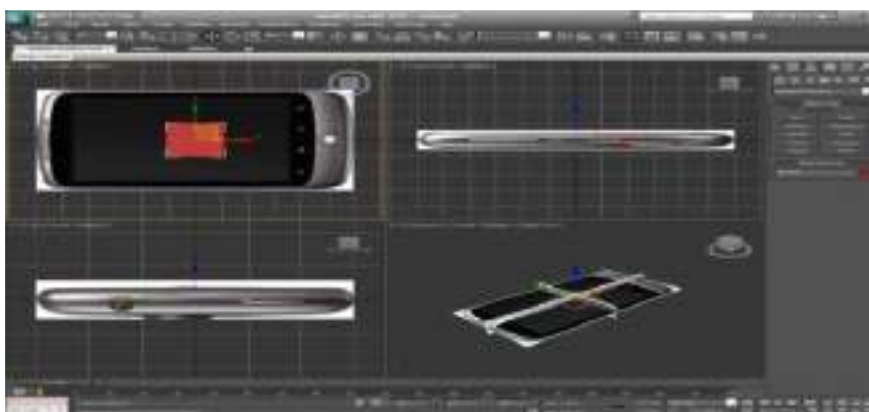


Рис.4.109. Створення **Plane** для основи корпусу

Результатом аналізу ряду проведених нами комп'ютерних експериментів виявлено, що краще поступити наступним чином. У стеці модифікаторів виділимо об'єкт **Plane** і перетворимо його в **Editable Poly**. Завдяки цій дії площина перестала існувати в програмі як *параметричний* об'єкт. В панелі команд зникли параметри довжини і ширини, але з'явилася можливість редагувати підоб'єкти: **Vertex**, **Edge**, **Polygon**. Результат показаний на рис 4.110.

Перейдемо до редагування вершин **Vertex**. Виділимо вершини моделі і перемістимо їх як показано на рис. 4.111.



Рис.4.110. Представлення проєкційних зображень телефону

Продовжуємо процес побудови нашої моделі. Перейдемо на підоб'єкти **Edge** і скопіюємо ребро. Перейдемо на підоб'єкти **Vertex** і розташуємо вершини на кордоні нашої сцени. Продовжуємо копіювати ребра (рис 4.111).

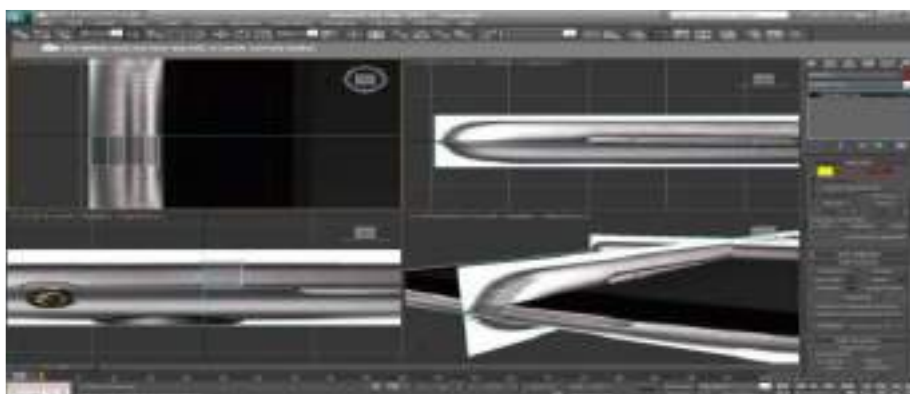


Рис.4.111. Створення ребра

Перейдемо до підоб'єкту **Edge**. Виділимо всі ребра за допомогою кнопки **Loop**. Скопіюємо їх та перемістимо уздовж нашої сцени (рис. 4.112).

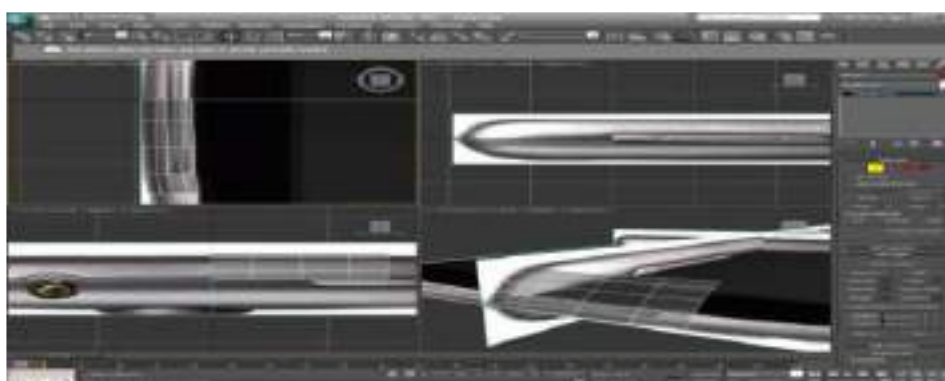


Рис.4.112. Розмноження ребер

Продовжуємо копіювання ребер. Для коректного збігу майбутньої моделі зі сценою використовуємо обертання **Rotate** і масштабування **Scale** (рис. 4.113).

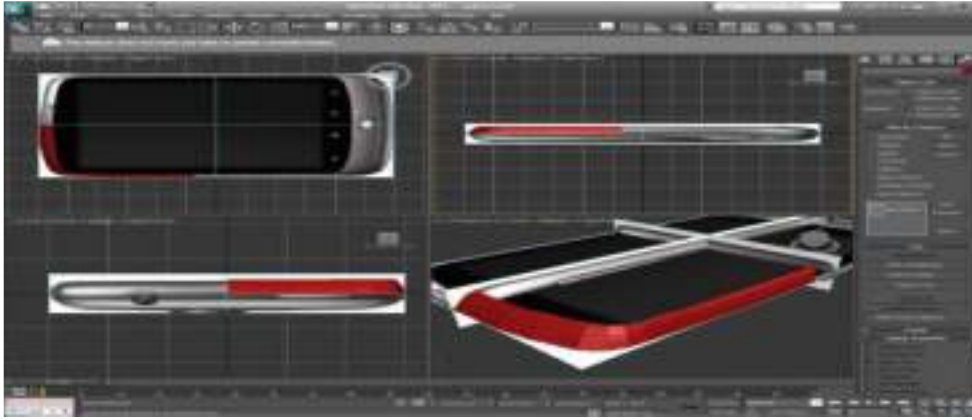


Рис.4.113. Розмноження ребер за допомогою **Rotate** і **Scale**

Для прискорення побудов і підвищення точності *використаємо* той факт, що модель *симетрична*. Тоді можна побудувати тільки половину нашого об'єкта. Для побудови симетричної частини моделі застосуємо модифікатор **Symmetry**. Застосуємо модифікатор **MeshSmooth** для згладжування моделі та візьмемо рівну ітерацію. Корпус телефону готовий. Результат представлений на рис. 4.114.

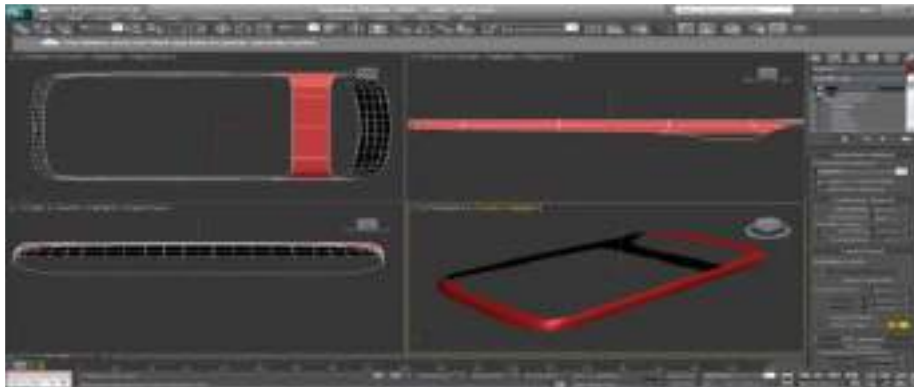


Рис.4.114. Завершення побудови корпусу телефону

Побудова нижньої кришки корпусу

Приступимо до побудови нижньої кришки. Відключимо дію модифікаторів **MeshSmooth** і **Symmetry**. Перейдемо до підоб'єктів **Edge** та виділимо перше ребро і скопіюємо його як показано на рис. 4.115.

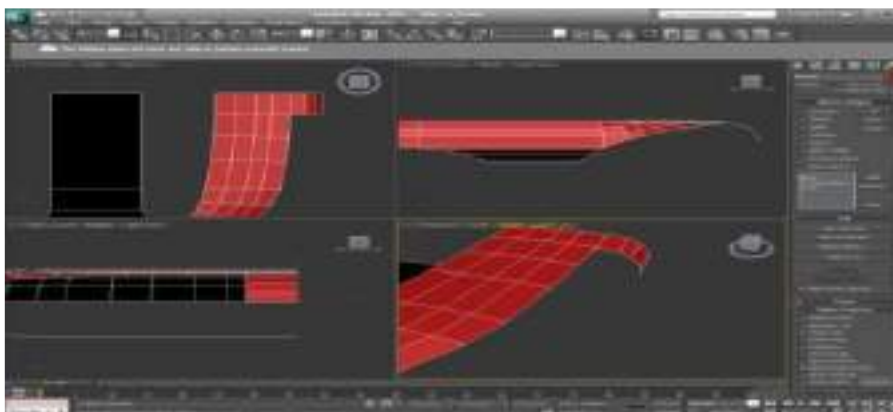


Рис.4.115. Побудова нижньої кришки

Виділимо отримані ребра, скопіюємо їх та підгонимо за розмірами обертанням **Rotate** і масштабуванням **Scale**. З'єднаємо розриви між ребрами кнопкою **Weld** або **Target Weld**. Результат показаний на рис. 4.116.

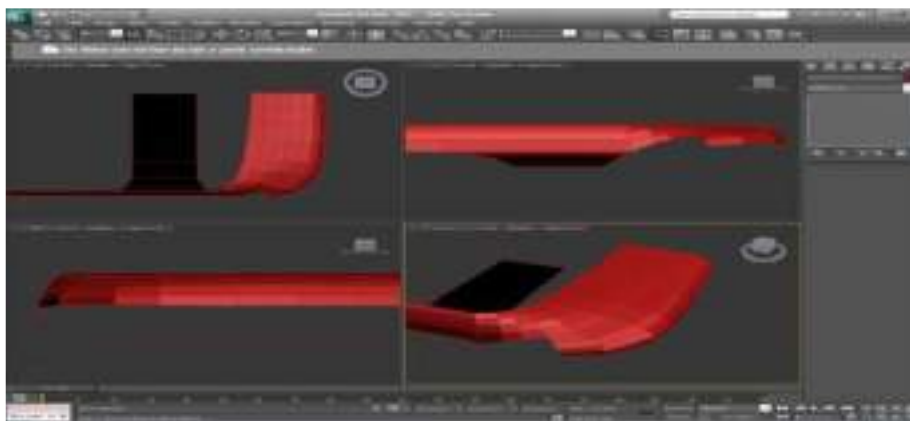


Рис.4.116. Робота з розмноженням

Аналогічним чином добудуємо нижню кришку. Між нижньою кришкою і корпусом є щілина. Побудуємо її. Перейдемо на рівень ребер **Edge**. Виділимо ребра, які межують між деталями. Викличемо параметри інструменту **Extrude**. Встановимо висоту видавлювання рівню **-0,5 mm**, а ширину щілини **0,1 mm**. Після застосування модифікатора **MeshSmooth** щілина виходить занадто гладкою. Виправимо це, створивши на ребрах щілини фаску інструментом **Chamfer**. Виділимо ребра на кордоні щілини, викличемо інструмент **Chamfer** з розміром фаски **0,05 mm** і кількістю сегментів три. Нижня кришка побудована, а результат модифікацій представлений на рис. 4.117.

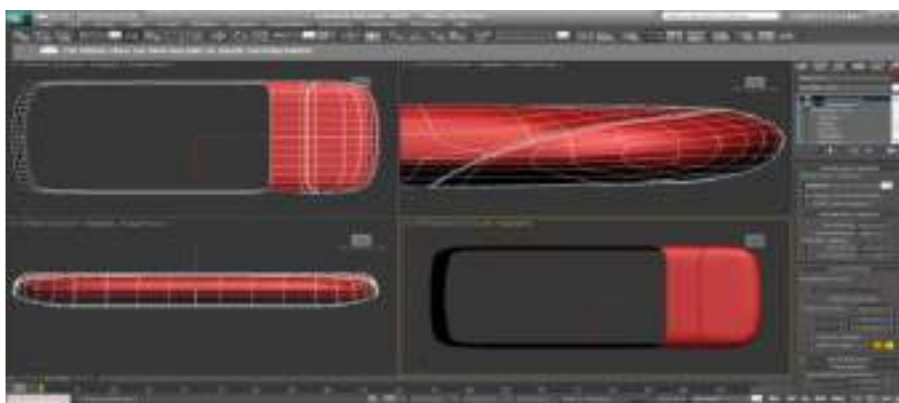


Рис.4.117. Створення щілини у корпусі

Побудова верхньої кришки корпуса

Перейдемо до побудови поверхні скла верхньої кришки. Виділимо ребра і скопіюємо їх уздовж сцени, де розташовується скло телефону. З'єднаємо місця розривів командами **Weld** и **Target Weld** (рис. 4.118).

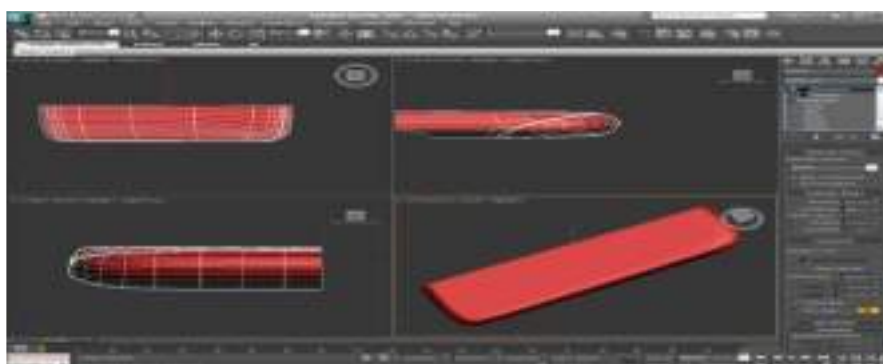


Рис.4.118. Побудова поверхні скла

З'єднання скла з корпусом симетричне. Побудуємо його. Виділимо ребра між кордонами поверхонь кнопкою **Loop**, втиснувши вниз інструментом **Extrude** з параметрами: **Extrusion Height** **-0,5 mm** (по висоті) і

Extrusion Base Width - 0,1 mm (по ширині). Зніmemo фаску на зовнішніх ребрах щілини інструментом **Chamfer** з параметрами: **Chamfer Amount** = 0,05 mm і **Segments** = 1.3 (рис. 4.119).

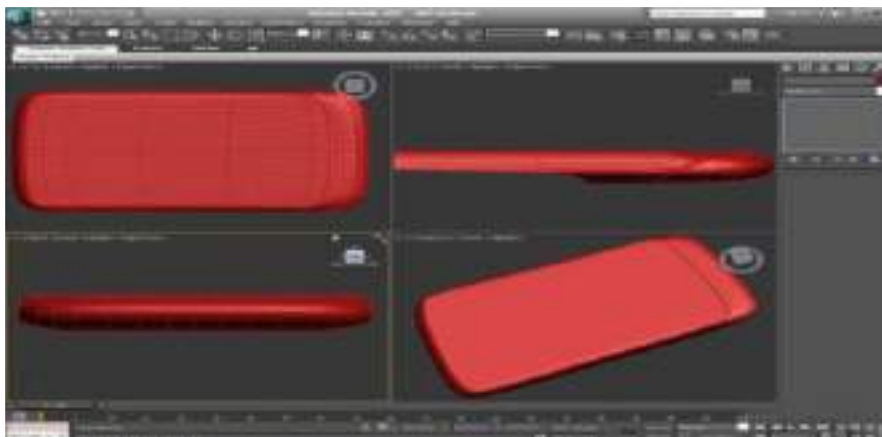


Рис.4.119. З'єднання скла з корпусом

Побудуємо поверхню нижньої кришки корпусу. Виділяємо ребра і будуємо частину поверхні від перемички до заокруглення. Потім побудуємо ділянку торця і замкнемо поверхню. З'єднання верхньої кришки з корпусом не є симетричним, тому побудову щілини в цьому місці доведеться відкласти. Спочатку добудуємо симетричні деталі корпусу. Перейдемо на рівень подоб'єктів **Polygon** і виділимо полігони, відповідні поглиблення динаміка телефону. За допомогою інструменту **Extrude** видаavimo полігони **Extrusion Height** -1,0 mm. Використовуючи тривимірну прив'язку, перемістимо видавлені полігони точно під вершини корпусу. Перемістимо видавлені полігони в горизонтальну площину. Для цього в інструменті **Make Planar** натиснемо кнопку **Z**. Відрегулюємо глибину видавлювання (рис. 4.120).

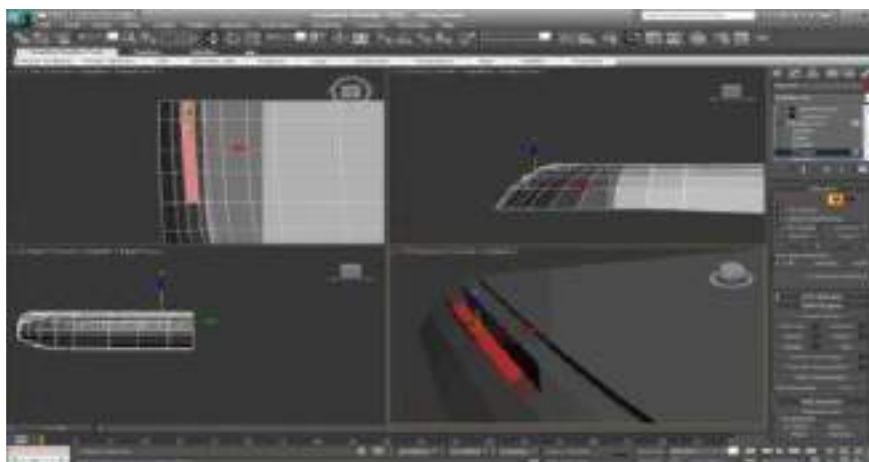


Рис.4.120. Створення динаміка

Виділимо два ребра на кінці поглиблення і зніmemo з них фаску інструментом **Chamfer** з параметрами **Chamfer Amount** = 0,33 mm і **Segments** = 1. В результаті видавлювання на осі симетрії утворився полігон, розташований поперек поглиблення. Видалимо його. Для правильної роботи згладжування зніmemo фаску на верхніх ребрах кордону поглиблення інструментом **Chamfer** з параметрами **Chamfer Amount** = 0,26 mm і **Segments** = 3 mm (рис. 4.121).

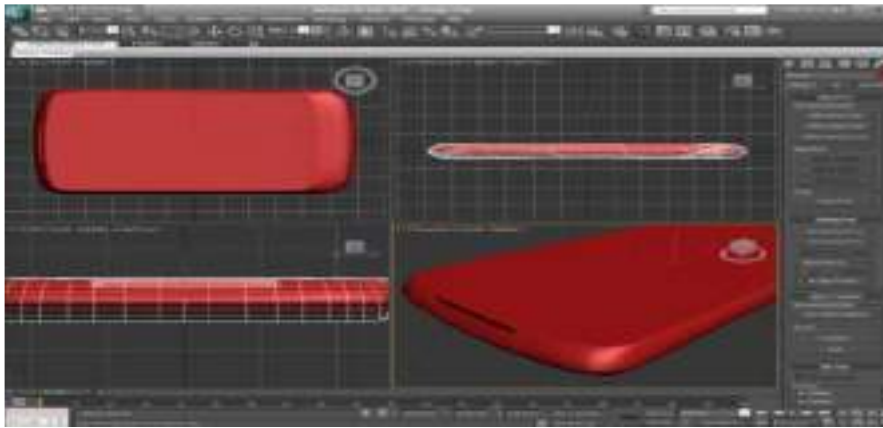


Рис.4.121. Результат роботи над динаміком

Перейдемо до вирізання отворів мікрофонів в нижній частині телефону. В панелі команд на закладку **Create** включимо другу категорію об'єктів **Shapes**. У вікні виду праворуч побудуємо еліпс за розміром отвору мікрофону в корпусі. Пересунемо еліпс так, щоб у вигляді праворуч він виявився на передньому плані. Перейдемо до закладки **Modify** і в сувій **Interpolation** встановимо кількість кроків **Steps** рівним один. Натиснемо правою кнопкою миші в стеці модифікаторів і перетворимо еліпс в **Editable Spline**. Перейдемо на підоб'єктний рівень сплайнів і інструментом **Outline** продублюємо лінію еліпса. Скопіюємо еліпс на другий отвір мікрофона (рис. 4.122).

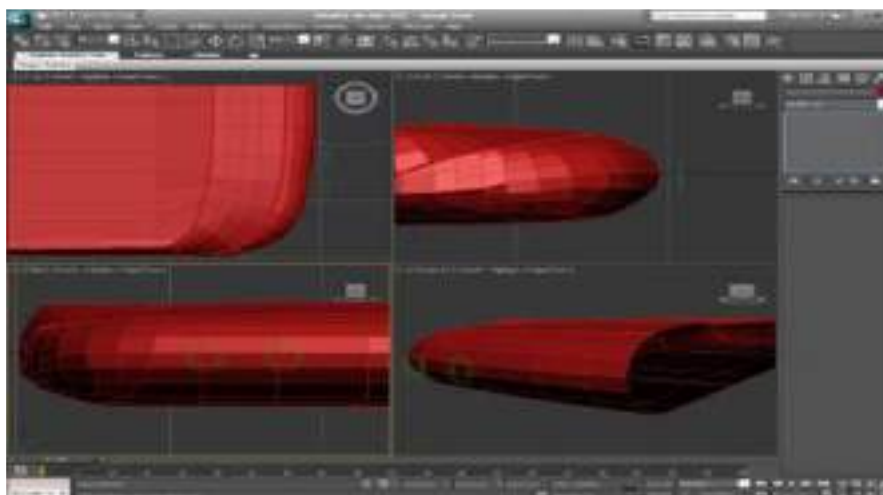


Рис. 4.122. Створення динаміка та мікрофона

Виділимо корпус, включимо тривимірну прив'язку та перейдемо на рівень ребер. Включимо інструмент **Cut** і розріжемо полігони корпусу послідовним клацанням в кожній вершині зовнішнього еліпса. Замкнемо контур клацанням в тій вершині, з якої починали операцію розрізання. Подібним чином розріжемо полігони корпусу по внутрішньому еліпсу. Повторимо операцію розрізання з еліпсами другого отвору. Перейдемо в стеці модифікаторів на рівень об'єкту та видалимо обидва еліпси. Перейдемо на рівень вершин і за допомогою інструменту **Target Weld** об'єднаємо вершини так, щоб контури майбутніх отворів містили тільки кутові вершини. Видалені ребра перетинають полігони отворів. Перейдемо на рівень полігонів, виділимо полігони отворів, втиснувши їх інструментом **Extrude**. Розташуємо видавлені полігони у вертикальну площину, для цього в інструменті **Make Planar** натиснемо кнопку **X**. Виділимо ребра на кордоні отворів і знімемо на них фаску інструментом **Chamfer** з параметрами **Chamfer Amount** = 0,12 mm і **Segments** = 3 mm (рис. 4.123).

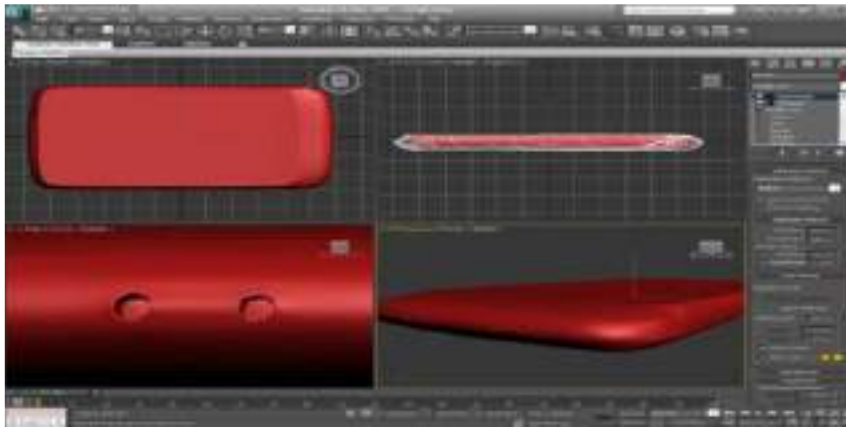


Рис.4.123. Деталізація динаміка та мікрофона

Перейдемо в панель команд на закладку **Create** та включимо другу категорію об'єктів **Shapes**. Побудуємо у вікні виду праворуч прямокутник **Rectangle** за розміром роз'єму зарядного пристрою. Клацнемо правою кнопкою миші в стеці модифікаторів і перетворимо прямокутник в **Editable Spline**. Виділимо всі вершини і вкажемо їм вид **Corner**. Зніmemo фаски на крайніх лівих вершинах прямокутника інструментом **Chamfer**. Перейдемо на рівень сегментів і розділимо прямокутник двома горизонтальними сегментами навпіл інструментом **Divide**. Видалимо праву частину прямокутника. Перейдемо на рівень вершин і перемістимо вершини на вісь симетрії телефону. Перемістимо прямокутник на передній план. Включимо інструмент прив'язки та перейдемо на рівень полігонів. Розріжемо полігони інструментом **Cut**. Видалимо ребра всередині отриманого полігону кнопкою **Remove**. З'єднаємо зайві вершини інструментом **Target Weld**. Виділимо полігони отворів інструментом **Extrude**. Перемістимо його, використовуючи прив'язку, і видалимо полігон, що утворився на осі симетрії телефону. Вирівняємо полігон по вертикалі кнопкою **X**. Продублюємо полігони отворів всередину інструментом **Inset**. Додамо двом ребрам та полігону форму зарядного пристрою полігонним інструментом **Extrude**. Виділимо ребра і зніmemo на них фаску інструментом **Chamfer**. Результат показаний на рис. 4.124.



Рис.4.124. Створення зарядки

Симетрична частина моделі готова. Щоб побудувати деталі, які не є симетричними, потрібно вибудувати повну модель і перетворити її в редагований каркас. Видалимо модифікатор **Mesh Smooth** зі стеку. Включимо дію модифікатора **Symmetry**. Клацнемо правою кнопкою миші і виконаємо команду **Collapse All**. Ми отримали повну симетричну полігональну модель телефону, в яку можна вносити зміни. Застосуємо модифікатор **Mesh Smooth** і тимчасово відключимо його. Побудуємо кнопку, мікшер гучності, розташовану на лівому боці корпусу. Кнопка занадто довга, тому розділимо її командою **Connect** на п'ять ребер. Інструментом **Cut**

виріжемо контур кнопки поверх полігонів корпусу. Видалимо зайві ребра. Перейдемо у вікно виду зліва і повторимо операцію з іншою кнопкою. З'єднаємо зайві вершини інструментом **Target Weld** (рис. 4.125).



Рис.4.125. Мікшер гучності

Створимо роз'єм гарнітури. Перейдемо в панелі команд на закладку **Create** і увімкнемо другу категорію об'єктів **Shapes** та побудуємо у вікні виду праворуч коло **Circle** за розміром отвору роз'єму. Перейдемо до закладки **Modify** і в сувої **Interpolation** встановимо кількість кроків **Steps** рівну одиниці. Перемістимо коло так, щоб воно виявилось на передньому плані. Конвертуємо коло в **Editable Spline**. Перейдемо на підоб'єктний рівень сплайнів та інструментом **Outline** продублюємо лінію кола так, щоб її верхня частина збігалася з лінією вигину щілини між корпусом та верхньою кришкою. Виділимо модель телефона, включимо тривимірну прив'язку. Перейдемо на рівень ребер та розріжемо полігони по контурах внутрішнього і зовнішнього кола командою **Cut**. Видалимо коло. Видалимо ребра усередині побудованих контурів кнопкою **Remove**. Виділимо полігони отворів інструментом **Extrude**. Перемістимо його, використовуючи тривимірну прив'язку. Вирівняємо полігон по вертикалі кнопкою **X**. Продублюємо контур полігону командою **Inset**, видавимо назовні командою **Extrude**. Ще раз продублюємо контур і вдаavimo всередину. Виділимо ребра на кордоні отвору та передньої межі контакту роз'єму та знімемо фаску інструментом **Chamfer** з параметрами **Chamfer Amount** = .1 mm, **Segments** = 3. Контакт роз'єму побудований (рис. 4.126).



Рис.4.126. Роз'єм під гарнітуру

Додавання деталей

Побудуємо щілину між корпусом та верхньою кришкою. Виділимо ребра по контуру щілини, додамо до виділення ребра по контуру кнопок, видавивши ці ребра інструментом **Extrude** з параметрами глибини видавлювання рівній 1 mm, а ширину щілини 0,1 mm. Виділимо ребра щілин і ребра навколо кнопок та знімемо на них фаску інструментом **Chamfer** як показано на рис. 4.127.

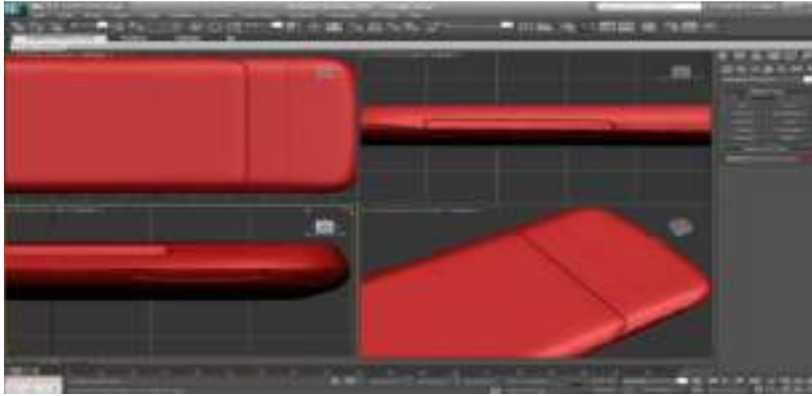


Рис.4.127. Деталізація корпусу

Перейдемо до побудови камери телефону. Побудуємо еліпс за розміром опуклості камери телефону, побудуємо коло по контуру об'єктива камери. Перемістимо коло і еліпс так, щоб вони виявилися на передньому плані. Встановимо кількість кроків в еліпсі та колі рівною двом (рис. 4.128).

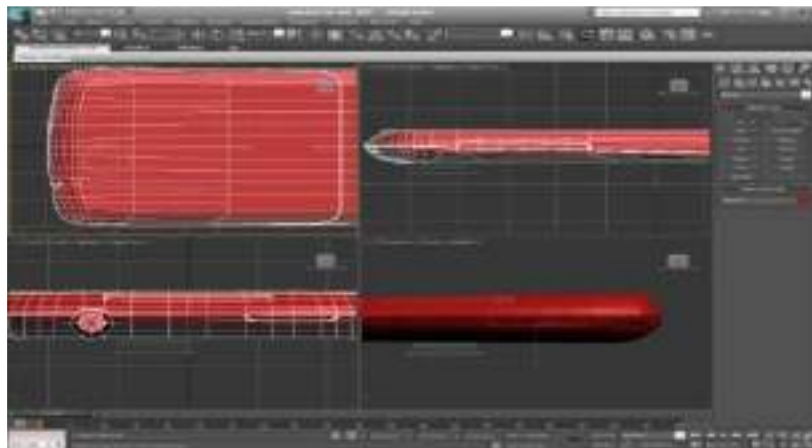


Рис.4.128. Полігональна деталізація

Виділимо модель телефону, включимо тривимірну прив'язку та інструментом **Cut** розріжемо полігони телефону по контуру кола. Аналогічну дію виконаємо з еліпсом. З'єднаємо протилежні контури ребрами. Видалимо зайві ребра в полігоні об'єктива. Виділимо полігон об'єктива, вирівняємо його в горизонтальній площині і перемістимо вниз, надаючи таким чином форму опуклості (рис. 4.129).

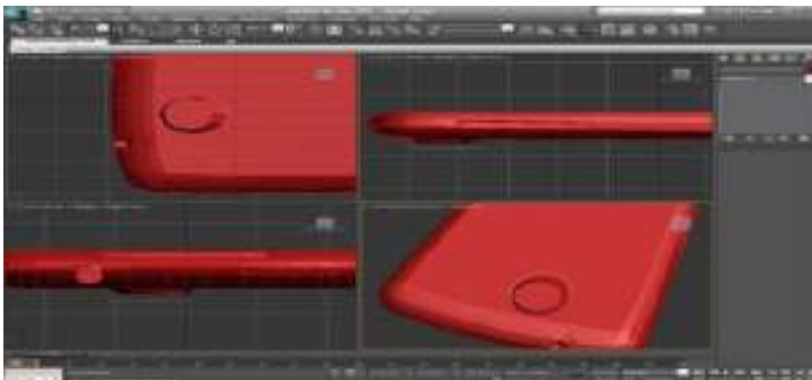


Рис.4.129. Додавлення кола

Побудуємо внутрішню поверхню об'єктива інструментами **Inset** і **Extrude**. Знімемо фаску на зовнішніх ребрах об'єктива інструментом **Chamfer** з **Segments** = 3. Виділимо полігони внутрішньої поверхні і скопіюємо їх уздовж осі **Z**. З цих полігонів буде побудовано скло об'єктива. Перейдемо на рівень **Border**, виділимо внутрішнє кільце ребер, перемістимо його, надаючи склу опуклість, і заповнимо контур полігонами, виконавши команду **Cap**. Розріжемо полігони скла, додавши один сегмент **Connect** (рис. 4.130).

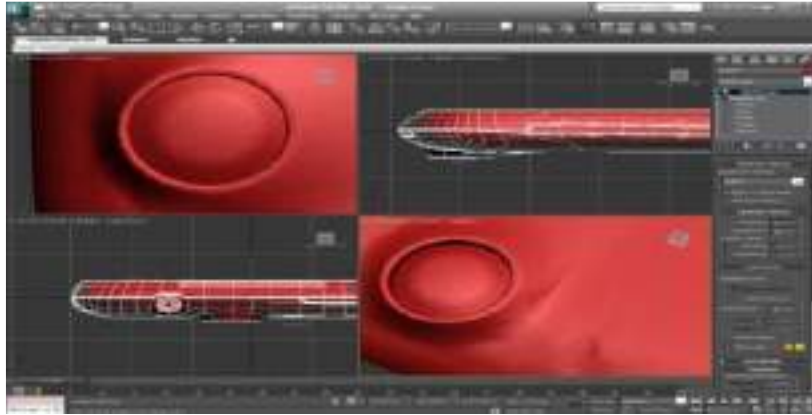


Рис.4.130. Створення камери

Побудуємо коло по контуру спалаху телефону: **Interpolations** = 2. Включимо тривимірну прив'язку і розріжемо полігони телефону по вершинах кола. Видалимо зайві ребра і продублюємо отвір командою **Inset**. Вибравши полігональний отвір **Extrude**, вирівняємо його по осі **Z** і перемістимо під верхню межу отвору. Знімемо фаску інструментом **Chamfer** (рис. 4.131).

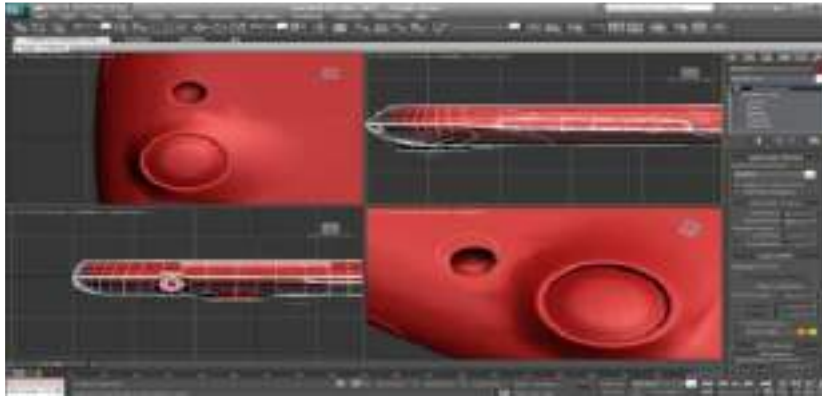


Рис.4.131. Побудова спалаху

Для побудови заднього динаміка створимо прямокутник **Rectangle**. Перетворимо його в **Editable Spline**. Виділимо всі вершини і вкажемо їм вид **Corner**. Перейдемо на рівень ребер і продублюємо прямокутник всередину командою **Outline**. Знімемо фаски на вершинах внутрішнього прямокутника інструментом **Chamfer**. Включимо тривимірну прив'язку і розріжемо полігони телефону по зовнішньому контуру. Видалимо зайві ребра. Побудуємо ребра від вершин внутрішнього контуру до вершин зовнішнього. Виділивши полігони отворів інструментом **Extrude**, вирівняємо їх по осі **Z** та перемістимо під верхню межу отвору. Знімемо фаску на зовнішніх ребрах отворів інструментом **Chamfer** (рис. 4.132).

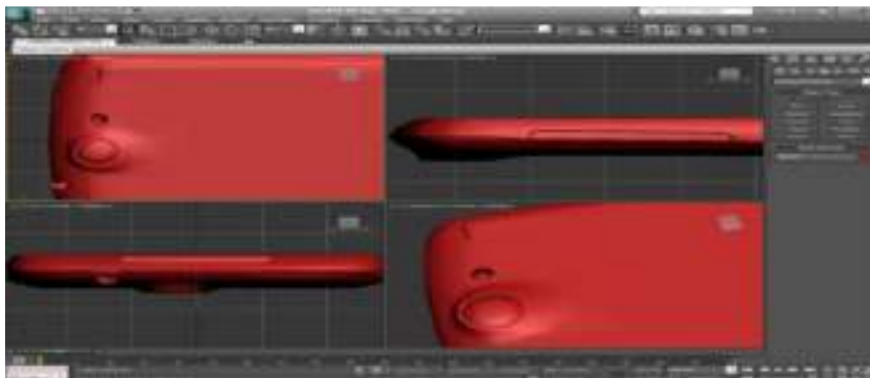


Рис.4.132. Моделювання заднього динаміка

Перейдемо до побудови трекболу телефону (кульковий маніпулятор). Побудуємо коло за розміром кільця трекболу телефону. Перемістимо коло вгору і встановимо в 0 по осі **Y**. Параметр **Interpolations** = 1. Розріжемо полігони по контуру кола. Видалимо зайві ребра. Перейдемо на рівень полігонів і скопіюємо полігон командою **Inset**. Викличемо інструмент **Bevel**, вдавлюючи полігон з параметрами **Height** -1,0 mm і **Outline Amount** -0,1 mm. Застосуємо параметри кнопкою **Apply**, не закриваючи діалогового вікна встановимо **Height** = 1,1 mm. Ще раз скопіюємо полігон так, щоб його розмір збігався з внутрішнім діаметром кільця. Вдавимо його на -1,0 mm. Виділимо ребра на верхніх межах кільця і отвору та знімемо на них фаску з трьома сегментами. Видалимо коло. В отриманому кільці побудуємо геосферу **GeoSphere** з **Radius** = 3,200 mm. Розташуємо її по центру кільця. Модель готова (рис. 4.133).



Рис.4.133. Створення трекболу

Підвищення якості реалістичної моделі корпусу мобільного телефону за допомогою матеріалів та природнього освітлення

Як відомо, будь-які об'єкти, які нас оточують в реальному житті, мають свій характерний малюнок, по якому ми можемо безпомилково їх ідентифікувати. Створені тривимірні об'єкти спочатку виглядають досить просто і можуть відрізнитися тільки кольором. Щоб наділити об'єкти фізичними властивостями, наприклад, прозорістю, жорсткістю, здатністю заломлювати або відображати світло, необхідно для кожного об'єкта сцени встановити характеристики матеріалу. **3DS Max** містить окремий модуль для роботи з матеріалами, який називається **Material Editor**.

Матеріалом називається набір налаштувань, що описує властивості поверхні. Його можна призначити на будь-який об'єкт, але не можна використовувати як задній фон. Для більш природного зображення моделі телефону до нього застосовувалися матеріали. *Обраний в процесі моделювання принцип застосування* полягає у виборі об'єкта чи граней об'єкта і прив'язки до них існуючих матеріалів з бібліотеки матеріалів **V-ray** або накладання відповідної текстури та визначення її пропорцій щодо розмірів об'єкта. Для деяких частин об'єкта або граней застосовується **Edit Mesh** - конвертація та **Polygon** - виділення поверхонь.

На рис.4.134-4.138 приведені приклади застосування матеріалу для різних складових корпусу. Зокрема, на рис. 4.134 показано застосування матеріалу *скло* до скла екрану телефону, матеріалу *глянець* до екрану телефону і матеріалу *чорна плівка-глянець* до обведення екрану об'єкта.



Рис.4.134. Застосування матеріалу *скло*

На рис. 4.135 показано застосування матеріалу *пластик-перли* для трекбола до поверхні трекбола телефону (кульковий маніпулятор) та матеріалу *пластик* для **Google Nexus One** до основної верхньої частини корпусу мобільного телефону.



Рис.4.135. Застосування матеріалу *пластик-перли* для трекбола

На рис 4.136 показано застосування матеріалу *сірий пластик* для кнопки і *темно-сірий пластик* для нижньої кришки мобільного телефону (рис. 4.137).



Рис.4.136. Використання матеріалу *сірий пластик*



Рис.4.137. Використання матеріалу *темно-сірий пластик* для нижньої кришки телефону

На рис. 4.138 показано застосування матеріалу *глянець* до фотоспалаху, а також матеріалу *скло* до фото-відеокамери.



Рис.4.138. Використання матеріалу *глянець*

Забезпечення високоєфективного рендерингу засобами V-Ray

Створення освітлення

Особливістю створення освітлення є виставлення джерел світла, а так само налаштування параметрів глобального освітлення та конкретного джерела світла. Для створення якісного освітлення *поступимо у такий спосіб*.

На закладці **Create** перейдемо до побудови **Lights**. Побудуємо джерело світла **Omni**. Скопіюємо його вправо, вкажемо спосіб копіювання **Instance**. Виділимо обидва джерела світла і скопіюємо їх вниз. Завдяки способу копіювання **Instance** джерела світла будуть взаємозалежними. У вікні виду ліворуч виділимо два джерела. Знаходячись на одній діагоналі, перемістимо їх вгору. Два інших - відповідно вниз. Таким чином, отримали рівномірне освітлення телефону з усіх боків, що і властиво для розсіюючого світла.

Створення природного освітлення

Для створення природного денного освітлення створимо об'єкт **Target Direct**. Включимо розрахунок тіней від джерела галочкою **shadows = on**. Встановимо яскравість джерела 0,5. Відрегулюємо розмір світлової плями так, щоб воно захоплювало всю модель (рис. 4.139).

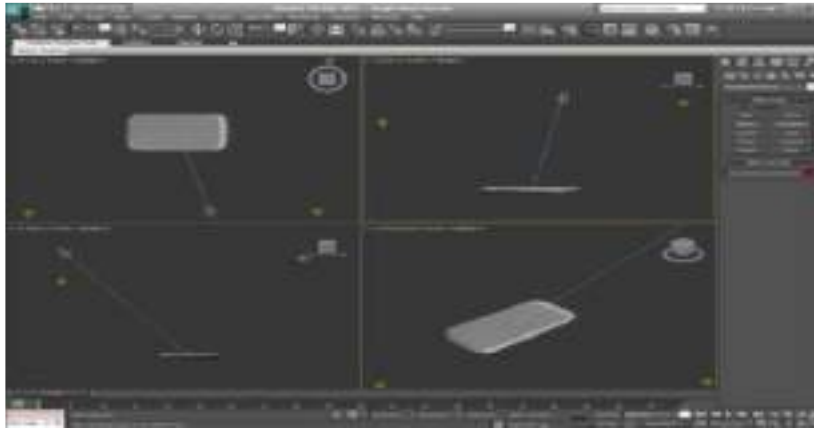


Рис.4.139. Створення освітлення

Остаточний рендеринг

Для рендерингу нами обрано програмне забезпечення **V-Ray**, тому що це один з найсучасніших і досить ефективний спосіб рендерингу у **3DS Max**, а також він дає змогу детально промальовувати текстури, що в свою чергу відповідає за якість зображення.

V-Ray для **3DS Max** - це перевірене на практиці програмне забезпечення візуалізації. Відоме своєю універсальністю та здатністю керувати будь-яким типом проєктів - від масивних, динамічних сцен, що мають тисячі вогнів, до піднесеного натюрморту - це ідеальне рішення для художників та дизайнерів у **3D**-галузях.

Для справді фотореалістичних візуалізацій **V-Ray** надає можливість працювати з швидким та інтенсивним виробництвом, а також отримувати максимум від апаратури **CPU** та **GPU**.

V-Ray добре себе зарекомендував у багатьох сферах візуалізації завдяки своїй гнучкості та широкому набору інструментів, включення в робочий процес різних студій, будь -то анімаційні або архітектурні компанії.

Основні переваги **V-Ray**:

- підтримує розподілений рендеринг на декількох комп'ютерах (**Distributive rendering**);
- має безліч гнучких налаштувань якості зображення для отримання хорошого результату за прийнятний час;

- має в своєму функціоналі великий набір матеріалів, здатних імітувати ті або інші властивості об'єктів, таких як **SSS** (підповерхневе розсіювання);
- додає в **3DS Max** процедурні текстури і утиліти, що полегшують роботу зі сценою (наприклад, **V-ray multisub texture** і **V-ray edges texture**);
- підтримує висновок власних **Render Elements** (пасів) для подальшого складання в програмах композітінгу.

Основні недоліки:

- складність роботи з глобальним освітленням при наявності анімованих об'єктів; по суті, анімовані об'єкти не можна висвітлювати швидкими методами інтерполяції (**Light Cache**, **Irradiance Map**) і залишається дуже повільний **Bruteforce**; та ж логіка працює при візуалізації матеріалів, що вимагають інтерполяції, таких як **SSS**;
- вкрай повільна візуалізація прозорих об'єктів. При накладенні таких об'єктів один на одного час візуалізації зростає багаторазово;
- недопрацьований модуль **V-Ray RT (Real-Time)**, який не підтримує значну кількість основних функцій **V-Ray**, що робить роботу з модулем неповноцінною.

Щоб отримати остаточну модель мобільного телефону, необхідно провести рендеринг за допомогою команди **Render**, вказавши вихідний файл і дозвіл зображення. На рис. 4.140- 4.142 приведені приклади рендерингу для різних складових корпусу.

Наприклад, на рис. 4.140 показано результат рендерингу корпусу на вигляді зверху. Процес рендерингу в даному випадку полягає в тому, що встановлюємо камеру зверху і використовуємо команду **Render**.



Рис.4.140. Рендеринг, вигляд зверху

На рис. 4.141 показано результат рендерингу корпусу на вигляді знизу. Процес рендерингу в даному випадку аналогічний до попереднього. Встановлюємо камеру знизу і використовуємо команду **Render**.



Рис.4.141. Рендеринг, вигляд знизу

На рис. 4.142 показано результат рендерингу корпусу збоку. Процес рендерингу в даному випадку наступний. Встановлюємо камеру навпроти бокової частини телефону та використовуємо команду **Render**.



Рис.4.142. Рендеринг, вигляд збоку

Показана на прикладі моделювання корпусу мобільного телефона висока результативність моделювання об'єктів з плоскими поверхнями в **3DS Max** із додатковим залученням можливостей **V-ray**. Таке залучення, *на наш погляд*, дало змогу покращити якість моделювання, збільшивши якість зображення та прискорити процес рендерингу та освітлення. Встановлені особливості, які можуть зустрітися в ньому, а саме швидкий рендеринг та промальовання текстур, низька ресурсна вага, зручність у розробці. Це вказує доцільність залучення **V-ray** для моделювання таких об'єктів у **3DS max**.

В процесі розроблення моделі корпусу мобільного телефону *встановлені переваги та недоліки* такого моделювання. Основними перевагами, на наш погляд, є: швидкість і легкість у розробці, гнучкість при рендерингу, мала вимогливість до ресурсів комп'ютера. Проте, не дивлячись на переваги, існує і ряд недоліків: низька деталізація об'єкта та порівняно висока складність у розробці.

Встановлений особливий підхід в роботі з таким програмним забезпеченням як **3DS Max**. Він полягає в тому, що об'єкт, мобільний телефон був створений за допомогою макетного зображення, яке поступово набувало своєї тривимірної форми інструментами **3DS Max** та надаванням текстур і рендерингу засобами **V-Ray**. Пакет тривимірного моделювання **3DS Max** вже досяг певної планки досконалості. Порівняно легший процес створення моделей таких складних технічних об'єктів як мобільний телефон у **3DS Max**, наприклад, ніж в **Autocad** – зайве тому підтвердження. Вражаючи своєю правдоподібністю спецефекти на екранах телевізора, неймовірно реальна віртуальна реальність тривимірних комп'ютерних світів, та й численні високоякісні архітектурні та дизайнерські проекти, реалізовані за допомогою пакета **3D - моделювання 3DS MAX**, а також вражаючи виявлені нами можливості пакета, деякі з них знайдені та використані у апресі моделювання, показують, що ідеї та принципи пакета міцно увійшли в практику моделювання розмаїтих об'єктів і зайняли тут аж ніяк не останнє місце.

Цілком серйозно можна говорити про подальші перспективи в розвитку і застосуванні тривимірної графіки і, як результат, про зростаючі потреби в грамотних фахівцях цієї області.

Запитання та завдання для самоперевірки

1. Побудувати модель будівлі з урахуванням майбутнього фаху, використовуючи **Standart Primitives**.
2. Побудувати модель виготовленого з тіл обертання, панель **Create**, виробу за допомогою **spline** з урахуванням майбутнього фаху.
3. Побудувати модель виробу, використовуючи **Editable Poly**, на взірць моста чи драбини з урахуванням майбутнього фаху.
4. Побудувати модель будівлі з залученням режиму **scale** на взірць вежі з урахуванням майбутнього фаху.
5. Використовуючи режими **taper** і **twist**, побудувати модель вази з урахуванням майбутнього фаху.
6. Навести приклад використання засобу **V-ray**.
7. Навести приклади використання засобів підвищення якості реалістичної моделі виробу.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD. К.: Каравела, 2008. 336 с.
2. Гумен О.М. Комп'ютерне моделювання технічних об'єктів / О.М. Гумен, С.Є.Ляковська, І.О.Малець. - Львів: ЛДУБЖД, 2014.- 180 с.
3. Ковальов С.М. Прикладна геометрія та інженерна графіка С. М. Ковальов, М. С. Гумен, С. І. Пустюльга, В. Є. Михайленко, І. Н. Бурчак. К. Луцьк: ЛДТУ, 2006. С. 177-205.
4. Ляковська С. Є. Комп'ютерне графічне забезпечення технічних проектів / С. Є. Ляковська, Є.В. Мартин, Ю. Р. Оленюк.- Л.: ЛДУ БЖД, 2017. – 330 с.
5. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В. Є. Михайленко, В. В. Ванін, С. М. Ковальов / За ред. В.Є. Михайленка. – 6-те вид. – К.: Каравела, 2012. – 368 с.
6. Скиба О. П. Комп'ютерна графіка / О.П. Скиба.- Тернопіль:ТНТУ, 2019.- С.61 – 75.
7. Топільницький В.Г. Теоретичні та прикладні основи методу скінченних елементів у машинобудуванні / В.Г.Топільницький, С. Є. Ляковська, О.Т.Велика, М.В.Бойко // Дрогобич: Посвіт, 2020. – 156с.

Навчальне видання

**Соломія ЛЯСКОВСЬКА,
Євген МАРТИН**

ОСНОВИ 3D–МОДЕЛЮВАННЯ

Навчальний посібник

Літературний редактор: **Галина Падик**
Друк на різнографі: **Назарій Петролюк**
Технічний редактор, верстка
та відповідальний за випуск: **Микола Фльорко**

Підписано до друку 14.11.2022 р.
Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman.
Друк на різнографі. Папір офсетний.
Ум. друк. арк 14,5.

Друк ЛДУ БЖД
79007, Україна, м. Львів, вул. Клепарівська, 35
тел./факс. (8-032) 233-32-40, 233-24-79