

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

# ОСНОВИ 3D-АНІМАЦІЇ

Практикум

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра  
за освітньою програмою «Технології друкованих і електронних видань»  
спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія»*

Укладач: О. І. Хмілярчук

Електронне мережеве навчальне видання

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2024

УДК 655.26:004.92

О-17

**Укладач:** *Хмілярчук Ольга Іларіонівна, канд. техн. наук, доц.*

**Рецензент:** *Зоренко Я. В., канд. техн. наук, доцент,  
Національний технічний університет України  
«КПІ імені Ігоря Сікорського»*

**Відповідальний редактор:** *Роїк Т. А., д-р техн. наук, проф.,  
Національний технічний університет України  
«КПІ імені Ігоря Сікорського»*

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол № 3 від 09.01.2025 р.)*

*За поданням вченої ради Навчально-наукового видавничо-поліграфічного інституту  
(протокол № 4 від 28.10.2024 р.)*

**О-17** **Основи 3D-анімації** [Електронний ресурс] // навч. посібник для студ. спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія», // Укладач: О. І. Хмілярчук. — Електронні текстові дані (1 файл: 1,44 Мбайт). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 57 с.

Навчальний посібник містить практичні завдання, що спрямовані на вивчення основ 3D анімації. В якості середовища розробки розглядається поширений і потужний пакет тривимірного моделювання та анімації 3Ds Max компанії Autodesk. Розглянуто базові поняття 3D анімації: створення простої фізичної анімації, з врахуванням законів фізики, вивчення роботи системи часток та основ роботи зі скелетом для персонажної анімації.

Рекомендовано для студентів закладів вищої освіти, які навчаються за спеціальністю 186 «Видавництво та поліграфія».

УДК 655.26:004.92

Реєстр. № НП 24/25-145. Обсяг 3,3 авт. арк.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056, <https://kpi.ua>  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів  
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
Практикум 1. Анімація простих об'єктів. Створення «фізичної» анімації .....	5
Практикум 2. Анімація з використанням траєкторій. Анімація логотипу .....	8
Практикум 3. Анімація з врахуванням законів фізики .....	11
Практикум 4. Анімація з врахуванням ієрархічних зв'язків. Пряма кінематика .....	18
Практикум 5. Анімація з використанням системи часток .....	20
Практикум 6. Робота зі скелетом. Основи персонажної анімації .....	32
<b>ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ</b> .....	45
<b>РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА</b> .....	48
<b>ДОДАТКИ</b>	
Додаток А. Перелік гарячих клавіш 3D Max .....	49
Додаток Б. Перелік модифікаторів 3D Max та їх функцій .....	51

## ВСТУП

3D-анімація — це захоплююча галузь, що поєднує технології та мистецтво, дозволяючи створювати вражаючі візуальні ефекти, анімаційні фільми та багато іншого. 3D-анімація включає в себе кілька різних стилів та методів, які використовуються в залежності від цілей проекту та бажаного візуального ефекту.

Метою посібника є ознайомлення студентів із основами технології 3D-анімації та одержання ними практичних навичок.

В посібнику розкриваються основи полігональної анімації, що є найбільш поширеним видом і використовується для створення персонажів і об'єктів; скелетної анімації, яка використовується для створення рухомих моделей, в яких об'єкти мають "скелет" з кісток для анімації, це дозволяє аніматорам легко контролювати позицію і рух персонажів; динамічна анімація, що передбачає використання фізичних законів для моделювання руху об'єктів, таких як падіння, зіткнення чи деформація; анімація частинок, яка використовується для створення ефектів, таких як дим, вогонь, дощ або сніг; морфінг — зміна форми об'єкта відбувається за рахунок переходу між різними станами або формами. Кожен з видів 3D-анімації має свої унікальні особливості та застосування, що дозволяє досягати різних візуальних цілей та ефектів.

Сподіваємось, що цей посібник допоможе вам розібратись з основами 3D-анімації та знайти власний творчий шлях у цій захоплюючій області.

# ПРАКТИКУМ 1

## АНІМАЦІЯ ПРОСТИХ ОБ'ЄКТІВ. СТВОРЕННЯ «ФІЗИЧНОЇ» АНІМАЦІЇ

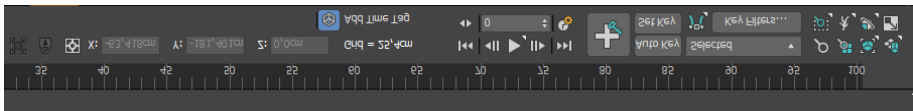
### Хід виконання роботи


1. Змодельювати прості елементи сцени.
2. Продумати, які з елементів будуть статичними, які будуть змінюватись.
3. Для елементів продумати:
  - зміни розміру,
  - зміни форми (застосувати прості модифікатори),
  - зміни кольору об'єктів,
  - переміщення, поворот, масштабування об'єктів.
4. Створити коротку анімацію на основі змін «фізичних» характеристик об'єкту тривалістю 5 секунд.
5. Записати відеофайл попереднього перегляду анімації.


*! На перевірку надсилається відеофайл попереднього перегляду та файл 3Ds Max*

### Короткі теоретичні відомості


Для створення анімації застосовується шкала анімації та відповідні кнопки налаштувань, що знаходяться у нижній правій частині інтерфейсу.

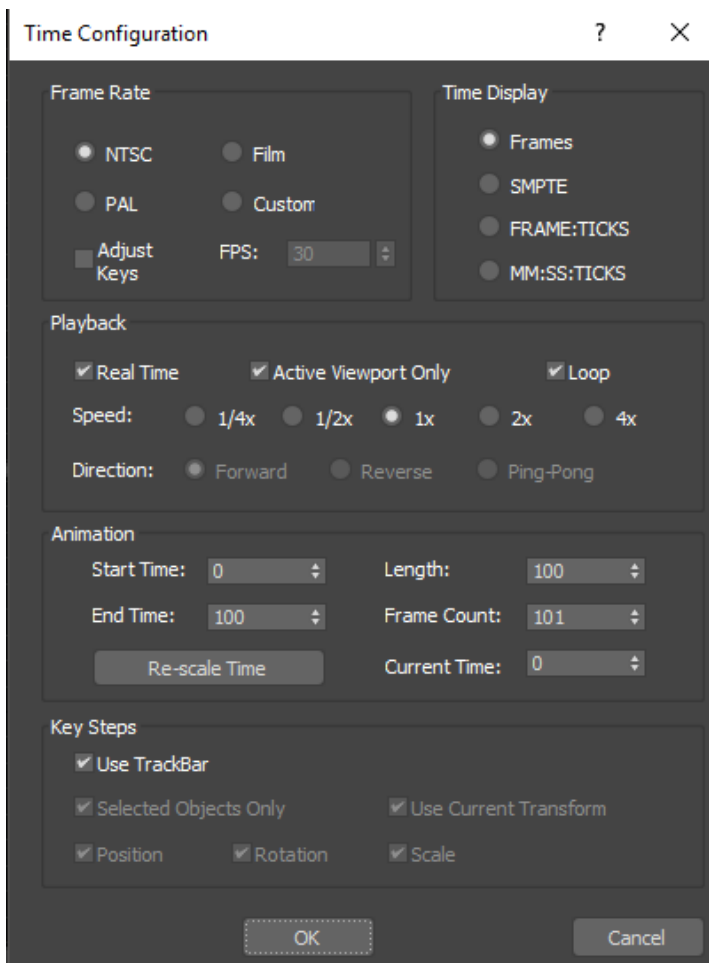


 — Відтворення анімації.

 — Створення ключових кадрів анімації у автоматичному режимі чи ручному режимі.

 — Поведінка об'єкта при виході/виході певного кадру.

 — Time Configuration: налаштування параметрів анімації.



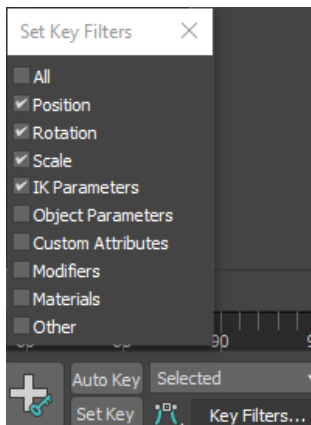
Для встановлення параметрів відображення анімації у видовому вікні передбачено діалогове вікно **Time Configuration** (Конфігурація часових параметрів), яке відкривається натисканням на однойменну кнопку розташовану під кнопками управління анімацією.

У вікні **Time Configuration** можна встановити формат відео (**PAL**, **NTSC**), кількість кадрів в секунду (параметр **FPS**), спосіб відображення інформації про час на повзунку анімації в області **Time Display** (Відображення часових параметрів), номери кадрів початку та кінця анімації в області **Animation** (анімація), тривалість анімації.

Можна збільшити чи зменшити швидкість показу анімації у видових вікнах, встановивши відповідне значення параметра **Speed** (Швидкість). Також можна змінити режим одноразового або багаторазового показу анімації, позначивши прапорцем опцію **Loop** (Цикл).

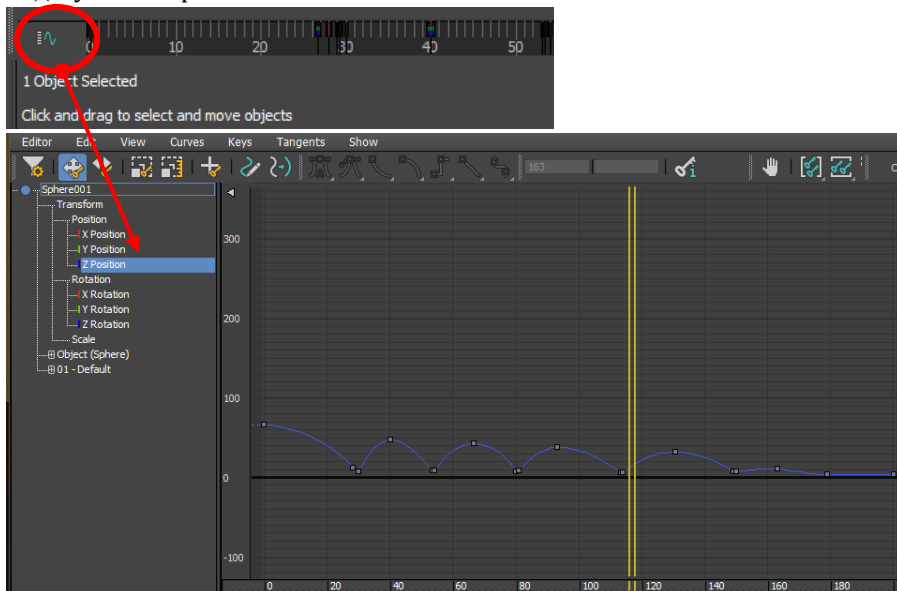
Збереження анімації для попереднього перегляду:

**Tools — Preview-Grab Viewport — Create Preview Animation**



— Фільтри запису ключових кадрів.

## Редагування кривих



## ПРАКТИКУМ 2

### Анімація з використанням траєкторій. Анімація логотипу

#### Хід виконання роботи

1. Змодельовати текст, який стане основою анімації логотипу.
2. Для елементів логотипу продумати:
  - зміни розміру елементів логотипу,
  - переміщення елементів, відтворені без застосування створеної окремо траєкторії,
  - переміщення елементів, відтворені з застосуванням створених кривих (сплайнів),
  - реалізувати ефект поступової появи тексту,
  - переміщення камери.
3. Продумати, які з елементів як будуть змінюватись.
4. Створити коротку анімацію на основі переміщення об'єктів вздовж траєкторій тривалістю 3-5 секунд з ракурсу погляду камери.
5. Записати відеофайл попереднього перегляду анімації.

**! На перевірку надсилається відеофайл попереднього перегляду та файл 3Ds Max**

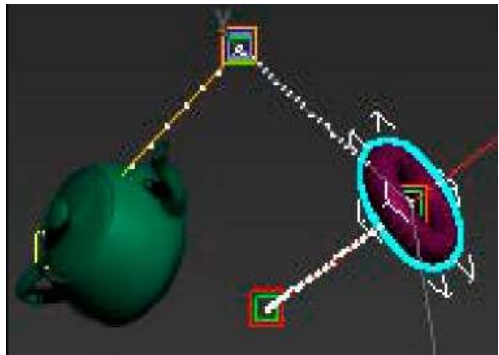
#### Короткі теоретичні відомості

Траєкторію руху об'єктів можна зробити видимою для зручності роботи.

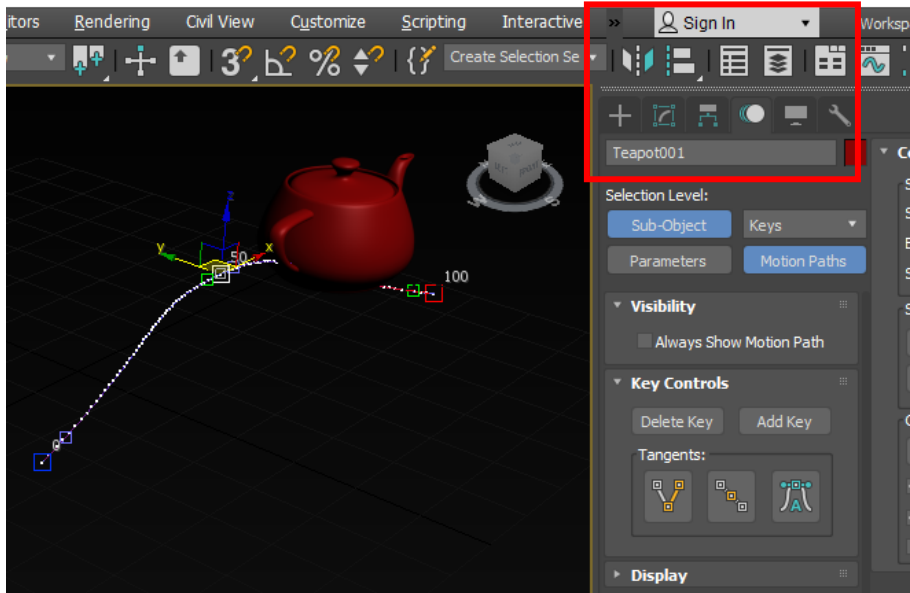
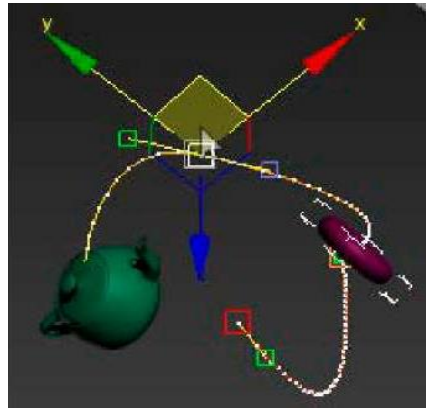
Виділіть об'єкт, клацніть на ньому ПКМ та виконайте команду **Object Properties** (Властивості об'єкта). Потім у вікні позначте прапорцем опцію **Motion Path** (Траєкторія). Увімкніть анімацію, і ви побачите переміщення об'єкта вздовж траєкторії.

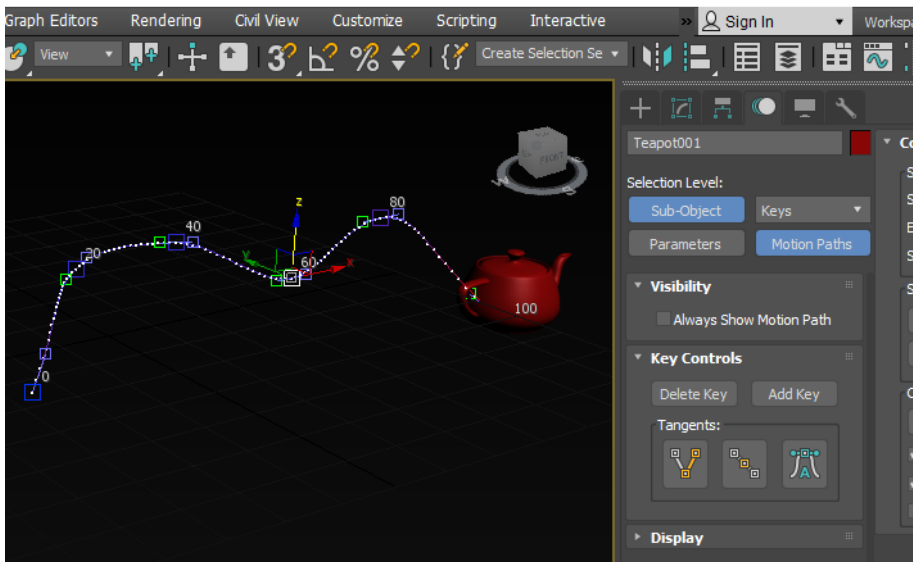
Уздовж траєкторії у вигляді невеликих квадратиків відмічені вузлові точки, що відповідають ключовим кадрам анімації. Їх можна переміщувати за допомогою інструмента **Select and Move**, чим змінюючи траєкторію руху об'єкта.

Редагування кривої можна виконувати через вкладку **Motion**.

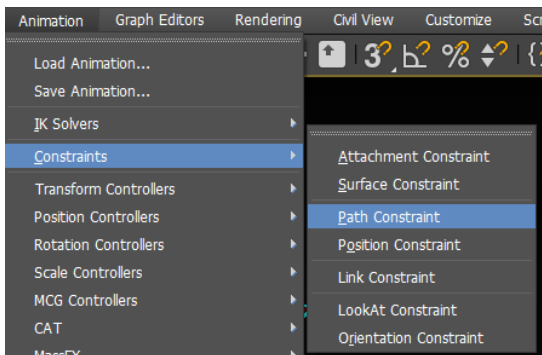
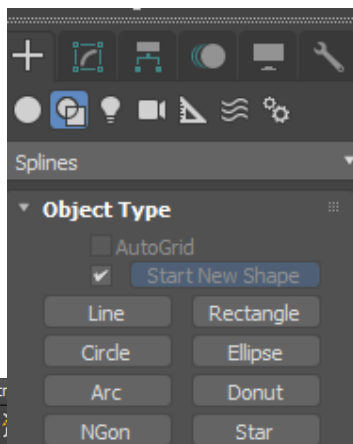


Виділення опорних точок кривої та ручок-маркерів виконується за допомогою кнопки **Sub-Object**. На цій же вкладці можна додавати та видаляти ключові кадри; змінювати входження кривої в опорні точки, а також рівномірно додавати ключові кадри, розподіляючи криву на встановлену кількість сегментів.





Створення сплайнів виконується на вкладці **Create — Shapes — Splines — Line**.



Зв'язування об'єкту та траєкторії відбувається за допомогою вкладки **Animation — Constraints — Path Constraints**.

## ПРАКТИКУМ 3

### АНІМАЦІЯ З ВРАХУВАННЯМ ЗАКОНІВ ФІЗИКИ

#### Хід виконання роботи

1. Продумати сценарій анімації об'єктів з врахуванням законів фізики (використання модулю MassFX).
2. Змодельовати об'єкти, які стануть основою створення анімації.
3. Сцена (анімація) має містити:
  - динамічні об'єкти,
  - кінематичні об'єкти,
  - статичні об'єкти,
  - об'єкт типу "тканина" (cloth),
4. На сцені змодельовати:
  - падіння об'єктів,
  - зіткнення об'єктів,
  - переміщення/перекочування об'єктів,
  - відскок об'єктів,
  - обертання об'єктів.
5. Продумати, які з елементів як будуть змінюватись.
6. Створити коротку анімацію з врахуванням законів фізики (використання модулю MassFX) тривалістю 5-10 секунд з ракурсу погляду камери.
7. Записати відеофайл попереднього перегляду анімації.

*! На перевірку надсилається відеофайл попереднього перегляду та файл 3Ds Max*

#### Короткі теоретичні відомості

Спеціальний модуль **MassFX** дозволяє моделювати динаміку твердих тіл і тканин, а також складних складових конструкцій. При розрахунку динаміки враховуються такі фізичні властивості об'єктів, як маса, пружність, коефіцієнти тертя, а також гравітація та інші призначені сили. Рух об'єктів моделюється в режимі реального часу, що дозволяє контролювати ситуацію і відразу коригувати налаштування динамічних параметрів.

Модуль **MassFX** містить набір інструментів для фізичного моделювання з використанням понять твердого тіла (**Rigid Body**) та тканини (**Cloth Object**).

Тверді тіла можуть бути трьох типів:

✓ **Dynamic (Динамічні)** — рух таких об'єктів повністю контролюється під час моделювання. Може впливати гравітація, силові деформації, і навіть сили, що виникають при зіткненні з іншими об'єктами, включаючи об'єкти типу **Cloth**;

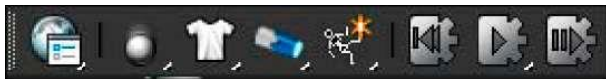
✓ **Kinematic (Кінематичні)** – можуть анімуватися за допомогою стандартних методів (автоматичної або ручної анімації) або бути просто нерухомими об'єктами. Кінематичні об'єкти можуть проводити динамічні об'єкти, але з навпаки. Будь-якої миті кінематичний об'єкт може змінити свій статус на динамічний;

✓ **Static (Нерухомі)** – не підлягають анімації. Зазвичай служать як контейнери, стіни, перешкоди.

Можна поєднувати попередньо створену звичайним способом анімацію з результатами фізичного моделювання. Залежно від складності сцени результат анімації відображається у видових вікнах у реальному часі.

Щоб візуалізувати результати роботи **MassFX**, можна створити звичайні ключові кадри динамічних об'єктів, конвертувавши їх в кінематичні об'єкти. Якщо після цього доведеться доопрацювати модель, то можна знову видалити всі створені раніше ключові кадри, і тоді об'єкти знову стануть динамічними.

Керують фізичною анімацією за допомогою панелі інструментів **MassFX Toolbar**. Для її відображення клацніть правою кнопкою миші в будь-якій вільній частині головної панелі меню інструментів та з меню, що випадає, виберіть панель інструментів **MassFX Toolbar**.



## ІНСТРУМЕНТИ ПАНЕЛІ MASSFX TOOLS

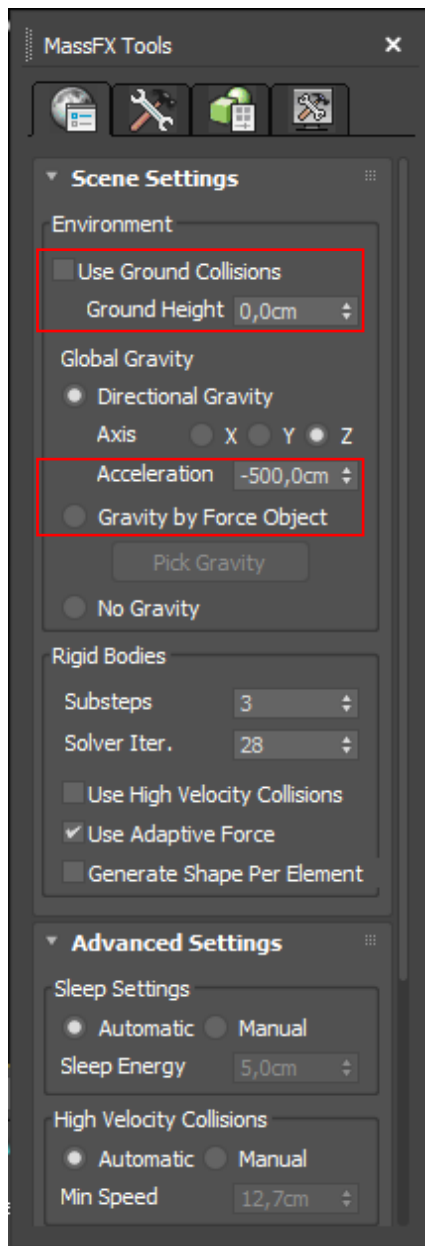
Ці інструменти розгортаються клацанням на крайній лівій кнопці на панелі MassFX Toolbar.

### Вкладка World Parameters

Перша зліва вкладка містить, зокрема, сувої **Scene Settings** (Налаштування сцени) та **Advanced Settings** (Додаткові налаштування). Вони встановлюють загальні параметри проекту.

Сувій Scene Settings. Тут можна налаштувати параметри гравітації та зіткнення з поверхнею основи — **Use Ground Collisions** (Використовувати як основу) — при активізації цього параметра площина, положення якої встановлюється в полі **Ground Height** (Висота основи), розглядається як тверде тіло типу **Static**, яке не підлягає анімації і невидиме в сцені та при візуалізації. Іноді параметр Use Ground Collisions корисно вимкнути, щоб він не заважав анімації;

Сувій Advanced Settings. Якщо швидкість руху твердого тіла виявляється нижчою за деяку величину, що визначається параметром **Sleep Energy** (Припинити рух) сувої **Advanced Settings**, то його рух може бути повністю припинено. В областях **High Velocity Collisions** (Зіткнення при високих швидкостях) та **Bounce Settings** (Налаштування відскоків) встановлюються



автоматичний або ручний спосіб виявлення зіткнень та обчислення відскоків для твердих тіл. В області **Contact Shell** (Об'єм контакту) задається навколишній об'єм, в межах якого **MassFX** виявляє зіткнення між тілами. Параметр **Contact Distance** (Величина перекриття) визначає відстань, на яку тверді тіла можуть перекривати одне одного. Якщо ця величина дуже мала, то об'єкти можуть відчувати тремтіння. Зайве значення параметра **Contact Distance** може викликати видиме взаємопроникнення об'єктів. Оптимальна величина цього параметра залежить багатьох чинників і підбирається дослідним шляхом.

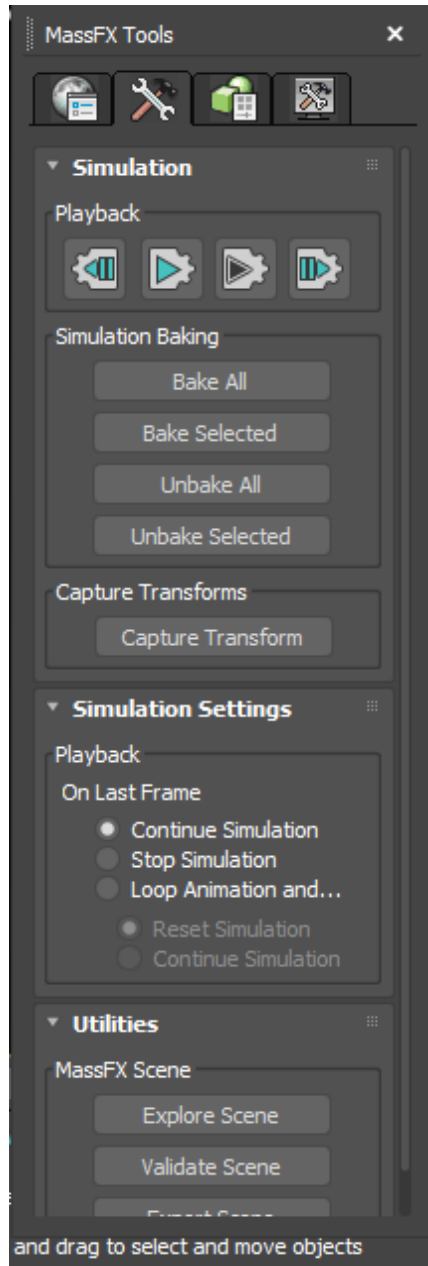
### Вкладка **Simulation Tools**.

Викликається натисканням кнопки панелі **MassFX Tools**.

Перші чотири кнопки області **Playback** у світку **Simulation** (Моделювання) керують процесом моделювання та дублюють аналогічні інструменти, розташовані на панелі **MassFX Toolbar**:

✓ *Reset Simulation* — відновлює вихідне положення всіх динамічних об'єктів і переміщає повзунок анімації до першого кадру;

✓ *Start Simulation* (блакитна стрілка) — відтворює анімацію динамічних об'єктів;



✓ *Start Simulation* (чорна стрілка) — виконує моделювання динамічних об'єктів без їх анімації;

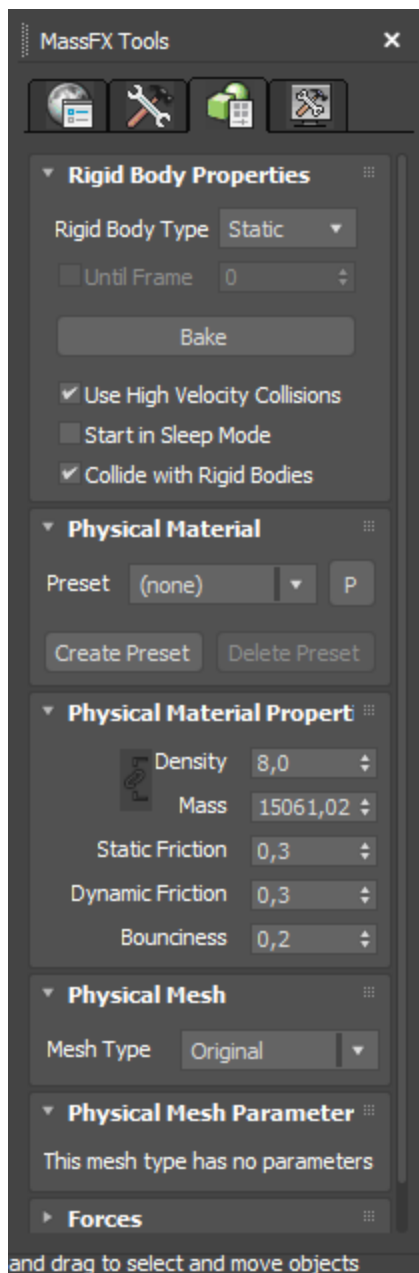
✓ *Step Simulation* — відтворює покрокове моделювання. В області Simulation Baking сувою Simulation зосереджені команди, які створюють стандартні ключові кадри анімації динамічних об'єктів та конвертують їх у кінематичні об'єкти.

У свитку *Simulation Settings* (Налаштування моделювання) вказується, як продовжуватиметься моделювання після досягнення останнього кадру анімації.

У свитку *Utilities* (Утиліти) кнопка *Explore Scene* (Аналіз сцени) відкриває спеціалізовану версію програми для аналізу роботи модуля MassFX. Вона дозволяє переглянути властивості всіх об'єктів, що беруть участь у процесі моделювання.

### Вкладка Multi-Object Editor.

Попередньо, за допомогою команди *Set Selected as...* (Визначити вибрані об'єкти як...), розташованої на панелі *MassFX Toolbar*, потрібно кожен твердий об'єкт, що бере участь у фізичному моделюванні, віднести до певного типу об'єктів: динамічного, кінематичного або статичного. В результаті на вкладці *Modify* до виділеного об'єкта буде використано модифікатор *MassFX Rigid Body*.



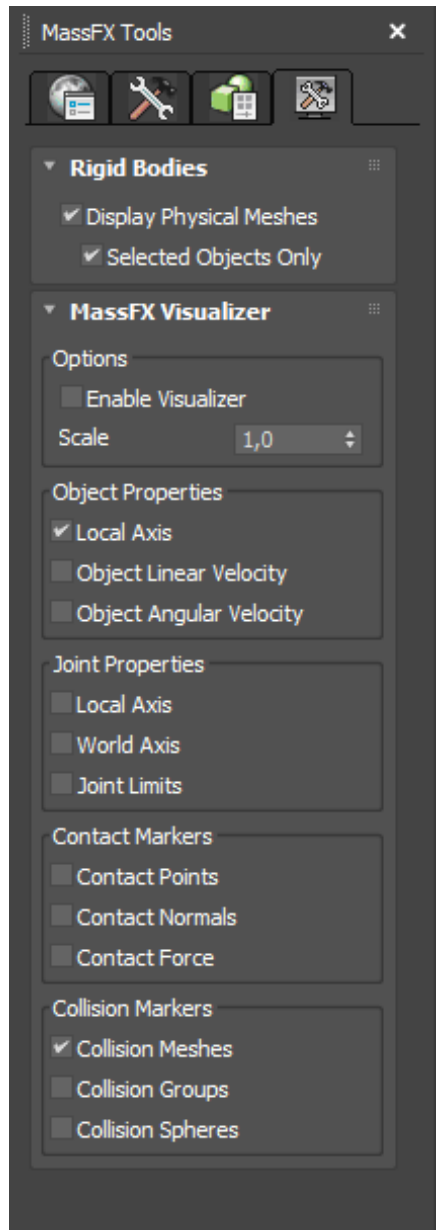
Потім, натиснувши кнопку панелі **MassFX Tools**, відкривають кілька сувоїв, у яких призначають всі фізичні властивості об'єктів, які беруть участь у фізичному моделюванні.

Опції сувоя Rigid Body Properties визначають такі параметри:

✓ *Rigid Body Type* – тут вибирається тип моделювання для всіх виділених тіл: Dynamic, Kinematic або Static;

✓ *Until Frame* (До зазначеного кадру) — у зазначеному кадрі виділені кінематичні об'єкти конвертуються в динамічні. Ви можете визначити тип об'єкта як **Kinematic** і анімувати об'єкт за допомогою стандартних методів аж до позначеного кадру — з цього кадру він стане динамічним і потім моделюватиметься модулем **MassFX**. Припустимо, ви бажаєте підвісити кілька тіл і відпускати їх у різні моменти часу. Для цього можна визначити їх як кінематичні, включити опцію **Until Frame**, а потім по черзі вибрати кожне тіло і визначити для нього номер кадру, в якому воно стане динамічним і, отже, на них буде діяти гравітація;

✓ *Bake* (Конвертувати у ключі анімації) — результати моделювання конвертуються у стандартні ключові кадри. Опція застосовується тільки до динамічних твердих тіл. Кнопка **Unbake** видаляє створені ключові кадри та відновлює статус динамічних об'єктів.



✓ *Use High Velocity Collisions* – активізує дію цієї команди при одночасному включенні аналогічної команди у світку **MassFX Tools / World Parameters Scene Settings**;

✓ *Start in Sleep Mode* (Стартувати у "сплячому" режимі) — якщо цю опцію увімкнено, виділені тверді тіла залишаються нерухомими, доки в них не вдариться інший об'єкт;

✓ *Collide with Rigid Bodies* – при включенні тверді тіла стикаються з іншими твердими тілами.

Сувій *Physical Material* дозволяє зберегти встановлені фізичні властивості матеріалів (команда Create Preset) або видалити їх (команда Delete Preset).

У сувої *Physical Material Properties* (Фізичні властивості матеріалу) задаються фізичні властивості матеріалу:

✓ *Density* – щільність в г/см<sup>3</sup>;

✓ *Mass* – маса в кг;

✓ *Static Friction* – коефіцієнт тертя спокою. Він визначає ступінь складності двох твердих об'єктів почати ковзання одного об'єкта щодо іншого. Значення "0" означає відсутність тертя, а значення "1" відповідає максимальному тертю. Фактичне значення цього коефіцієнта для двох об'єктів дорівнює їх добутку коефіцієнтів тертя спокою. Тому, наприклад, якщо одного з об'єктів цей коефіцієнт дорівнює "0", то має значення, чому дорівнює коефіцієнт тертя спокою іншого об'єкта.

Після того, як об'єкти почали рух, опір об'єктів ковзання визначається іншим коефіцієнтом — **Dynamic Friction** (Динамічний коефіцієнт тертя). Значення "0" означає відсутність тертя, а "1" — відповідає максимальному тертю.

Властивість **Bounciness** (Стрибучість) означає, наскільки легко і високо об'єкт відскакує, вдарившись з іншим об'єктом. При нульовому значенні об'єкт взагалі не стане відскакувати, при значенні, рівному одиниці, ефект буде максимальним. Фактичне значення цього коефіцієнта для двох взаємодіючих об'єктів дорівнює середньому арифметичному їх коефіцієнтів. Тому, наприклад, якщо обидва об'єкти мають коефіцієнт Bounciness = 0,5, то їхня стрибучість буде такою ж, якби в одного об'єкта цей коефіцієнт дорівнював нулю, а в другого одиниці.

## ПРАКТИКУМ 4

### АНІМАЦІЯ З ВРАХУВАННЯМ ІЄРАРХІЧНИХ ЗВ'ЯЗКІВ. ПРЯМА КІНЕМАТИКА

Для виконання роботи пропонуються на вибір один з двох варіантів:

- a) анімування пакування (його збирання або розгортання)  
з симуляцією його наповнення певним вмістом;
- b) анімування роботи механізму.

#### **Хід виконання роботи**

Для обраного варіанту:

1. Змодельувати об'єкти, які стануть основою створення анімації.
2. Продумати, які з елементів як будуть змінюватись.
3. Призначити ієрархічні зв'язки.
4. Створити коротку анімацію з врахуванням ієрархічних зв'язків тривалістю 5-10 секунд.
5. Записати відеофайл попереднього перегляду анімації.

*! На перевірку надсилається відеофайл попереднього перегляду та файл 3Ds Max*

#### **Короткі теоретичні відомості**

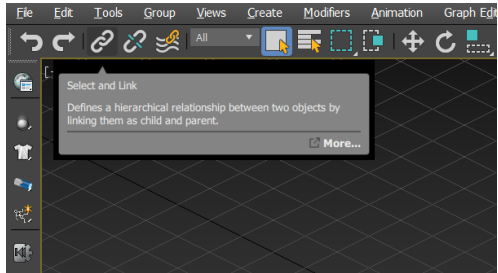
Об'єкти можна поєднувати у групи, у яких вони рівноправні між собою. Є й інший спосіб об'єднання об'єктів — створення ієрархій чи ієрархічних зв'язків.

*Ієрархія* — це набір об'єктів зі зв'язками між ними за принципом «предок — нащадок». Інша назва таких зв'язків: «батьківський об'єкт — дочірній об'єкт», або ще простіше «старший об'єкт — молодший об'єкт». Кожен предок контролює поведінку одного чи більше нащадків. У той самий час предки можуть контролюватись своїми предками, мають більш високий рівень ієрархії. Нащадок, контрольований деяким предком, може бути предком інших нащадків, що є ієрархії нижче нього.

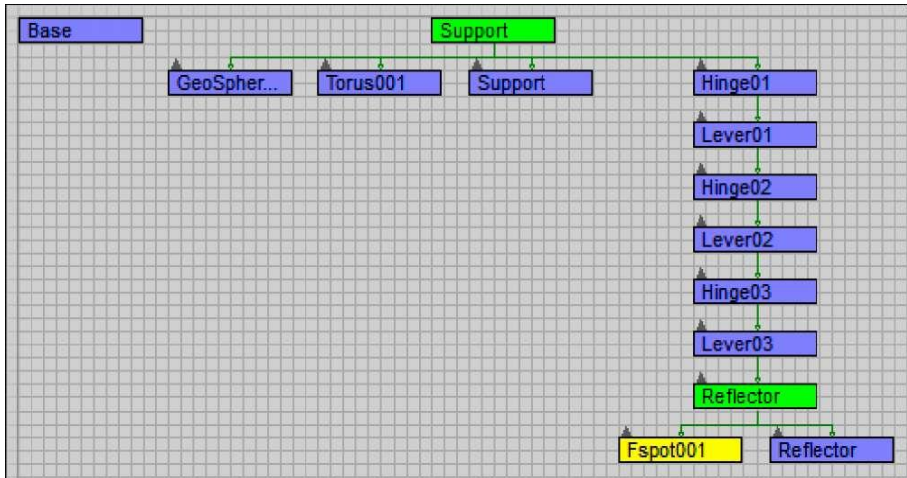
У кожного предка може бути кілька нащадків, проте кожен нащадок має лише одного предка. Найвищий об'єкт ієрархії управляє всіма об'єктами ієрархії і називається кореневим. Зв'язувати об'єкти слід від молодших в ієрархії до старших.

Для зв'язування об'єктів спочатку активізують інструмент **Select and Link** (Виділити та зв'язати), потім виділяють наймолодший у передбачуваній структурі об'єкт і при натиснутій лівій кнопці миші

вказують об'єкт, який має стати його предком. Потім виділяють другий знизу в структурі об'єкт і щодо нього виконують ту саму операцію — і так доти, доки не буде встановлено зв'язок із кореневим об'єктом. Щоб розірвати зв'язок, слід виділити об'єкт, зв'язок якого з вищим об'єктом в ієрархії повинен бути знищений (або одночасно всі такі об'єкти), і натиснути на кнопку **Unlink Selection** (Розірвати зв'язок виділених об'єктів).



Переміщення та поворот об'єктів, пов'язаних у ієрархічні ланцюжки, відбувається за певними правилами — правилами прямої або інверсної (зворотної) кінематики. За замовченням встановлені правила прямої кінематики. Це означає, що перетворення будь-якого предка автоматично поширюється на всі його нащадки, але не стосується об'єктів-предків об'єкта, що перетворюється.



*Приклад ієрархічних зв'язків у вікні Schematic View*

## ПРАКТИКУМ 5

### АНІМАЦІЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ ЧАСТОК

#### Хід виконання роботи

1. Змодельовати об'єкти, які стануть основою створення анімації.
2. Продумати, які види системи часток будуть використовуватись на сцені.
3. Продумати, які види сил зовнішньої дії (вітер, сніг, завірюха тощо) будуть використані на сцені.
4. За необхідності застосувати обмеження на дію сил системи часток (create-space wraps-deflectors).
5. Продумати, які з елементів як будуть змінюватись.
6. Застосувати матеріали до системи часток.
7. Створити коротку анімацію з врахуванням дії системи часток тривалістю 5-10 секунд.
8. Записати відеофайл анімації (Rendering-Render. Попередньо налаштувати Render Setup).

#### Короткі теоретичні відомості

Системи часток використовуються при анімації великої кількості малих об'єктів – наприклад, при моделюванні снігової бурі, струменів дощу, диму, вогню, зоряного неба або вибуху. Вони є сукупністю малорозмірних об'єктів, кількість та параметри яких змінюються з часом.

Існують два різні типи систем часток: керовані подіями (event-driven) і не керовані подіями (non-event-driven). Перший тип систем частинок, або **Particle Flow**, перевіряє властивості частинок і на підставі результатів цієї перевірки відправляє їх до інших подій. Кожна подія призначає часткам різні атрибути та поведінку. Системи частинок типу non-event-driven виявляють постійні властивості протягом усієї анімації.

Для створення системи частинок необхідно перейти на вкладку **Create** в категорію **Geometry** і зі списку типів об'єктів, що випадає, вибрати пункт **Particle Systems** (Системи частинок).

У 3D Max підтримуються шість різновидів систем частинок: *Spray* (Бризки), *Super Spray* (Супербризки), *Snow* (Сніг), *Blizzard* (завірюха), *PArray* або *Particle Array* (Масив часток) і *PCloud* або *Particle Cloud* (Хмара часток).

Для них, перш за все, необхідно визначити положення у просторі точки генерації частинок (вона називається емітером) та напрямок, у якому вони випускатимуться. Емітер є площиною з перпендикулярним вектором, у напрямку якого випромінюються частинки. Побачити частки можна у будь-якому кадрі, крім нульового.

Найпростіші за властивостями та налаштування параметрів – частки типу *Spray* (бризки) і *Snow* (сніг). Щоб побачити частинки, натисніть кнопку *Play Animation* на панелі анімації.

Для налаштування параметрів часток попередньо слід виділити їх джерело і перейти на вкладку **Modify** — відкриється вікно з параметрами, якими можна керувати.

### Параметри налаштування частинок типу *Spray* (бризки):

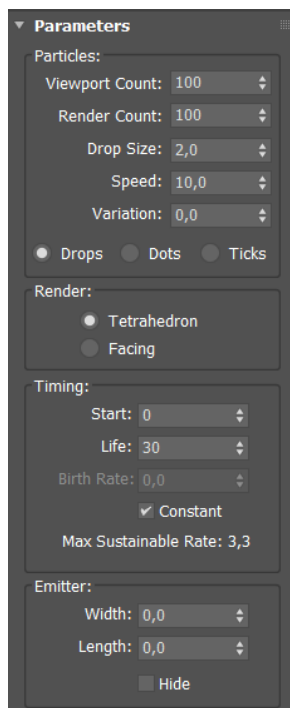
✓ *Viewport Count* (Кількість частинок у видовому вікні) — максимальна кількість частинок, що відображаються у видовому вікні у будь-який момент часу;

✓ *Render Count* (Кількість частинок, що візуалізуються) — максимальна кількість частинок, видимих у кожному окремому кадрі підсумкової візуалізації. Як правило, для остаточної візуалізації сцени слід задавати досить велику величину цього параметра — близько 1000;

✓ *Drop Size* (Розмір краплі) — розмір окремої частки у поточних одиницях виміру;

✓ *Speed* (Швидкість) — середня початкова швидкість кожної частки в момент відриву від джерела (емітера). Надалі частинки рухаються з цією швидкістю, якщо на них не впливає будь-яка з об'ємних деформацій, наприклад, гравітація;

✓ *Variation* (Варіації) — ступінь відмінності у значеннях початкових швидкостей та напрямів поширення частинок. Чим більше варіації, тим ширше область поширення частинок.



### Види частинок *tiny Spray*:

✓ *Drops* (Краплі) — краплі зображуються у вигляді штрихів, витягнутих у напрямку розповсюдження частинок, а сніжинки (*Flakes*) — у вигляді зірочок (якщо ви обрали систему частинок *Snow*);



✓ *Dots* (Точки) — частки зображуються у вигляді точок;

✓ *Ticks* (Хрестики) — частинки у вигляді маленьких значків «+».

Зовнішній вигляд частки при підсумковій візуалізації визначається в області **Render** (Візуалізувати):

✓ *Tetrahedron* (Тетраедр) — частинки візуалізуються у вигляді витягнутих тетраедрів, довжина яких відповідає значенню параметра **Drop Size** (Розмір краплі). Такі частки непогано імітують падаючі дощові краплі.

✓ *Facing* (Облицювання) — частки візуалізуються у вигляді об'єктів, розміри яких дорівнюють розмірам самої частки. Цей варіант спеціально призначений для матеріалів на основі текстурних карт, коли за допомогою маски непрозорості можна надати частинкам будь-яку необхідну форму.

У розділі **Timing** (Час життя) вказують тривалість існування частинок:

✓ *Start* (Початок) — номер кадру, в якому почнеться випромінювання частинок;

✓ *Life* (Тривалість життя) — середній час життя частки з моменту її випромінювання (обчислюється у кадрах);

✓ *Birth Rate* (Швидкість появи) — кількість нових частинок, що з'являються в кожному кадрі анімації. Якщо цей параметр перевищує значення параметра **Max Sustainable Rate** (Максимально допустимий темп), то частинки будуть генеруватися уривчасто, у вигляді викидів. Параметр **Birth Rate** доступний тільки при скинутому прапорці **Constant** (Константа);

**Emitter** (Еміттер) – розмір джерела генерації частинок. За бажанням його можна зробити невидимим, поставивши прапорець навпроти опції **Hide** (Сховати).

## Параметри налаштування частинок типу

### Snow (сніг)

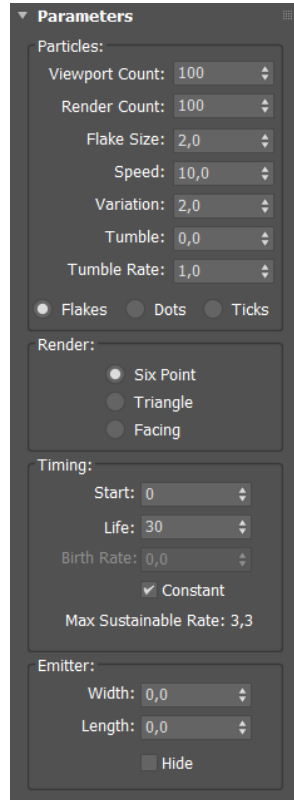
✓ *Viewport Count* (Кількість частинок у видовому вікні) — максимальна кількість частинок, що відображаються у видовому вікні у будь-який момент часу;

✓ *Render Count* (Кількість частинок, що візуалізуються) — максимальна кількість частинок, видимих у кожному окремому кадрі підсумкової візуалізації. Як правило, для остаточної візуалізації сцени слід задавати досить велику величину цього параметра — близько 1000;

✓ *Flake Size* (Розмір сніжинки) — розмір окремої частки у поточних одиницях виміру;

✓ *Speed* (Швидкість) — середня початкова швидкість кожної частки в момент відриву від джерела (емітера). Надалі частинки рухаються з цією швидкістю, якщо на них не впливає будь-яка з об'ємних деформацій, наприклад, гравітація;

✓ *Tumble Rate* (Швидкість падіння) — окрім початкової швидкості, є можливість налаштувати подальшу швидкість та рівномірність падіння часток.



### Види частинок типу Snow:

✓ *Flakes* (Сніжинки) — краплі зображуються у вигляді у вигляді зірочок;

✓ *Dots* (Точки) — частки зображуються у вигляді точок;

✓ *Ticks* (Хрестики) — частинки у вигляді маленьких значків «+».



Варіанти кінцевої візуалізації частинок типу **Snow** (Сніг):

- ✓ *Six Point* (Шестикутна зірка);
- ✓ *Triangle* (Трикутник);
- ✓ *Facing* (Облицювання) — те саме, що й у частинок типу **Spray** (Бризки).

Параметри в розділі **Timing** збігаються з такими ж параметрами для часток типу **Spray**.

Щоб сніжинки виглядали яскраво-білими, відкрийте редактор матеріалів і встановіть чисто білими кольори **Ambient i Diffuse**, а в розділі **Self-Illumination** (Самосвітіння) встановіть значення параметра **Color** рівним 100. Призначте створений матеріал частинкам. Деякі сніжинки можуть бути повернутими зворотним боком і не будуть видні (незалежно від призначеного ним кольору). Щоб цього не сталося, в редакторі матеріалів у світку **Shader Basic Parameters** встановіть прапорець навпроти опції **2-Sided** (Двосторонній матеріал).

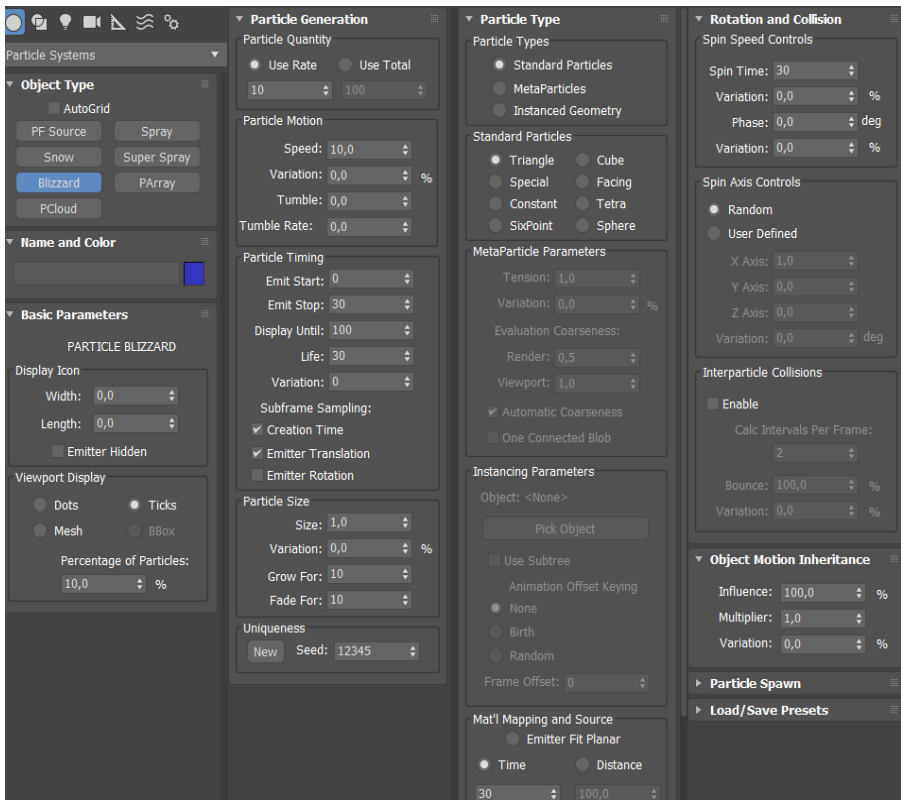
### Параметри налаштування частинок типу **Blizzard** (завірюха)

Параметри системи частинок **Blizzard** (завірюха) налаштовують у семи сувоях.

У світку **Basic Parameters** (Основні параметри) розташовані налаштування розмірів генератора частинок та виду частинок у видовому вікні.

У світку **Particle Generation** (Генерація частинок) задають номери кадрів початку (**Emit Start**) і кінця (**Emit Stop**) генерації частинок, тривалість життя частинок (**Life**), розмір частинок (**Size**), число кадрів, протягом яких відбуватиметься відображення частинок (**Display Until**), і т. д. Параметр **Use Rate** (Використовувати темп) визначає кількість частинок, що випускаються емітером у кожному кадрі, а параметр **Use Total** (Загальне число) – загальна кількість частинок, що формуються протягом всього циклу життя системи частинок;

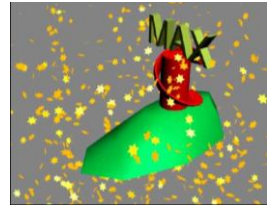
У світку **Particle Type** (Тип частинки) можна задати тип частинок при кінцевій візуалізації.



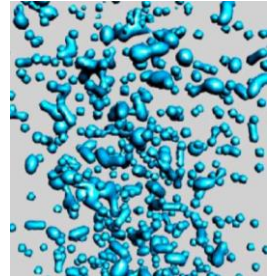
*Види частинок системи Blizzard:*

- 1) частки першого типу — *Standard Particles* (Стандартні частки) — можуть мати такий вигляд:
  - *Triangle* (Трикутник) — кожна частка зображується у вигляді трикутника;
  - *Cube* (Куб) – кожна частка зображується у вигляді кубика;
  - *Special* (Спеціальні) — кожна частка утворюється трьома взаємно перпендикулярними гранями квадратної форми, що перетинаються;
  - *Facing* (Облицювання) використовуються з відповідною картою прозорості та імітують бульбашки та сніжинки;
  - *Constant* (Постійний) – частки зберігають постійний розмір незалежно від відстані до камери;

- *Tetra* (Тетраедр) — кожна частина відображається у вигляді тетраедра. Призначений для імітації дощових крапель та іскор;
- *SixPoint* (Шестикутна зірка);
- *Sphere* (Сфера).



2) *MetaParticles* (Метачастки) – ще один тип частинок системи **Blizzard**. Кожна частка при візуалізації замінюється метасферою (metaball) з імітацією поверхневого натягу, що дозволяє частинкам зливатися один з одним, подібно до реальних крапель. Параметри метачастинки задають у розділі **MetaParticle Parameters** (Параметри метачастинки) світку **Particle Type**.



Враховуючи, що частинки-метасфери, стикаючись один з одним, починають взаємопроникати і зливатися, не рекомендується задавати занадто велику кількість таких частинок, оскільки розрахунок сцени може зайняти багато часу.

3) *Instanced Geometry* (Геометрія екземпляра) – третій тип частинок системи частинок **Blizzard**. У цьому випадку кожна частка замінюється довільною геометричною фігурою.

### Деформації **forces** у системах часток

Для того, щоб сніг і дощ, і навіть інші природні явища виглядали природно, все має бути як і у природі: сніг падає під дією сили тяжіння, дме вітер і захоплює у себе сніжинки тощо.

Для імітації дії вітру, гравітації, тиску, вихрових воронок, гальмування, а також для зміни руху частинок під дією вибуху, існують деформації типу **Forces** (Сили), які знаходяться в розділі **Space Warps** (Викривлення простору) вкладки **Create**.

## Деформація типу Gravity

Імітує дію на систему частинок сили тяжіння чи відштовхування. Для створення об'ємної деформації типу **Gravity** натисніть на кнопку **Gravity** у свитку типів об'єктів розділу **Forces**. Потім у будь-якому з вікон проєкцій клацніть мишею в тій точці, де повинен поміщатися центр впливу, і перетягніть курсор по діагоналі, з'явиться прямокутний значок з нормаллю-стрілкою, що вказує напрямок впливу деформації. Деформація типу **Gravity** визначається наступними параметрами:

**Strength** (Сила впливу) — задає силу впливу гравітації на частинки. При позитивних значеннях параметра вплив на частинки буде в напрямку нормалі до значка деформації, при негативних значеннях – в протилежний бік.

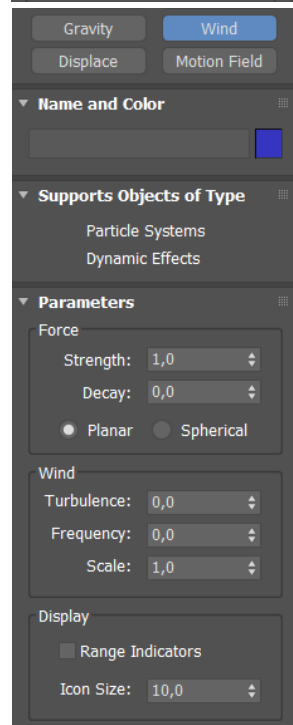
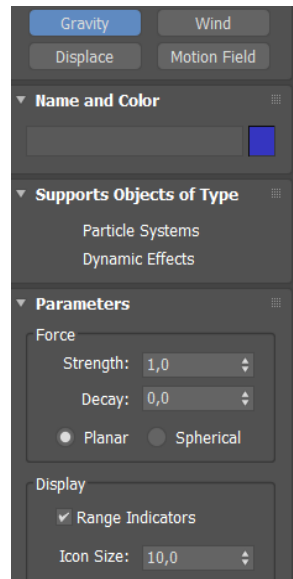
**Decay** (Загасання) — визначає ступінь зменшення сили впливу гравітації на частинки в міру їхнього віддалення від джерела гравітації.

Якщо вибрати опцію **Planar** (Плоский), вплив буде відбуватися перпендикулярно до площини значка.

Опція **Spherical** (Сферичний) встановлює сферичну форму фронту сили тяжіння з центром у джерелі гравітації. Щоб сили деформації впливали на частинки, їх необхідно пов'язувати за допомогою функції **Bind to Space Warp** (Зв'язати із впливом).

## Деформація типу Wind

Аналогічно гравітації створюється деформація типу **Wind** (Вітер), що імітує вплив вітру на систему частинок.



Ця деформація має додаткові параметри:

- ✓ *Turbulence* (Турбулентність) – вказує величину турбулентності, тобто ступінь випадкових змін напрямку вітрового потоку;
- ✓ *Frequency* (Частота) – встановлює частоту, з якою змінюватиметься положення частинок під дією турбулентності в ході анімації;
- ✓ *Scale* (Масштабування) – задає масштаб прояву турбулентної поведінки частинок під дією вітру.

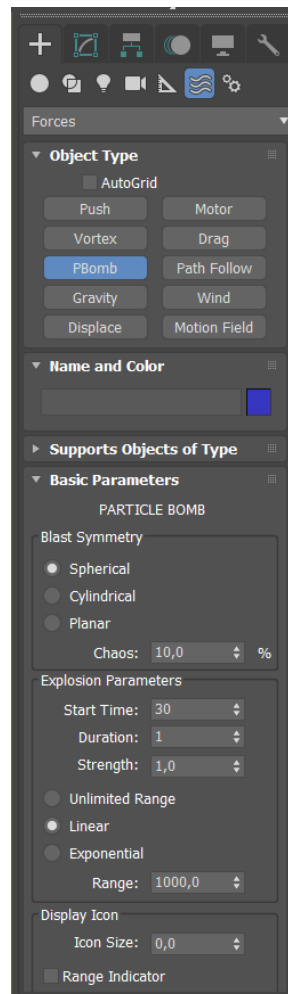
## Деформація типу **PBomb**

Наступний тип деформації – **PBomb** або **Particle Bomb** (Бомба для частинок) – створює імпульсну вибухову хвилю, здатну розкидати частинки. Щоб познайомитися з цією деформацією, створіть систему частинок, на яку вона впливатиме. У розділі **Space Warps** (Викривлення простору) виберіть категорію **Forces** (Сили) та натисніть кнопку об'ємної деформації **PBomb**. Клацніть мишею в потрібній точці будь-якого вікна проєкції та перетягніть курсор, розтягуючи зображення значка деформації (за замовчуванням цей значок має вигляд сферичної «бомбочки»). Помістіть джерело деформації неподалік системи частинок і зв'яжіть його з нею. Щоб побачити частинки, перейдіть до кадру, відмінного від нуля. Виділіть джерело деформації **PBomb** і перейдіть на вкладку **Modify**.

В області **Blast Symmetry** (Симетрія вибухової хвилі) можна встановити перемикач форми «силового поля» в одне з трьох положень:

✓ *Spherical* (Сферична) — ударна хвиля поширюється на всі боки від джерела;

✓ *Cylindrical* (Циліндрична) — ударна хвиля поширюється в радіальних напрямках перпендикулярно до вертикальної вісі значка джерела, що має вигляд шашки;



✓ *Planar* (Плоска) — ударна хвиля поширюється вгору та вниз перпендикулярно до площини значка джерела. Виберіть перше положення перемикача. Щоб надати картині вибуху випадковий характер, вкажіть у лічильнику **Chaos** (Елемент випадковості) відсоток зміни сили вибухової хвилі для кожної частки у кожному кадрі.

У розділі **Explosion Parameters** (Параметри вибуху) задайте характер ослаблення сили з відстанню, вибравши один із перемикачів:

- *Unlimited Range* (Необмежений діапазон),
- *Linear* (Лінійний спад)
- *Exponential* (Спад за експонентом).

Для двох останніх випадків вкажіть у лічильнику **Range** (Діапазон) максимальну відстань, на яку поширюватиметься дія сили вибуху. Налаштуйте такі параметри:

- *Start Time* (Початковий кадр) — номер кадру початку дії;
- *Duration* (Тривалість) — тривалість дії деформації (у кадрах);
- *Strength* (Інтенсивність) — зміна швидкості розльоту частинок, що характеризує силу вибуху.

### Деформація типу **Path Follow**

Ця деформація змушує частинки слідувати вздовж траєкторії, представленої у вигляді сплайну. За допомогою сплайну типу **Helix** (Спіраль) можна створити траєкторію, що складається з одного безперервного сплайну, з певними параметрами.

Параметри налаштування **Path Follow**:

- ✓ *Pick Shape Object* — для вибору траєкторії частинок слід натиснути на цю кнопку, а потім клацнути мишею на кривій, що визначає траєкторію;
- ✓ *Unlimited Range* (Необмежений діапазон) — при відключенні цієї кнопки відстань, на яку поширюється вплив деформації, обмежується значенням, встановленим параметром **Range**. При включенні — деформація впливає на всі пов'язані частинки, незалежно від відстані до траєкторії.

Параметри області *Motion Timing* (Вибір часу руху) визначають, як довго частинки залишаються під впливом траєкторії:

✓ *Start Frame* (Початковий кадр) — номер кадру, з якого траєкторія починає впливати на частинки;

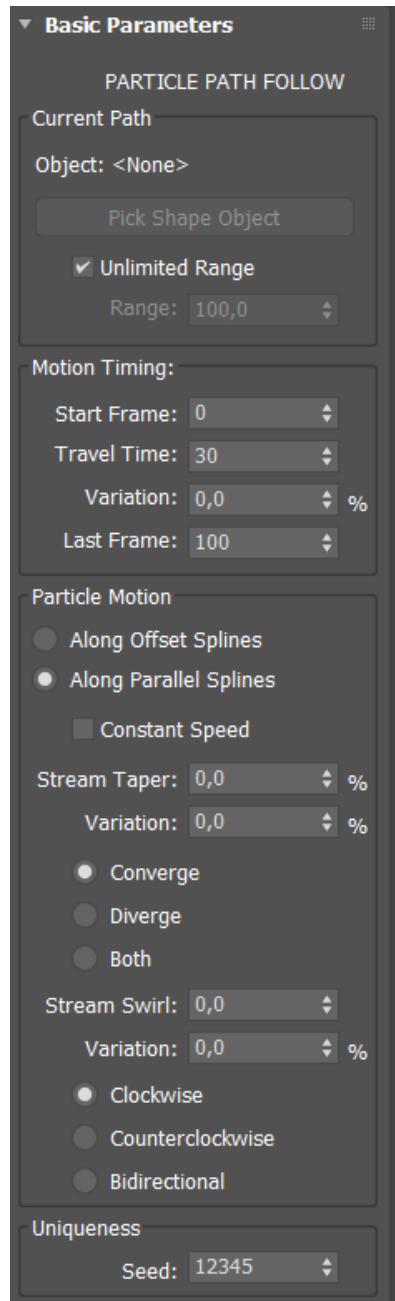
✓ *Travel Time* (Час руху) — кількість кадрів, протягом яких частинки рухаються вздовж траєкторії;

✓ *Last Time* (Останній кадр) — номер кадру, до якого траєкторія впливатиме на систему частинок.

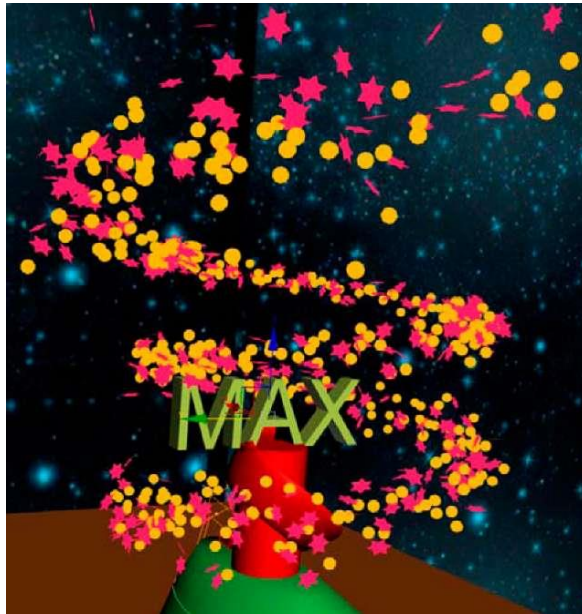
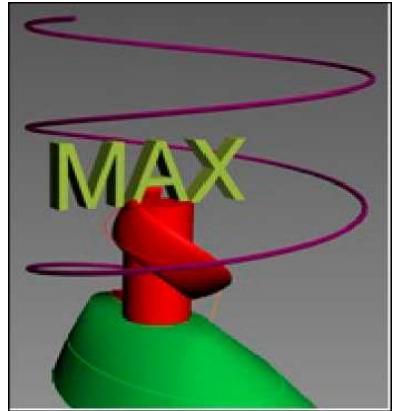
В області *Particle Motion* (Рух частинок) знаходяться параметри, що керують рухом частинок:

✓ при включенні опції ***Along Offset Splines*** (Вздовж сплайну з урахуванням зміщення) відстань між системою частинок та траєкторією впливатиме на рух частинок. Якщо базова точка емітера системи частинок збігається з першою вершиною сплайну, то частинки будуть прямувати вздовж траєкторії. Якщо ж систему частинок змістити вбік, це вплине на траєкторію їх руху;

✓ у режимі ***Along Parallel Splines*** (Паралельно сплайну) положення системи частинок щодо траєкторії не впливає на характер їх руху. Якщо систему частинок змістити убік від траєкторії, то частинки, як і раніше, будуть переміщуватись паралельно до своєї траєкторії, але з врахуванням системи частинок.



Наприклад, створіть систему частинок сферичного типу **Blizzard** і самостійно встановіть для неї відповідні параметри (система частинок **Blizzard01**). Встановіть систему частинок поблизу початку спіралі. Для створення деформації типу **Path Follow** (Слідувати вздовж траєкторії) на вкладці **Create** натисніть кнопку **Space Warps** (Викривлення простору). З випадаючого списку виберіть пункт **Forces** і натисніть кнопку **Path Follow**. У будь-якому видовому вікні створіть значок цієї деформації — він з'явиться у вигляді кубика. Розмір та положення значка не мають значення. У світку **Basic Parameters** натисніть кнопку **Pick Shape Object** (Вказати траєкторію руху) і виберіть сплайн, який був створений перед цим. За допомогою команди **Bind to Space Warp** (Зв'язати з впливом) зв'яжіть значок **Path Follow** із системою частинок.



## ПРАКТИКУМ 6

### РОБОТА ЗІ СКЕЛЕТОМ. ОСНОВИ ПЕРСОНАЖНОЇ АНІМАЦІЇ

#### Хід виконання роботи

1. Змодельовати об'єкти/персонажі, які стануть основою створення анімації.
2. Змодельовати скелет моделі за допомогою кісток Bones.
3. Налаштувати скелет моделі.
4. Налаштувати контролери скелету моделі.
5. Зв'язати скелет моделі та саму модель за допомогою модифікаторів.
6. Створити коротку анімацію моделі тривалістю 5-10 секунд.
7. Записати відеофайл анімації.

#### Короткі теоретичні відомості

У 3ds Max існують три види «скелетів»: **Bones** (Кістки), **Biped** (Двоногий) та **CAT Objects** (Об'єкти CAT).

**Bones** зазвичай використовують, коли передбачається створювати кістки вручну.

**Biped** — це попередньо побудована система скелета, робота з нею значно простіша.

**CAT Objects** — надає додаткову можливість створення ієрархічної структури різноманітних об'єктів.

Character studio (CS) є повним набором інструментів для анімації персонажів. Для двоногих персонажів CS може автоматично створювати скелетну ієрархію (вона має назву biped). Якщо персонаж крокує на двох ногах, CS дає можливість за допомогою режиму **Footstep animation** (Покрокова анімація) автоматично створити анімацію, що враховує гравітацію, рівновагу та ряд інших факторів.

Щоб анімувати персонаж вручну, використовується режим **Freeform animation** (Вільна анімація). Він зручний для анімації персонажів, які переміщуються більш як на двох ногах, літають чи плавають. У цьому режимі можна анімувати персонажі з допомогою традиційних методів інверсної кінематики.

Кожен із зазначених режимів має свої переваги. Можна конвертувати анімацію між ними, а можна комбінувати в одній анімації.

Character studio містить інструменти для зв'язування системи скелета biped з сітковою моделлю персонажа, тоді скелет буде впливати на модель і відповідним чином деформувати її.

CS також дозволяє відокремити анімацію від персонажа. Завдяки цьому можна створити анімацію одного персонажа, а потім застосувати її до іншого, незалежно від його розмірів та повноти. Система скелета biped допускає вводити суттєві зміни у структуру скелета та його розміри у будь-якій точці анімації без значного впливу на анімацію. Існують бібліотеки анімаційних файлів (вони мають розширення bip) і можна анімувати персонаж простим завантаженням VIP-файлу.

CS включає великий набір інструментів для редагування рухів персонажа. Декілька анімацій можна об'єднати в один кліп за допомогою технології Motion Mixer (Міксер рухів). Технологія Crowd (Група персонажів) дозволяє створити анімацію великої кількості персонажів, використовуючи систему зв'язків та поведінки.

*CS складається з трьох основних компонентів:*

- ✓ Biped — інструменти для створення та анімації скелета;
- ✓ модифікатор Physique (Оснастка), який забезпечує зв'язок скелета із сітковою моделлю об'єкта. З цією ж метою можна застосовувати модифікатор Skin (Оболонка);
- ✓ Crowd — інструменти для створення та анімації групи об'єктів.

## **I. СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ КІСТОК (BONES)**

Система створення системи кісток може бути запущена наступним чином:

- ✓ Панель Create → Systems → кнопка Bones;
- ✓ Меню Character menu → Bone Tools;
- ✓ Панель закладок → Закладка Objects → Bones IK Chain.

Кістки (Bones) є з'єднаною, ієрархічно пов'язаною системою окремих кісток, які можуть бути використані для анімації інших об'єктів або ієрархій.

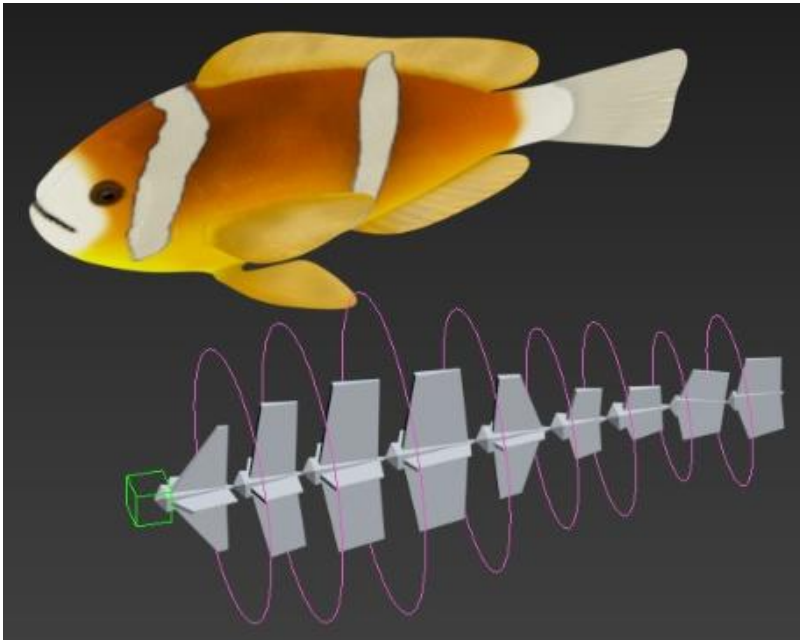
Зазвичай персонаж, що анімується, складається з єдиної сітки, і система кісток надає зручне і швидке рішення для маніпуляції тілом персонажа.

Кістки можуть анімуватися за допомогою прямої або інверсної кінематики, використовуючи будь-яке доступне рішення ІК, засоби Interactive IK або Apply IK.

Кістки можуть рендеруватись. Вони мають деякі параметри, такі як загострення (taper) і «плавників» (fins) — виступи вздовж кістки, які можна налаштувати, щоб визначити фігуру, що представляє кістку. Наприклад, ці виступи полегшують контроль над обертанням кістки. При анімації дуже важливим є розуміння структури об'єкта-кості. Кожна кістка має опорну точку (pivot point) як початок чи, точніше, суглоб, навколо якого здійснюються повороти цієї кістки. Виглядає як протяжний об'єкт від своєї опорної точки до дочірнього об'єкту. Дочірнім об'єктом зазвичай є інша кістка.

### **Система кісток сама по собі та всередині сітчастої моделі**

Будь-яка ієрархія може бути показана як структура кісток, шляхом простого увімкнення прапорця Bone On у світку Object Properties вікна Bone Tools.



## Створення кісток

Систему кісток можна створити, натиснувши кнопку Create Bones, розташовану на свитку Bone Editing Tools, або у свитку Systems на панелі Create. Процес створення відбувається в наступній послідовності:

1. ЛКМ у видовому вікні, де буде початковий суглоб першої кістки.

2. Друге клацання миші визначить, де розташований суглоб наступної кістки, хоча візуально на екрані з'явиться лише одна кістка між двома точками. Розташування опорних точок однозначно визначає розташування всієї системи.

3. Кожне наступне клацання мишею додає до системи одну кістку. Таким чином, в результаті кількох натискань лівої кнопки, буде створено один ланцюжок кісток.

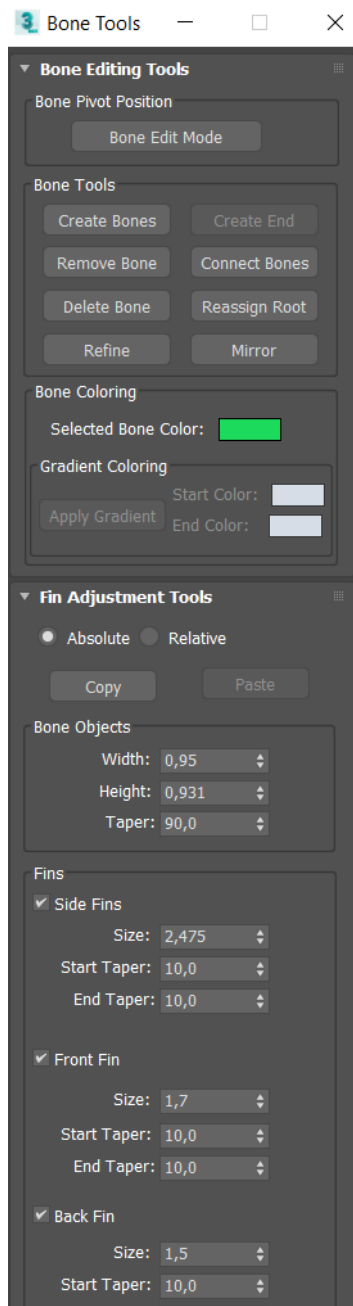
4. Натискання ПКМ припиняє створення системи. Крім того, на кінці ланцюжка буде створено додаткову маленьку кістку, яка використовується при призначенні інверсної кінематики. Ви можете видалити її, якщо не збираєтеся використовувати ІК для цієї ієрархії.

Для створення ієрархії, що розгалужується, наприклад, від таза відходить дві ноги, послідовність наступна:

1. Створіть ланцюжок кісток описаним вище.

2. Знову натисніть кнопку Bones для створення другого ланцюжка (другої ноги).

3. Натисніть ЛКМ на тій кістці, від якої хочете розпочати нову гілку.



## **Призначення ІК контролера системі кісток**

За замовчанням ІК контролер не застосовано до системи кісток. Призначення їй ІК контролера, може бути зроблено двома способами.

Найчастіше ІК рішення призначається системі кісток вручну, використовуючи пункт IK Solvers меню Animation, вже після її (системи кісток) створення. Такий спосіб дозволяє налаштувати інверсну кінематику максимально точно.

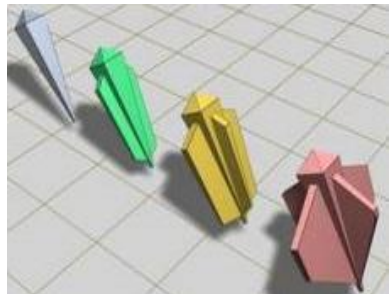
Другий спосіб більш автоматизований. Після створення системи ІК рішення буде автоматично застосоване до всіх кісток від першої до останньої. Щоб увімкнути цей механізм, необхідно увімкнути прапорець Assign To Children.

## **Встановлення початкової позиції системи кісток**

При створенні системи кісток, позиція, в якій їх створили, і вважатиметься початковою. Перед призначенням ІК рішення можна змінити початкове положення, переміщуючи або повертаючи кожен кістку індивідуально.

## **Колір кістки**

Всім кісткам призначається колір, заданий для елементів Bones та Link Lines у розділах Gizmos та Objects на панелі Colors діалогу Customize User Interface. Можна змінити колір кожної кістки, клацнувши мишкою на зразку кольору поряд з ім'ям кістки на панелі Create або Modify, і вибравши потрібний колір у діалозі.



## **Плавці-виступи кісток**

Це допоміжні об'єкти, що полегшують контроль за орієнтацією кістки. Крім цього, вони служать для апроксимації фігури персонажа. Існує три набори плавців: бічні, передній та задній. За замовчуванням усі вони вимкнені.

## **Рендеринг кісток**

Кістки можуть рендеруватись, але за умовчанням цю можливість відключено. Щоб її увімкнути, необхідно увімкніть прапорець Renderable у діалозі Object Properties.

## Щоб виправити зовнішній вигляд кісток

1. Виберіть кістку → 2. На панелі виберіть закладку Modify. → 3. Змініть установки, розташовані у світку Bone Parameters.

## Щоб створити ланцюг кісток, до яких застосовано ІК рішення

1. На панелі Create натисніть кнопку Systems та Bones. → 2. У списку IK Chain Assignment виберіть у списку рядок IK Solver. → 3. Увімкніть прапорець Assign To Children. → 4. Створіть систему кісток у видовому вікні, як описано раніше. До системи, що вийшла, буде застосовано ІК рішення.

## Переміщення кістки в ієрархії після її створення

Переміщення кістки вплине на довжину ланки цієї кістки. Більш важливо те, що буде змінено положення опорної точки. Кістка має тільки одну опорну точку. Видима ланка кістки лише з'єднає її опорну точку з опорною точкою наступної кістки.

1. На панелі Hierarchy натисніть кнопку Pivot, щоб перейти до панелі опорних точок.

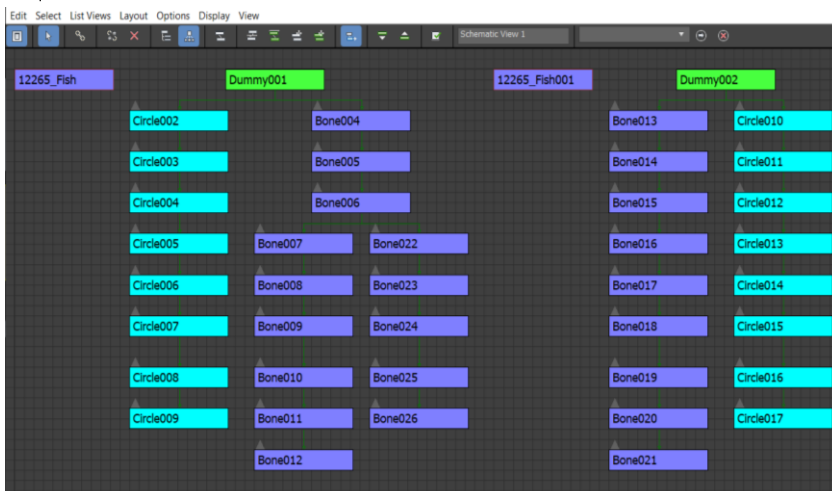
2. У світку Adjust Transform натисніть кнопку Don't Affect Children.

3. Перемістіть кістку.

4. Вимкніть кнопку Don't Affect Children, коли закінчите редагування системи.

## Додавання плавців до кістки:

1. Виберіть кістку → 2. На панелі Modify перейдіть на сувій Bone Parameters і увімкніть прапорець Side Fins. → 3. Налаштуйте розмір та вид плавців.

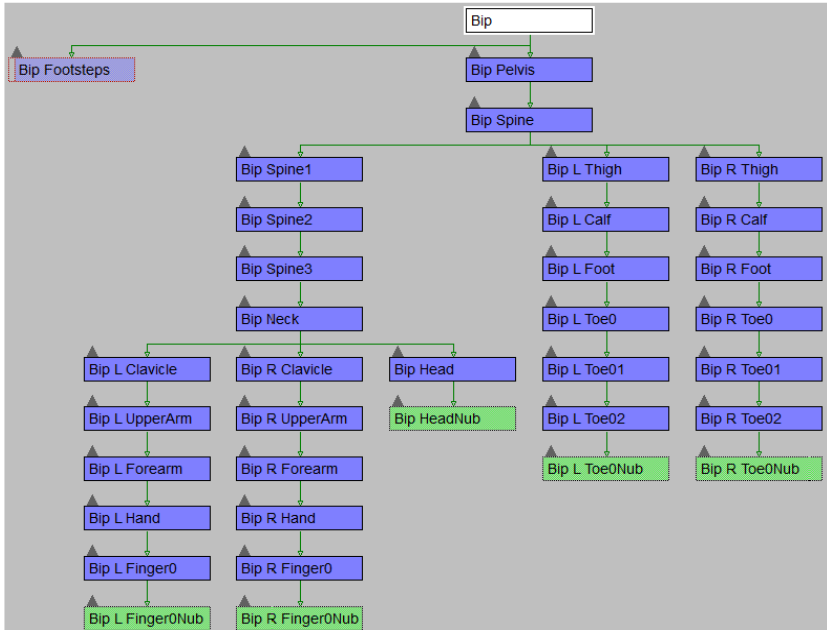
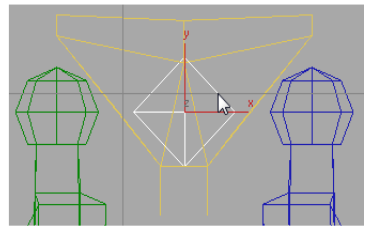
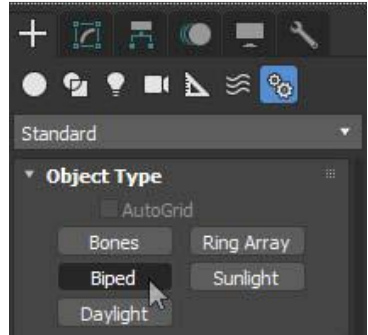


## II. СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ КІСТОК (VIPED)

Для створення biped необхідно відкрити пункт меню **Create** → **Systems** та у свитку **Object Type** натисніть на кнопку **Biped**. Потім клацніть мишею у вікні **Front** або **Perspective** і протягніть курсор вгору — в результаті буде створено об'єкт Bip001, що є ієрархією спеціальних об'єктів. Батьківський об'єкт Bip001 — це його центр ваги (Center of Mass, COM).

Скелет biped формується у вигляді пов'язаної ієрархії, і після створення він одразу готовий для анімації.

На проекціях COM відображається у вигляді блакитного тетраедра, розташованого в середині таза об'єкта Bip001. Після створення двоногого об'єкта залишається вибраним лише центр тяжкості COM.



Щоб одразу після створення *biped* (не натискаючи жодних кнопок і не відключаючи кнопку *Biped*) присвоїти йому унікальне ім'я, на командній панелі в полі *Root Name* (Корневе ім'я) введіть нове ім'я об'єкта, наприклад *Bip*. При цьому автоматично перейменуються назви всіх кісток *biped*.

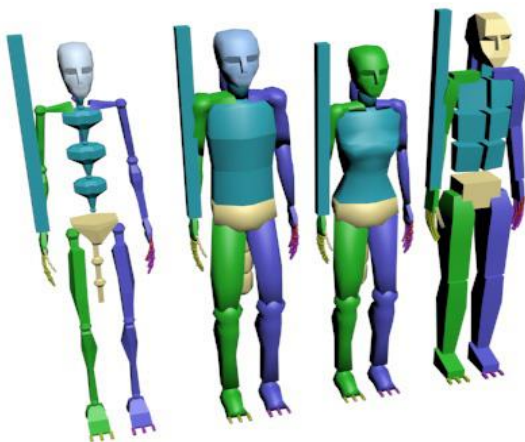
Переміщувати в сцені весь двоногий об'єкт можна тільки в тому випадку, якщо виділено центр ваги *COM*. Найпростіше вибрати *COM* у вікні *Scene Explorer* або у вікні *Schematic View*, яке відкривається за допомогою команди *Schematic View (Open)*, розташованої на головній панелі інструментів. При переміщенні *COM* переміщується весь *biped*.

Геометрія *biped* є пов'язаною ієрархією об'єктів, яка має схожість з фігурою людини. Ієрархія *biped* відрізняється від стандартної ієрархії, прийнятої в *3ds Max*, — *biped* не можна видалити жоден з компонентів ієрархії. Якщо спробувати видалити якусь частину скелета, буде видалена вся ієрархія. Тому для створення *biped* без будь-якої частини тіла, наприклад без голови, потрібно просто виділити цю частину фігури та приховати її. Усі дочірні об'єкти ієрархії можна вибрати подвійним клацанням на батьківському об'єкті.

### Свиток *Structure*

У свитку *Biped* розділу *Parameters* вкладки *Motion* увімкніть режим *Figure Mode* (Режим редагування фігури).

У ньому задаються параметри *biped*. У полі *Body Type* (Тип тіла) можна вибрати тип скелета, що відображається: *Skeleton* (Скелет), *Male* (Чоловічий), *Female* (Жіночий), *Classic* (Класичний).

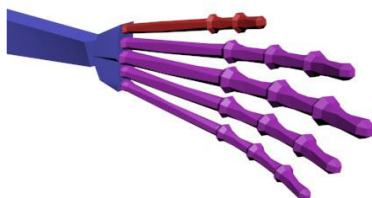


Тут же вказуються інші параметри скелета:

- ✓ *Neck Links* – кількість шийних хребців,
- ✓ *Spine Links* – кількість ланок на хребті,
- ✓ *Leg Links* – кількість суглобів на нозі,
- ✓ *Tail Links* – кількість ланок у хвості,
- ✓ *Ponytail1 Links* – кількість ланок в 1-й косичці,
- ✓ *Ponytail2 Links* – число ланок у 2-й косичці,
- ✓ *Fingers* – число пальців на руці,
- ✓ *Finger Links* – число фаланг на пальцях рук,
- ✓ *Toes* – число пальців на нозі,
- ✓ *Toe Links* – число ланок на пальцях ніг,
- ✓ *Height* – зріст biped.

Параметр **Props** (Стіжки) задає одну, дві або три стійки, які можуть бути використані, щоб прикріпити до biped зброю або будь-який інструмент.

Якщо активізувати параметр **Knuckles** (Пальці), то буде побудовано анатомічно коректну структуру зап'ястя з п'ятьма пальцями, що дозволяє анімувати кожен палець окремо.



У область, що розгортається **Twist Links** (Скручування суглобів) включені всі кінцівки:

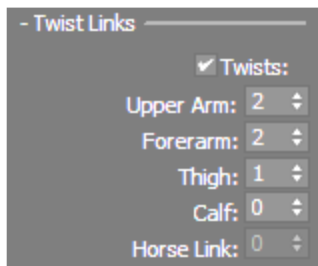
- ✓ *Upper Arm* – плече,
- ✓ *Forearm* – передпліччя,
- ✓ *Thigh* – стегно,
- ✓ *Calf* – частина стегна або руки, що включає трицепс.

Активізація цієї опції дозволяє краще враховувати деформацію моделі персонажа у випадках, коли виникає скручування суглобів.

За допомогою групи параметрів **Xtras** можна додати до biped додатковий хвіст. Його анімація можлива лише методами прямої кінематики. У сцені можуть бути будь-яка кількість об'єктів biped, але в режимі Figure Mode працювати можна тільки з одним з них.

Biped не обов'язково має нагадувати фігуру людини. Його елементи можна змінювати так, щоб підігнати його структуру до форми анімованого персонажа.

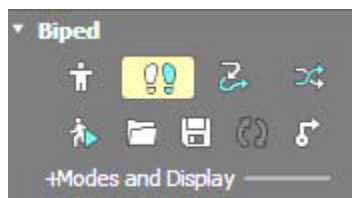
Після створення biped завжди виникає необхідність зміни структури і пропорції його скелета. Для цього виділяють будь-який елемент biped і на вкладці **Motion** у сувій **Biped** активізують команду **Figure Mode**. Будь-які зміни пропорцій та положення biped слід виконувати лише в цьому режимі. Наприклад, можна застосувати масштабування, щоб зробити коротше ноги чи подовжити руки. При цьому, якщо ви вкорочуєте довжину стегна, середня частина ноги та кісточка зберігають свої розміри, але змінюють своє положення.



## Свиток Biped

Сувій Biped використовується для включення основних режимів роботи з biped:

- ✓ *Figure Mode* (Режим редагування),
- ✓ *Footstep Mode* (Режим покрової анімації),
- ✓ *Motion Flow Mode* (Поточний режим),
- ✓ *Mixer Mode* (Міксер-режим),
- ✓ *Move All Mode* (Переміщення у всіх режимах), а також для виконання низки інших команд.



У режимі **Figure Mode** можна масштабувати biped разом із прикріпленою сітковою моделлю після того, як був застосований модифікатор **Physique**.

У режимі **Footstep Mode** можна створювати та редагувати кроки biped для генерації його ходи, бігу та стрибків.

Режим **Motion Flow Mode** призначений для об'єднання декількох VIP-файлів з інтерполяцією за швидкістю або оптимізацією переходів між ними для мінімізації ковзання ніг персонажа. У цьому режимі можна завантажувати та зберігати анімаційні файли з розширенням *mix*. Вони можуть бути завантажені в будь-який biped, і тоді рухи, збережені в цьому файлі, будуть автоматично адаптовані до розміру biped.

Команда **Biped Playback** (Відтворення анімації biped) дозволяє відтворити спрощену анімацію скелета у видових вікнах.

Команда **Convert** (Конвертувати) перетворює анімацію, створену на основі режиму покрової анімації, ключі вільної анімації і навпаки. Вона працює лише при відключенні Figure Mode. Після цього можна продовжити створення анімації в іншому режимі.

Режим **Move All Mode** дозволяє переміщати і обертати biped, залишаючи незмінною його анімацію.

### Свиток Track Selection

Сувій Track Selection (Вибір треку) містить спеціальні інструменти для маніпуляції центром ваги biped (COM-об'єктом), а також для вибору симетричних і протилежних кісток biped.



COM-об'єкт можна обрати декількома способами: можна натиснути в сувій Biped на кнопку **Move All Mode** (Перемістити все), можна відкрити діалогове вікно **Select From Scene** або вікно **Schematic View** і вибрати там ім'я biped, а можна в свитку **Track Selection** натиснути на одну з кнопок: *Body Horizontal* (Горизонтальне переміщення тіла), *Body Vertical* (Вертикальне переміщення тіла) або *Body Rotation* (Обертання тіла).

Після вибору COM його можна переміщати та обертати. При включенні команди Lock COM Keying (Блокування треків COM) можна активізувати одночасно всі три треки COM: горизонтального і вертикального переміщення та обертання.

Ключі анімації на треках COM-об'єкта зафарбовуються наступним чином:

- горизонтального переміщення — червоним;
- вертикального переміщення – жовтим;
- обертання – зеленим.

Команда ***Symmetrical*** вибирає симетричну кістку з іншого боку biped. Наприклад, якщо виділено ліву руку, то ця команда вибере також праву руку, і тоді можна буде масштабувати, переміщати і обертати одночасно кістки з обох боків biped.

Команда ***Opposite*** вибирає симетричну кістку з іншого боку biped і скасовує виділення поточної кістки.

### III. ВБУДОВУВАННЯ СКЕЛЕТУ

Для того, щоб анімувати персонаж, спочатку його потрібно створити, а потім вбудувати в нього систему кісток. Процес вбудовування системи кісток всередину сіткової моделі персонажа називається рiгінгом (Rigging). Далі вбудовані кістки необхідно пов'язати із сітковою моделлю персонажа. Цей етап роботи над моделлю називається скiнiнгом (Skinning).

Анімації піддаються кістки персонажа, а завдяки зв'язку з моделлю, вони відповідним чином деформують модель персонажа. При створенні моделі персонажа для використання з biped модель слід розміщувати в стандартній позі, в якій її простіше налаштувати та текстурувати: ноги нарізно, руки в сторони, кисті на рівні рук долонями вниз, пальці прямо та злегка убік. У таких випадках говорять, що об'єкт повинен знаходитись у T-подібному положенні.

#### Оснащення скелета

Вбудувавши скелет biped всередину моделі персонажа, слід перейти до створення оснастки.

Оснастка потрібна для того, щоб зв'язати систему скелета з моделлю персонажа, і тоді скелет буде впливати на модель і відповідним чином деформувати її.

Для створення оснастки призначені модифікатори ***Skin*** (Оболонка) та ***Physique*** (Оснастка). При побудові системи кісток на основі biped зв'язування скелета з моделлю зручніше виконувати за допомогою модифікатора *Physique*, який призначає кожній вершині сітки моделі одну або кілька кісток об'єкта biped. Коли кістки biped анімуються, то відповідні вершини сіткової моделі також починають рухатися.

Модифікатор **Physique** пов'язує вершини моделі з певними кістками biped залежно від розміру та віддаленості кісток від вершин. Якщо оснастка виконана ретельно, то автоматичне зв'язування кісток з вершинами може бути задовільною. Однак, як правило, потрібні додаткові параметри, додаткове редагування.

В основі модифікатора **Physique** лежить об'єм моделі. Це означає, що ви можете пізніше уточнювати її геометрію з мінімальним впливом на поведінку оболонки (сітчастої моделі об'єкта). За бажання анімація може бути створена і до побудови моделі персонажа.

Модель персонажа може складатися з кількох окремих об'єктів: торса, ніг та рук. У такому випадку вибирають усі ці об'єкти, і модифікатор Physique застосовують одразу до всіх.

На налаштування модифікатора **Physique** впливає міра деталізації моделі персонажа. З одного боку, модель персонажа повинна мати достатньо вершин, щоб модифікатор Physique міг плавно її деформувати. З іншого боку, чим менше вершин містить сітка моделі, тим легше налаштувати Physique.

При підготовці моделі слід створювати рівномірну сітку з прямокутними полігонами, оскільки трикутні полігони погано працюють з Physique. Як правило, слід створити найпростішу сітку, застосувати до неї спочатку модифікатор Physique, а потім TurboSmooth (Згладжування високої якості). Завдяки цьому спроститься налаштування Physique та забезпечиться гладкість моделі при її візуалізації. Якщо ж сітка моделі має багато полігонів неправильної форми, то попередньо їх слід доопрацювати, видаляючи або додаючи ребра та полігони там, де це необхідно. Особливо слід звернути увагу на форму та розміри полігонів в області стегон та плечей.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що називають ключовими кадрами?
2. Як додати ключовий кадр?
3. Як видалити ключовий кадр?
4. Як скопіювати ключовий кадр?
5. Як змінити кількість ключових кадрів в анімації?
6. Як масштабувати тривалість анімації в часі?
7. Як змінити швидкість програвання анімації у вікні проєкції?
8. Що називають ключами та контролерами анімації?
9. Які налаштування можна виконати у вікні Time Configuration?
10. Як зберегти анімації для швидкого попереднього перегляду?
11. Як зберегти анімацію без компресії даних?
12. Для чого використовується вікно Track View?
13. Як створюється анімація в автоматичному режимі?
14. Як створюється анімація в ручному режимі?
15. Як встановити видимою траєкторію руху об'єкта?
16. Як видалити анімацію без видання об'єктів?
17. З якою метою використовуються дотичні та їх маркери на графіках анімації у вікні Track View - Curve Editor?
18. В яких випадках доречно використовувати модуль MassFX?
19. Які типи тіл можуть анімуватись модулем MassFX?
20. В чому відмінність між динамічними та кінематичними тілами?
21. Як поєднати анімацію за допомогою ключових кадрів з анімацією за допомогою модуля MassFX?
22. Як встановлюється використання опції Use Ground Plane? Для чого вона використовується?
23. Загальні правила створення анімації за допомогою модуля MassFX.
24. З якими видами сіток працює модуль MassFX?
25. Як налаштувати імітацію динаміки твердих тіл?
26. Як встановити загальну гравітацію сцени?
27. Як змінити пружність об'єкту при використанні модуля MassFX?
28. Як впливає збільшення/зменшення маси об'єкта при стиканні з іншими тілами?

29. Для чого використовуються об'єкти типу mCloth?
30. Як налаштувати анімацію тканини?
31. Як частину тканини закріпити та залишити нерухомою при використанні модулю MassFX?
32. Що означає «сплячий» режим для об'єкта та як його встановити? Наведіть приклади застосування.
33. Як встановлюється обмеження на взаємне переміщення об'єктів при використанні модуля MassFX?
34. З якою метою створюють ієрархічний зв'язок між об'єктами при їх анімуванні?
35. Як створити ієрархічний зв'язок між об'єктами?
36. Як видалити ієрархічний зв'язок між об'єктами?
37. Як переглянути структуру ієрархічних зав'язків між об'єктами?
38. В чому полягають правила прямої кінематики?
39. Які системи часток можна створити засобами 3D Max?
40. Як створити ефект дощу?
41. Як створити ефект снігу?
42. Як змінити колір та форму часток?
43. Як налаштувати напрям руху системи часток?
44. Як створити ефекти сили тяжіння, вітру, вихрових потоків для дії на частки?
45. Як запустити рух часток за певною траєкторією?
46. Як можна обмежити розліт системи часток?
47. Як встановити тривалість відображення в анімації кожної частинки?
48. Як встановити початок дії системи часток до початку першого кадру анімації?
49. Які існують види «скелетів» в 3D Max?
50. В яких випадках є доречним використання системи кісток Bones?
51. В яких випадках є доречним використання системи кісток Biped?
52. Як призначити ІК-контролер системі кісток Bones?
53. Як створити ієрархію системи кісток Bones?
54. Як змінити колір кістки Bones?
55. Як увімкнути рендеринг кісток Bones?
56. Як створити та налаштувати плавці-виступи кісток Bones?

57. Як перемістити кістку Bones в ієрархії після її створення?
58. Як змінити зовнішній вигляд кісток Bones: розмір та інші налаштування?
59. Як після створення Viped надати йому унікальне ім'я?
60. Як обрати COM-об'єкт Viped?
61. Які параметри Viped можна налаштувати та як це виконується?
62. Які існують типи скелетів Viped?
63. Як можна переглянути структурну ієрархію об'єктів Viped?
64. Як перемістити на сцені весь об'єкт Viped?
65. Що називають ригінгом та скінінгом (Rigging, Skinning)?
66. Як вбудувати систему кісток скелета всередину моделі певного об'єкта?
67. З якою метою застосовується модифікатор Skin?
68. З якою метою застосовується модифікатор Physique?
69. Які є способи збереження готової анімації?

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Бойко А. П. Комп'ютерне проєктування в середовищі 3Ds Max : навчальний посібник / А. П. Бойко, О. В. Дворник. – Миколаїв : Видавництво ЧНУ ім. Петра Могили, 2020. – 140 с.
2. Мельник О.С. Комп'ютерна анімація та 3D-моделювання: Навчальний посібник / Укладач: О.С. Мельник. – Умань: УДПУ імені Павла Тичини, 2019. – 141 с.
3. Н. Лотошинська, І. Ізонін. Технології 3D-моделювання в програмному середовищі 3ds Max з дисципліни "3D-Графіка". – Львів: «Львівська політехніка», 2020. — 216.
4. Бреславець В. С. Технології розробки комп'ютерних ігор. / В. С. Бреславець. - Х. : "Друкарня Мадрид", 2018. - 162 с .
5. Коляда І. І., Шевченко К. С. Інструменти 3d-моделювання у дизайні: Blender. In: The 5th International scientific and practical conference "Science, innovations and education: problems and prospects"(December 8-10, 2021) CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2021. 1068 p. 2021. p. 680. Todd Daniele. Poly-Modeling with 3ds Max: Thinking Outside of the Box.
6. Autodesk 3ds Max 2019: A Detailed Guide to Modeling, Texturing, Lighting, and Rendering
7. <http://3drazer.com>. Портал CG. Великі архіви моделей та текстур для 3Ds Max

**Перелік гарячих клавіш 3D Max**

<b>Клавіша</b>	<b>Призначення</b>
A	Прив'язка за обертанням
H	Виклик вікна Select From Scene (Вибір зі сцени)
G	Команда Show Grid (Показати сітку)
E	Обертання виділеного об'єкта
Q	Виділення / зміна форми виділеної області
R	Збільшування або зменшування виділеного об'єкта
S	Прив'язка
W	Переміщення виділеного об'єкта
V	Відкрити меню видів
Y	Виклик команди Array (Масив)
C	Переключитися на вид камери (Camera)
Z	«Сфокусуватися» на виділених об'єктах
M	Відкриває редактор матеріалів
F12	Для швидкого виклику вікна введення значень трансформації для тієї операції, яка активна в цей момент
- / +	Зменшити / збільшити стрілки переміщення / обертання / масштабування і т. ін.
Alt + A	Для вирівнювання об'єктів
Alt+X	Зробити об'єкт прозорим
Alt+W	Розвернути / звернути вікно у весь екран
Alt + затиснуте колесо мишки	Обертання навколо об'єкта
Alt-Q	Ізолювати об'єкт
Ctrl + A	Виділити все
Ctrl + V	Для створення копій об'єкта
Ctrl + Z	Скасувати дію
Ctrl + Y	Повернути дію
Ctrl + D	Зняти виділення
Ctrl + S	Зберегти як
G	Сховати / показати сітку у вікні viewport
X	Сховати / показати стрілки переміщення/ обертання/ масштабування
F3	Включає режим відображення сітки без поверхні
F4	Вкл/викл режим відображення сітки разом з поверхнею

F9	Швидкий рендер
F10	Render Setup (налаштування рендера)
	<b>Гарячі клавіші вікон проєкцій</b>
F	Переключитися на вид спереду (Front)
T	Переключитися на вид зверху (Top)
L	Переключитися на вид зліва (Left)
R	Переключитися на вид справа (Right)
P	Переключитися на перспективний вид (Perspective)
B	Переключитися на вид знизу (Bottom)
	<b>Editable Poly</b>
1	Робота з вершинами (Vertex)
2	Робота з гранями (Edge)
3	Робота з границями (Border)
4	Робота з полігонами (Polygon)
5	Робота з об'єктами (Element)
Ctrl+Shift+E	Target weld
Alt+C	Вирізати (Cut)
Shift+E	Витиснути (Extrude)
Shift + F	Вкл / викл вображення Safe Frame – області рендера
Shift+Ctrl+B	Витиснути зі скосом (Bevel)
Shift+Ctrl+C	Зняти фаску (Chamfer)
Shift+Ctrl+E	З'єднати (Connect)
Alt+H	Сховати вибране (Hide select)
Alt+I	Сховати невибране (Hide unselect)
Alt+U	Показати все (Unhide all)
Alt+L	Кільце (Loop)
Alt+R	По колу (Ring)
Ctrl+PageUp	Grow select

**Перелік модифікаторів 3D Max та їх функцій**

<b>Група модифікаторів Selection Modifiers</b>	
Mesh Select	Виділяє поверхню за допомогою vertex, edge, face, polygon, element. Також є можливість виділити за допомогою Material ID.
Patch Select	Виділення елементів за допомогою vertex, handle, face, patch, element. В цьому випадку режим Handle дозволяє виділити напрямні вершин. При виділенні в режимі Patch задіюються як вершини, так і грані.
Poly Select	Виділення елементів за допомогою vertex, edge, border, polygon, element. За принципом виділень такий як Editable poly, з функціями Shrink, Grow, Ring, Loop, Vol.
Select	Для виділення використовуються об'ємні елементи, такі як gizmo або інші об'єкти. Містить розширений список налаштувань, який зорієнтований на виділення vertex і face потрібного об'єкта.
<b>Група модифікаторів World-Space Modifiers</b>	
Camera Map Modifier (World Space)	Використовується для накладання карт з локальними UVW координатами на основі розташування камери.
Displace Mesh Modifier (World Space)	Дозволяє побачити об'єкт із застосованою до нього картою displacement. (замінює об'єкт на його копію, але вже з врахованою картою)
Displace NURBS Modifier (World Space)	Конвертує об'єкт NURBS в меш. Якщо об'єкту була призначена карта, то результат накладання буде видно у вікнах проєкцій.
PatchDeform Modifier (World Space)	Дозволяє деформувати об'єкт на основі контурів Patch-об'єкта. Працює так само, як і PathDeform (World Space), але використовує patch замість кривої.
PathDeform Modifier (World Space)	Деформує об'єкт на основі shape, spline або NURBS.
Point Cache Modifier (World Space)	Зберігає модифікатор та підоб'єкт з анімацією у файл на диск. Запам'ятовує зміни в розташуванні вершин. Відкриваючи раніше

	збережений файл, об'єкт буде анімований, але без ключових кадрів.
Subdivide Modifier (World Space)	Пропонує алгоритм для створення сіток, які використовуються для обробки освітлення (radiosity). Для прорахунку radiosity потрібні сітки, в яких є елементи, сформовані з рівносторонніх трикутників. Чим щільніша сітка, тим вища деталізація і точність освітлення.
Surface Mapper Modifier (World Space)	Використовує карту, призначену поверхні NURBS, і створює проекцію її на модифікований об'єкт.
SurfDeform Modifier (World Space)	Працює так само, як модифікатор PathDeform (WSM), за виключенням того, що замість кривої використовується точка NURBS Point або CV, а не крива (curve).
<b>Група модифікаторів Object-Space Modifiers</b>	
Affect Region	Зміщення регіону. Як правило використовується для роботи з вершинами при моделюванні поверхні. Модифікатор може допомогти сформувати опуклість або увігнутість на поверхні об'єкта.
Attribute Holder	Це «пустий» модифікатор, який дозволяє створювати інтерфейс з потрібними параметрами.
Bend	Згин. Рівномірний згин об'єкта відносно однієї вісі.
Bevel	Виштовхує пласкі фігури в тривимірні об'єкти, застосовує пласку або круглу фаску до його країв.
Bevel Profile	Виштовхує пласкі фігури, використовуючи інші об'єкти в якості напрямної.
Camera Map Modifier (Object Space)	Призначає координати карт на основі поточного кадру камери. Відрізняється від Camera Map Modifier (World Space), який оновлює координати об'єкта у кожному кадрі.
Cap Holes	Заповнює (закриває) отвори в меш-об'єкті одним полігоном.
Chamfer	Дозволяє процедурно додавати ребра до певних частин об'єкта, створюючи заокруглення.

CrossSection	Створює поверхню з декількох сплайнів.
Delete Mesh	Забезпечує параметричне видалення, основане на поточному рівні вибору підоб'єктів в сітці (грані, ребра, вершини, об'єкти).
Delete Patch	Забезпечує параметричне видалення, основане на поточному рівні вибору підоб'єктів в сітці (грані, ребра, патчі, елементи).
Delete Spline	Забезпечує параметричне видалення, основане на поточному рівні вибору підоб'єктів в сітці (вершини, сегменти, сплайни).
Disp Approx	Перетворює об'єкт в editable mesh і дозволяє налаштувати ступінь деформації.
Displace	Зміщення вершин на об'єкті за допомогою карти. Створює нерівності на об'єкті.
Edit Mesh	Надає інструменти редагування для різних рівнів підоб'єктів (вершини, ребра, грані, полігони, елементи). Такий же, як і Editable Mesh, але без можливостей анімації. Використовується як аналог переведення в Editable Mesh, але тут є можливість видалити модифікатор і повернути вихідну форму об'єкта.
Edit Normals	Дає можливість управління нормаллями вершин об'єкта.
Edit Patch	Надає інструменти редагування для різних рівнів підоб'єктів (вершини, напрямні, грані, патчі, елементи). Без можливостей анімації.
Edit Poly	Надає інструменти редагування для різних рівнів підоб'єктів. Включає в себе більшість можливостей Editable Poly, за виключенням Vertex Color, свитка Surdivision Surface, налаштувань Weight і Crease та свитка Subdivision Displacement.
Edit Spline	Надає інструменти редагування для різних рівнів обраної фігури (вершини, сегменти, сплайни).
Extrude	Виштовхування об'єкта, надаючи йому об'єм
Face Extrude	Виштовхування граней вздовж їх нормалей.

FFD (Free-Form Deformation)	«Вільна» деформація форми. Встановлюється певна кількість вершин, виділяються необхідні, змінюється розташування (з поворотом або масштабуванням)
Fillet/Chamfer	Заокруглення/Фаска. Дозволяє заокруглювати/ зрізати кромку між лінійними сегментами двовимірних об'єктів
Flex	Імітує поведінку м'якого предмета, використовуючи віртуальні «пружини» між вершинами об'єкта.
HSDS (Hierarchical SubDivision Surfaces)	Використовується на low-poly моделі, для подальшої їх деталізації.
Lathe	Створює тривимірний об'єкт, обертаючи пласку форму або криву NURBS навколо вісі.
Lattice	Перетворення в решітку. Перетворює модель у каркас, використовуючи сітку моделі та надаючи їй форму й товщину.
Linked XForm	Зв'язує декілька об'єктів для їх подальшого трансформування (переміщення, обертання, зміни розмірів).
MapScaler (Object Space)	Дозволяє змінювати розмір об'єкта без зміни параметрів карти, накладеної на об'єкт.
Material	Дозволяє анімувати або просто змінювати Material ID застосованих матеріалів об'єкта.
MaterialByElement	Дозволяє використовувати різні Material ID до об'єктів, які містять декілька елементів рандомно або за заданою формулою.
Melt	Створює реалістичний ефект «плавлення» для будь-яких типів об'єктів
Mesh Select	Дозволяє передавати інформацію про вибрані підоб'єкти для застосування до них модифікаторів.
MeshSmooth	Згладжування геометрії об'єкта декількома доступними способами.
Mirror	Параметричний метод побудови дзеркального відображення.
Morpher	Використовується для зміни форми моделі (mesh, patch, or NURBS).
MultiRes Modifier	Зменшує кількість полігонів моделі під час рендера (прискорює рендер).

Noise	Шум, стохастичне викривлення. Зміна вершин вздовж обраних вісей у стохастичному порядку.
Normal	Дозволяє дзеркально відобразити нормалі без використання Edit Mesh.
Normalize Spline	Додає контрольні точки в сплайн з певним інтервалом.
Optimize	Прибирає частину вершин та граней, тим самим спрощуючи геометрію об'єкта.
Preserve	Зберігає інформацію про розташування ребер та вершин, до того як об'єкт був модифікований. При редагуванні об'єкта буде зберігати стиль топології об'єкта.
Projection	Використовується для створення карт нормалей та дисплейсента.
Projection Holder	Містить дані, згенеровані з результаті операції Project Mapping.
ProOptimizer	Оптимізує обраний об'єкт, зменшуючи кількість полігонів.
Push	Надування об'єкта. «Виштовхує» вершини назовні або всередину об'єкта, використовуючи нормалі як напрямні.
Quadify Mesh	Перетворює сітку моделі в прямокутні полігони з вказаним розміром.
Relax	Розгладжування поверхні об'єкта. Змінює положення вершин згладжуючи нерівності об'єкта.
Renderable Spline	Робить видимим сплайн на рендері, без конвертації в редагуємий сплайн
Ripple	Створює ефект рябі на воді на обраному об'єкті (потребує великої кількості полігонів).
Shell	Оболонка. Додає товщину об'єкту за рахунок створення додаткових граней.
Skew	Нахил. Деформує об'єкт, застосовуючи нахил під кутом.
Skin (To Use the Skin)	Дозволяє деформувати об'єкт з врахуванням прив'язаних до нього кісток (bones).
Skin Morph	Використовує прив'язку до кісток для деформації об'єкта.
Skin Wrap	Деформує об'єкт за допомогою одного або декількох інших об'єктів.

Slice	Використовує січну площину для створення додаткових граней та вершин на існуючій сітці об'єкта або для видалення частини об'єкта.
Smooth	Згладжує об'єкт групуючи грані в групи згладжування.
Spherify	Перетворення об'єкта в сферу. Деформує об'єкт, надаючи йому форму сфери.
Spline IK Control	Можна трансформувати вершини без попереднього виділення вершин в підоб'єкті.
Squeeze	Рівномірне стиснення об'єкта (радіальна та повздожня вісь).
STL Check	Перевіряє об'єкт на правильність його експорту в формат файлу STL.
Stretch	Рівномірне розтягування об'єкта вздовж однієї вісі.
Substitute	Заміна одного об'єкта іншим, наприклад, при розташуванні меблів в інтер'єрі. Використовується для візуалізації двовимірних об'єктів (наприклад імпортованого DWG файла з AutoCAD)
Surface	Створення поверхні на основі сітки сплайнів
Surface Select	Розміщує підоб'єкт NURBS в стек модифікатора, для подальшого виділення та трансформування.
Sweep	Виштовхування двовимірної форми за траєкторією сплайна або NURBS
Symmetry	Створення симетричної моделі. Дає можливість з'єднати вершини вздовж площини симетрії. Ефективно при створенні персонажів, автомобілів, або інших моделей, де використовуються принципи симетрії.
Taper	Загострення. Звужує об'єкт відносно обраної вісі, з врахуванням кривизни звуження
Tessellate	Ущільнення сітки моделі за рахунок додавання нових граней
Trim/Extend Modifier	Використовується в сплайнах для очищення та з'єднання ліній, що перетинаються
TurboSmooth	Згладжує обраний об'єкт.
Turn to gPoly	Конвертує об'єкт в hardware mesh (формат апаратної сітки), який оптимізує об'єкт в

	середовищі 3Ds max. Використовується для високополігональних моделей.
Turn To Mesh	Застосовує модифікатори, які використовувались раніше (ніби конвертуючи в Mesh), дозволяючи застосувати нові модифікатори одразу до всього Mesh об'єкта.
Turn To Patch	Застосовує модифікатори, які використовувались раніше (ніби конвертуючи в Patch), дозволяючи застосувати нові модифікатори одразу до всього Patch об'єкта.
Turn To Poly	Застосовує модифікатори, які використовувались раніше (ніби конвертуючи в Poly), дозволяючи застосувати нові модифікатори одразу до всього Poly об'єкту.
Twist	Створює ефект закручування моделі вздовж однієї вісі.
UVW Mapping	Група модифікаторів, що надає можливість для об'єкта редагування застосування карт, текстур, їх координат та інших властивостей.
Vertex Weld	Об'єднує всі вершини на вказаній відстані в одну вершину.
VertexPaint	Дозволяє надавати колір вершинам для подальшого виділення та редагування.
Volume Select	Дозволяє обрати вершини та грані для передачі інформації про застосовані модифікатори іншому об'єкту.
Wave	Деформує об'єкт, створюючи ефект хвилі, або комбінації декількох хвиль.
XForm	(Скорочення від Transform). Дозволяє застосовувати трансформування об'єкта Move, Rotate, Scale. Увімкнувши рівень підоб'єктів можна перемішувати, повертати та масштабувати об'єкт. При виключенні діє модифікатора об'єкт повертається вихідний стан.