

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Кафедра комп'ютерної інженерії



## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

### ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему *Анімація персонажа у місті майбутнього*

---

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

---

Здобувача Войчика Я.В.

(прізвище, ініціали)

4 курсу 542 групи

Керівники: к.т.н., ст. викл. Ненов О.Л.

(посада, прізвище та ініціали)

асист. Колумба І.В.

(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: \_\_\_\_\_

(посада, прізвище та ініціали)

д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.

(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захист**

Рішення кафедри від 10.06 2023 р., протокол № 8

Завідувач кафедри комп. інженерії \_\_\_\_\_ Сергій АРТЕМЕНКО  
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 2023 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту  
Кафедра комп'ютерної інженерії  
Ступінь вищої освіти бакалавр  
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Освітня програма Розробка ігор та інтерактивних медіа у віртуальній реальності

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії  
Сергій АРТЕМЕНКО  
« 10 » серпня 2022 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

*Войчика Ярослава Вікторовича*

1. Тема роботи Анімація персонажа у місті майбутнього

Затверджена наказом університету від « 10 » серпня 2022р., наказ № 440-03

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи 5 червня 2023 р.

3. Вихідні дані роботи

1. 3D-редактор Autodesk Maya. 2. Редактор Adobe After Effects.

3. MS PowerPoint. 4. MS. Word. 5. Adobe Mixamo. 6. Time Editor.

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Вступ. 2. Дослідження предметної області. 3. Визначення технології анімації

4. Створення персонажа. 5. Створення анімації.

6. Економічні розрахунки. 7. Охорона праці. 8. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Слайд 1. Вступ. Слайд 2. Мета роботи, об'єкт та предмет дослідження. Слайд 3. Вибір програмного забезпечення. Слайд 4. Планування сцени. Слайд 5. Текстурування.

Слайд 6. Створення скелету Персонажа. Слайд 7. Редактори анімаційних кліпів.

Слайд 8. Анімація персонажа. Слайд 9. Економічні розрахунки. Слайд 10. Висновки

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>	<i>Басюркіна Н.Й., д.е.н., проф.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Колумба І.В., асист.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Жуковецька С.Л., ст.викл.</i>		

7. Дата видачі завдання 30.09.2022

Керівники \_\_\_\_\_ *Ірина КОЛУМБА*

\_\_\_\_\_ *Олексій НСНОВ*

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ *Ярослав ВОЙЧИК*

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Дослідження предметної області</i>	<i>28.11.2022</i>	
2.	<i>Визначення технології анімації</i>	<i>28.12.2022</i>	
3.	<i>Створення персонажа</i>	<i>19.01.2023</i>	
4.	<i>Створення анімації</i>	<i>03.03.2023</i>	
5.	<i>Візуалізація анімації</i>	<i>21.04.2023</i>	
6.	<i>Розробка економічної частини</i>	<i>24.05.2023</i>	
7.	<i>Розробка розділу охорони праці</i>	<i>28.05.2023</i>	
8.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>04.06.2023</i>	

Керівники роботи \_\_\_\_\_

*Ірина КОЛУМБА*

*Олексій НСНОВ*

*Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.*

*Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.*

Здобувач - дипломник \_\_\_\_\_

*Ярослав ВОЙЧИК*

## АНОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена дослідженню та розробці методів створення нелінійної анімації персонажа з використанням інструменту *Time Editor* у редакторі для роботи з *3D Autodesk Maya* та онлайн-сервісі *Adobe Mixamo*. Одним із ключових завдань дослідження є вивчення можливостей комбінування різних анімаційних кліпів з метою створення більш складних та реалістичних рухів персонажа.

Робота включає аналіз основних принципів анімації персонажів, дослідження функціоналу та можливостей інструменту *Time Editor* в *Autodesk Maya* та онлайн-сервісі *Adobe Mixamo*. Для досягнення поставленої мети, виконується створення прототипу алгоритму, який дозволяє нелінійно комбінувати анімаційні кліпи з різних джерел, таких як *Mixamo*, з метою створення більш складних та змінюваних рухів персонажа.

У процесі розробки дипломної роботи проводяться експерименти з використанням інструменту *Time Editor* для комбінування кліпів анімації, досліджуються можливості покращення якості анімації шляхом редагування ключових кадрів та впровадження розширених функцій інструменту. Отримані результати будуть проаналізовані та порівняні з існуючими методами створення анімації персонажів, що дасть можливість оцінити ефективність запропонованого підходу.

## **ANNOTATION**

*The diploma thesis is dedicated to the research and development of methods for creating nonlinear character animation using the Time Editor tool in the 3D editor Autodesk Maya and the online service Adobe Mixamo. One of the key objectives of the research is to explore the possibilities of combining different animation clips to create more complex and realistic character movements.*

*The work includes an analysis of the basic principles of character animation, an investigation of the functionality and capabilities of the Time Editor tool in Autodesk Maya and the online service Adobe Mixamo. To achieve the set goal, a prototype algorithm is developed that allows for nonlinear combination of animation clips from different sources, such as Mixamo, to create more complex and varied character movements.*

*During the development of the diploma thesis, experiments are conducted using the Time Editor tool to combine animation clips, exploring possibilities for improving animation quality through editing keyframes and implementing advanced tool features. The obtained results will be analyzed and compared with existing methods of character animation creation, allowing for an assessment of the effectiveness of the proposed approach.*

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ .....	10
1.1 Історія виникнення анімації. Види анімацій та технологій.....	10
1.2. Особливості розробки сучасних анімаційних персонажів .....	19
1.3. Особливості створення комп'ютерної анімації .....	20
1.4. Сучасні тенденції використання комп'ютерної анімації .....	21
1.5. Огляд програмних засобів для створення комп'ютерної 3D анімації... ..	22
Висновки до першого розділу.....	26
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АНІМАЦІЇ.....	27
2.1. Постановка завдання.....	27
2.2 Розробка пайплайну .....	28
2.3. Розробка сценарію .....	29
2.4 Способи анімації персонажу .....	30
2.5 Технологія нелінійної анімації .....	32
Висновки до другого розділу .....	35
РОЗДІЛ 3 СТВОРЕННЯ ПЕРСОНАЖА.....	36
3.1 Визначення методів та етапів створення персонажу .....	36
3.2 Вибір програмного забезпечення .....	39
3.3 Генерація персонажа.....	42
Висновки до третього розділу .....	45
РОЗДІЛ 4 СТВОРЕННЯ АНІМАЦІЇ.....	46
4.1 Підготовка персонажа до анімації.....	46
4.2 Створення анімацій.....	49
4.3 Підготовка сцени до анімації.....	51
4.3.1 Пошук матеріалів для сцени .....	51
4.3.2 Будування та текстуриг сцени.....	53
4.3.3 Освітлення сцени .....	58

					<b>КРБ.КІ.1.440-03.1.8</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>	<b>Анімація персонажа у місті майбутнього</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Акрушів</b>
Розробив		Ярослав ВОЙЧИК					6	94
Перевірів		Ірина КОЛУМБА						
Рецензент		Марина БУЛЮК						
Нормоконтроль		Світлана ЖУКОВЕЦЬКА						
Затвердив		Сергій АРТЕМЕНКО				<b>гр. КІ-5426, ОНТУ</b>		

4.4 Створення кліпів .....	60
4.5 Створення відеоролику.....	65
Висновки до четвертого розділу.....	67
<b>РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....</b>	<b>68</b>
5.1 Основні завдання організаційно-економічного та маркетингового обґрунтування проєкту .....	68
5.2 Витрати на розробку .....	71
5.3 Визначення науково-технічної ефективності проєкту.....	72
Висновки до п'ятого розділу .....	77
<b>РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>	<b>78</b>
6.1 Основні положення охорони праці .....	78
6.2 Вимоги безпеки при виконанні робіт на робочому місці .....	79
6.3 Мінімальні вимоги безпеки під час роботи з екранними пристроями ...	80
6.4 Правила сидіння за комп'ютером.....	81
6.5 Пожежна безпека при роботі з комп'ютером.....	82
Висновок до шостого розділу .....	85
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>	<b>86</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>87</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>89</b>
Додаток А Кадри анімації .....	89
Додаток Б Графічний матеріал .....	91

## ВСТУП

Востаннє десятиліття показали значний розвиток 3D графіки та 3D анімації, що відкрило безліч нових можливостей в різних сферах, включаючи розваги, мистецтво, науку та дизайн. 3D графіка забезпечує можливість створення тривимірних об'єктів та сцен, які виглядають реалістично та вражаюче.

Основа 3D графіки полягає у використанні системи координат, яка визначає положення, орієнтацію та розміри об'єктів у тривимірному просторі. Ця система дозволяє створювати складні об'єкти з віртуальних точок, ліній та поверхонь. Застосування методів моделювання дозволяє створювати реалістичні форми, текстури та деталі, що переносяться у віртуальне середовище.

Для досягнення реалістичного зображення використовується освітлення. Це включає розрахунок впливу світла на об'єкти, їх тіні, відблиски та інші ефекти, які допомагають зробити зображення більш відтворюваним. Трансформації дозволяють змінювати положення, розмір та форму об'єктів, що дозволяє їм рухатися та змінювати свою структуру відповідно до потреб сцени або анімації.

3D анімація включає рух тривимірних об'єктів в часі, створюючи ефект руху та динаміки. Це досягається за допомогою анімаційних ключів, скелетної анімації, інтерполяції та інших технік. Анімація може бути використана для створення живих персонажів, реалістичних візуалізацій процесів, симуляцій фізики та багатьох інших ефектів.

3D графіка та 3D анімація знайшли своє застосування в багатьох галузях. У кіноіндустрії вони використовуються для створення вражаючих візуальних ефектів, створення анімованих фільмів та віртуальних світів. В індустрії відеоігор 3D графіка та анімація використовуються для створення реалістичних графічних об'єктів, віртуальних світів та емоційно насичених

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

персонажів. У архітектурі 3D графіка допомагає візуалізувати будівельні проекти та створювати вражаючі віртуальні тури. У медицині вона використовується для створення симуляцій операцій, моделювання органів та багато іншого.

Завдяки постійному розвитку технологій та збільшенню потужності обчислювальних пристроїв, 3D графіка та 3D анімація продовжують швидко розвиватися. Нові методи, програми та технології дозволяють створювати ще більш реалістичні та захоплюючі візуальні ефекти. Це робить їх незамінними інструментами для створення непередбачуваних і захоплюючих вражень для глядачів, гравців та користувачів.

Метою дипломної роботи є створення 3D анімації персонажу на основі нелінійної анімації.

Об'єктом дослідження є процес створення 3D анімації персонажу на основі нелінійної анімації.

Предметом дослідження є технології створення 3D анімації персонажу на основі нелінійної анімації.

Завдання:

1. Дослідити процес створення анімації персонажу.
2. Визначити технології та етапи створення персонажу.
3. Дослідити та проаналізувати методи підготовки персонажа до анімації.
4. Дослідити способи та методи тривимірної анімації персонажу.
5. Виявити особливості нелінійного методу анімації.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

# РОЗДІЛ 1

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Історія виникнення анімації. Види анімацій та технологій

Анімація представляє собою процес створення штучного руху в кіно, телебаченні або комп'ютерній графіці шляхом показу послідовності зображень або кадрів з певною частотою, щоб створити враження неперервного сприйняття рухомих образів.

Бельгійський фізик Жозеф Плато, австрійський професор-геометр Симон фон Штампер та інші вчені та винахідники використовували систему дзеркал та джерело світла, таке як ліхтарик, для створення рухомих зображень на екрані шляхом обертання диска або стрічки з малюнками.

30 серпня 1877 року вважається днем народження мальованої анімації, коли Еміль Рено винайшов основи технології створення анімаційних фільмів. Ці технології залишаються актуальними й до сьогодні, включаючи "покадрову зйомку", де малюнки або інші матеріали записуються послідовно для створення враження руху.

Види анімацій

Графічна

Графічна анімація — це процес створення руху з використанням комп'ютерної графіки. Вона включає в себе різні типи анімації, такі як 2D та 3D анімація, *motion graphics*, спецефекти та багато іншого. Приклад: Графічна 2D та 3D анімація (рис. 1.1).

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



Рис. 1.1 – Графічна 2D та 3D анімація

У графічній анімації використовуються комп'ютерні програми та технології для створення об'єктів, що рухаються, анімаційних переходів та ілюзії глибини. Графічна анімація може використовуватися для створення анімаційних фільмів, відеоігор, рекламних роликів, відеокліпів та інших медіа-контенту.

### Пластилінова

Пластилінова анімація (також відома як "клейова анімація" або "стоп-моушн анімація") — це вид створення анімаційного фільму, в якому зображення створюються за допомогою пластиліну або інших матеріалів, таких як глина, пластилін, воск або силікон (рис. 1.2).



Рис. 1.2 – Пластилінова анімація за мотивами гуцульської казки «Злидні»

Для створення пластилінової анімації необхідно створити серію кадрів зі зміненими позиціями об'єктів, а потім поєднати їх разом в один потік, щоб створити враження руху. Кожен кадр створюється вручну, ретельно моделюючи кожен об'єкт та змінюючи його позицію на місці, поки не досягнуто бажаного ефекту руху.

### Лялькова

Лялькова анімація - це вид анімації, в якому для створення зображень використовуються ляльки та інші рухомі фігури. Лялькова анімація може бути створена з використанням різних матеріалів та технологій, таких як дерево, пап'є-маше, тканини, силікон та інші (рис. 1.3.).



Рис. 1.3 – Мультфільм Coraline

Створення лялькової анімації полягає в створенні послідовності кадрів, які захоплюють зміну позицій та виразів об'єктів на екрані. Кожен кадр фіксується окремо, а потім об'єднується разом з іншими кадрами, щоб створити ефект руху.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

### Сипка анімація

Сипка анімація — це вид анімації, в якому зображення створюються на піску або іншому різноманітному матеріалі, наприклад, солі, барвниках, зернах кави (рис. 1.4.).



Рис. 1.4 – Пісочна анімація

Сипка анімація зазвичай виконується на плоскій поверхні, такій як скляна площина або стіл. Аніматор використовує руки або інструменти, щоб створити зображення, рухаючи пісок або інші матеріали відповідно до сценарію або музики.

### Тіньова анімація

Тіньова анімація — це техніка анімації, яка використовує тіні, створені об'єктами, які знаходяться під джерелом світла, для створення зображення. Ця техніка була популярна на початку 20-го століття і використовувалася для створення коротких анімаційних фільмів (рис. 1.5.).

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

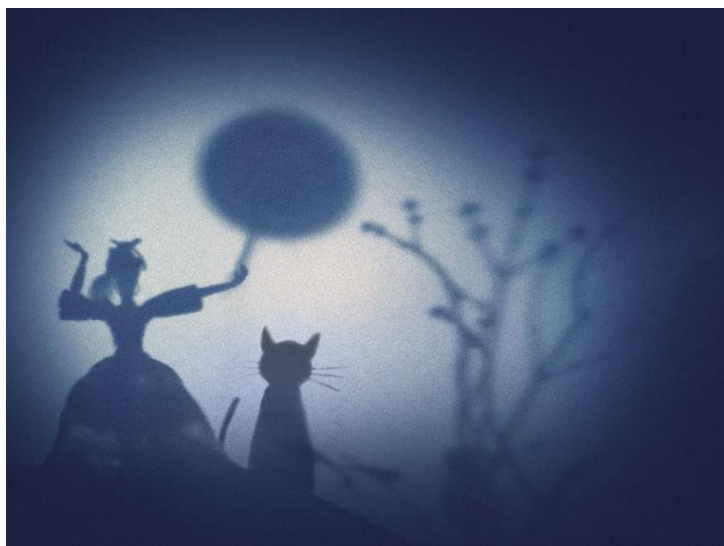


Рис. 1.5 – Тіньова анімація

Для створення тіньової анімації аніматор використовує тонкі вирізані об'єкти з паперу або інших матеріалів, які розміщуються на дерев'яних або металевих штифтах. Ці об'єкти рухаються під джерелом світла на площині перед тло-екраном, тим самим створюючи тіні на екрані, які утворюють зображення.

#### Комп'ютерна анімація

Комп'ютерна анімація — це технологія створення анімаційних фільмів за допомогою комп'ютерів. Це може включати в себе використання різних програмного забезпечення для створення і редагування анімаційних об'єктів, а також комп'ютерну графіку та 3D-модельовання (рис. 1.6.).



Рис. 1.6 – Комп'ютерна анімація

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Існує кілька різних технік комп'ютерної анімації. Наприклад, 2D-комп'ютерна анімація використовується для створення двовірних анімаційних фільмів, таких як мультфільми. 3D-комп'ютерна анімація використовується для створення більш складних анімаційних об'єктів, таких як тривимірні персонажі, об'єкти та середовища.

Комп'ютерна анімація є дуже популярною в сучасному світі. Її використовують у великій кількості різних відомств, таких як кіноіндустрія, телебачення, відеоігри та веб-дизайн.

### 2D та 3D

2D анімація — це техніка анімації, при якій створюються рухомі зображення на плоскій поверхні. 2D анімація може бути створена за допомогою ручного малювання кожного кадру, або за допомогою комп'ютерних програм, які дозволяють створювати рухомі зображення шляхом переміщення та зміни розміру графічних елементів (рис. 1.7.).

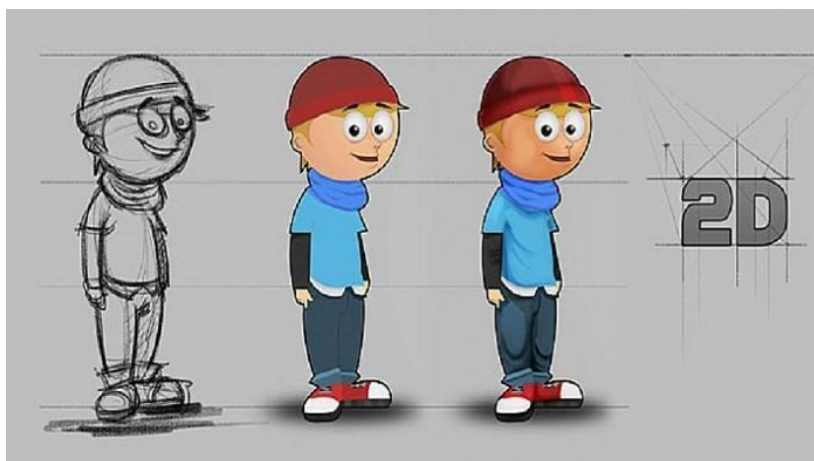


Рис 1.7 – 2D анімація

3D анімація — це техніка анімації, при якій створюються рухомі зображення в тривимірному просторі. Вона використовується для створення реалістичних анімаційних об'єктів та сцен, які можуть бути використані в кіно, відеоіграх, рекламі та інших візуальних ефектах. 3D анімація вимагає використання спеціального програмного забезпечення та знання в галузі

комп'ютерної графіки та моделювання (рис. 1.8).

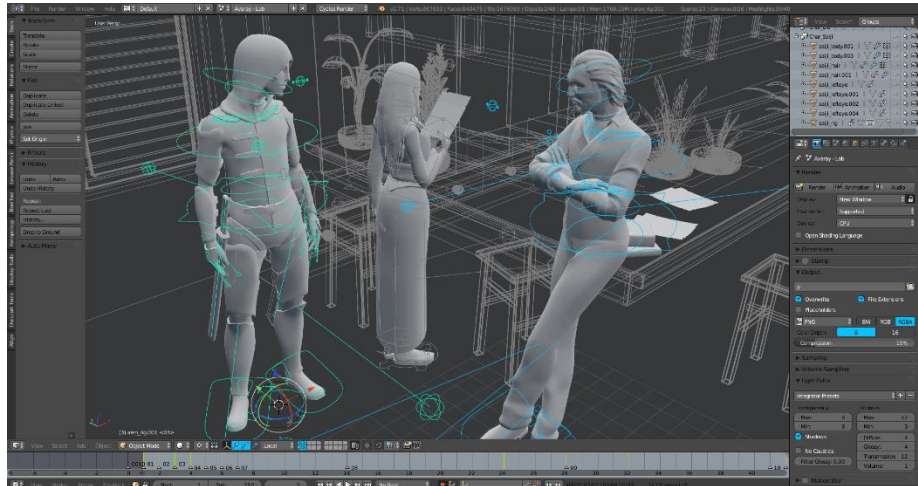


Рис. 1.8 – Процес створення 3D анімації у програмі *Blender*

### Види технологій

За методом анімування:

Технологія покадрової анімації включає малювання кожного кадру окремо.

Технологія "Ключових кадрів" передбачає створення лише "ключових" кадрів, а між ними "проміжні кадри" генеруються автоматично.

Технологія "Захоплення руху" використовує реальні дії живих істот або неживих об'єктів, до яких прикріплені датчики, що фіксують їх рух і передають дані до комп'ютера. Ця технологія є відносно новою.

За типом змінюваних параметрів об'єктів:

Технології руху дозволяють передавати рух об'єкта або його складових частин.

Технології "Морфінгу" використовуються для зміни форми об'єкта, часто застосовуються для перетворення одного об'єкта в інший.

Анімація кольору включає трансформацію забарвлення об'єкта.

Процес комп'ютерної анімації

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## Анімація по ключовим кадрам

Аніматор відповідає за розстановку ключових кадрів, тоді як проміжні кадри створюються за допомогою спеціальної програми.

## Запис руху

Для створення анімації із реальних рухаючихся об'єктів використовується спеціальне обладнання, яке записує дані про їх рухи і передає ці дані до комп'ютера для подальшої обробки і імітації. Один з поширених прикладів такої техніки називається "*Motion capture*" або "захоплення рухів".

## Процедурна анімація

Процедурна анімація — це метод створення анімації, в якому комп'ютер розраховує або генерує рухи об'єктів. Вона може бути використана повністю або частково, спираючись на розрахунки та імітацію. Види процедурної анімації:

1. Симуляція фізичної взаємодії твердих тіл: Комп'ютерні алгоритми розраховують рухи твердих тіл на основі фізичних законів, що дозволяє створювати реалістичні сцени зі зіткненнями, ударом і т.д.

2. Імітація руху систем частинок, рідин і газів: Комп'ютер створює рухи системи частинок, рідини або газу, використовуючи фізичні моделі імітації. Це дозволяє створювати ефекти, такі як вогонь, дим, рух води тощо.

3. Імітація взаємодії м'яких тіл: Цей вид процедурної анімації займається імітацією руху м'яких тіл, таких як тканина або волосся. Комп'ютерні алгоритми дозволяють створювати реалістичні анімації згинання, розтягування, хвилювання тощо.

4. Розрахунок руху ієрархії структури зв'язків (скелета персонажа) під зовнішнім впливом (*Ragdoll*): Цей метод використовується для створення реалістичної анімації персонажів. Комп'ютер розраховує рухи скелетної структури персонажа на основі зовнішніх сил, що дозволяє симулювати падіння, травмування та інші рухи.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

5. Імітація автономного руху персонажа: Цей вид процедурної анімації передбачає розрахунок руху персонажа без прямого контролю аніматора. Програми, такі як *Euphoria*, використовують алгоритми, що дозволяють персонажу самостійно приймати рішення про рух, взаємодію з оточенням і інші дії, що створюють більш реалістичний вигляд анімації.

Процедурна анімація дозволяє автоматизувати процес створення анімації, забезпечуючи реалістичні рухи і ефекти, що доповнюють роботу аніматора.

#### Програмована анімація

Програмована анімація використовує програмні мови, такі як *JavaScript* і *ActionScript*, для створення анімаційних ефектів. Ось деякі важливі аспекти програмованої анімації:

1. *JavaScript*: *JavaScript* є мовою програмування, яка широко використовується для створення анімацій в браузерях. Використовуючи бібліотеки, такі як *jQuery* або більш потужні фреймворки, такі як *React* або *Angular*, можна створювати складні анімаційні ефекти, взаємодіючи з *DOM*-елементами на веб-сторінках.

2. *ActionScript*: *ActionScript* є мовою програмування, яка використовується для розробки додатків і анімацій в середовищі *Flash*. За допомогою *ActionScript* можна створювати інтерактивні анімаційні ефекти, ігри та багато іншого в рамках платформи *Flash*.

Перевагою програмованої анімації є зменшення розміру вихідного файлу, оскільки анімаційні ефекти можуть бути створені за допомогою скриптів або програмного коду, а не застосовуючи велику кількість відео- або графічних файлів. Це дозволяє зменшити час завантаження сторінки та об'єм передаваних даних.

## 1.2. Особливості розробки сучасних анімаційних персонажів

Комп'ютерна анімація може створювати персонажів різних типів — людей, тварин, рослин, природних явищ, антропоморфних об'єктів та навіть неживих предметів. Глядачі зазвичай більше зацікавлені в істотах, які схожі на людину за поведінкою та вчинками. Існує два типи персонажів - типові персонажі, які взяті з реального життя та ірреальні персонажі, створені за уявою автора. Типізація персонажа робить його зрозумілим і пізнаваним для глядача, а зовнішні ознаки дозволяють уявити образ персонажа. Більшість персонажів будуються на основі стійких стереотипів, які сприймаються однаково більшістю глядачів, але персонажі, які порушують стереотип, викликають цікавість та бажання досліджувати їх краще. Використання стереотипів може допомогти глядачам краще розуміти персонажа.

Дизайн персонажа є суб'єктивним і може передати характер персонажа за допомогою геометричної форми, кольору та пропорцій.

Сучасні анімаційні студії, такі як *Disney Studios*, *Illumination Entertainment* та *DreamWorks Pictures*, створюють позитивних персонажів, які відрізняються яскравими та широкими за спектром кольорами. Наприклад, персонажі з анімаційної стрічки «Бридкий Я» використовують чисті та яскраві кольори, щоб передати свій позитивний характер.

Геометрична форма символізує характер та особливості персонажа, допомагаючи глядачу розуміти їх підсвідомо. "Позитивні" персонажі мають більш округлі форми, наближені до кола або еліпсу, тоді як "негативні" мають гострі кути та форму вписану в трикутник. Пропорції персонажів також мають значення, особливо якщо персонажі використовують свої руки для рухів. Анімаційні персонажі можуть мати карикатурний вигляд, що допомагає виділити важливі риси їх образу.

При створенні дизайну персонажу важливо враховувати тип ліній, які використовуються. Прямі та жорсткі лінії зазвичай асоціюються з

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

персонажами з твердим та холодним характером. Однак, за допомогою м'яких округлих форм можна збалансувати цей ефект і створити персонажа з позитивним та м'яким характером. Використання плавних ліній також сприяє відчуттю доброти та природності у дизайні персонажа.

### 1.3. Особливості створення комп'ютерної анімації

Комп'ютерна анімація – це процес створення анімаційних відеороликів за допомогою комп'ютерних програм та технологій. Цей процес включає в себе створення 3D-моделей персонажів, об'єктів, розробку сценаріїв, анімаційну зйомку, обробку та монтаж матеріалу.

Однією з основних особливостей створення комп'ютерної анімації є використання спеціальних програм для створення 3D-моделей. Ці програми дозволяють створювати детальні та реалістичні моделі об'єктів та персонажів з високою деталізацією.

Ще однією важливою складовою процесу створення комп'ютерної анімації є розробка сценаріїв. Для успішного створення відеоролика необхідно мати чіткий сюжет, розвиток дії та хорошу структуру.

Окрім цього, важливо враховувати особливості анімаційної зйомки. Для створення реалістичних рухів персонажів необхідно використовувати різноманітні анімаційні техніки, такі як ключові кадри, інтерполяцію, ієрархічні структури.

Останньою важливою складовою створення комп'ютерної анімації є обробка та монтаж матеріалу. Після анімаційної зйомки необхідно обробити та відредагувати матеріал, додати звукові ефекти та музику, щоб створити повноцінний відеоролик.

Загалом, створення комп'ютерної анімації є складним та творчим процесом, який вимагає багато часу та знань з різних галузей.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## 1.4. Сучасні тенденції використання комп'ютерної анімації

За останні роки технології анімації значно розвинулися, що відкрило багато нових можливостей для її використання.

### Реклама

Анімація дозволяє створювати візуально привабливі та динамічні рекламні матеріали. Вона дозволяє створювати рекламу, яка може викликати емоції у глядачів та допомагати рекламодавцям передати своє повідомлення. Більше того, анімація дозволяє створювати продукти, які не мають аналогів в реальному світі.

### Освіта

Анімація може бути дуже корисною для освіти. Завдяки анімації можна створювати візуально привабливі та зрозумілі пояснювальні матеріали, які допомагають учням легше зрозуміти складні концепції та процеси. Крім того, анімаційні відео можуть бути дуже цікавим та захоплюючим способом навчання.

### Розваги

Анімація є важливою частиною розваг та розважальних заходів. Вона дозволяє створювати анімаційні фільми, мультфільми, відеоігри та інші розважальні матеріали, які здатні захопити глядачів та гравців своєю динамікою та візуальністю. Більше того, анімація дозволяє створювати світи та персонажів, які не мають обмежень, що дозволяє розширити можливості для розваг.

### 3D-моделювання

Одна з найбільших тенденцій в анімації зараз – це 3D-моделювання. Багато анімаційних студій використовують цю технологію, щоб створювати реалістичні персонажів, тварин і об'єкти. 3D-моделювання також дозволяє створювати складні сцени з багатьма об'єктами та персонажами.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

### Ручна анімація

Інша популярна тенденція в анімації – це ручна анімація. Це означає, що кожен кадр анімації малюється вручну. Хоча цей процес дуже часовий затратний, результат може бути дуже прекрасним та надзвичайно творчим.

### Комп'ютерна анімація

Комп'ютерна анімація є однією з найдавніших форм анімації, яка все ще є популярною. Це означає, що кожен кадр створюється на комп'ютері, використовуючи спеціальне програмне забезпечення. Комп'ютерна анімація дозволяє створювати складні сцени з багатьма об'єктами та персонажами.

### Розширена реальність

Розширена реальність (*Augmented Reality, AR*) – це технологія, що дозволяє додавати віртуальний контент до реального світу. Комп'ютерна анімація використовується для створення віртуальних об'єктів та ефектів, які можуть взаємодіяти з реальними об'єктами.

### Візуалізація

Візуалізація даних - комп'ютерна анімація використовується для створення візуальних представлень даних та інформації. Це може бути корисно в бізнесі, науці та освіті.

Архітектура та дизайн – комп'ютерна анімація використовується для візуалізації проектів архітектури та дизайну, що дозволяє клієнтам краще розуміти та оцінювати проекти перед їх втіленням у реальному світі.

## **1.5. Огляд програмних засобів для створення комп'ютерної 3D анімації**

Існує безліч програмних засобів для створення комп'ютерної 3D анімації, кожен з яких має свої особливості і можливості.

1. *Blender*: Це безкоштовний і відкритий програмний засіб, який надає повний набір інструментів для моделювання, анімації, рендерингу і

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

композитингу. *Blender* має потужну систему вузлів для створення матеріалів і ефектів, а також підтримує симуляцію фізики. Він підтримує різні формати файлів і має активну спільноту користувачів (рис. 1.9).



Рис. 1.9 – Інтерфейс програми *Blender*

2. *Autodesk Maya*: Це одна з найпопулярніших програм для створення 3D анімації в індустрії розваг. Вона пропонує широкий спектр інструментів для моделювання, анімації, рендерингу і симуляції. *Maya* є потужним і гнучким рішенням, яке використовується для створення анімації в кіно, відеоіграх та інших проектах (рис. 1.10).

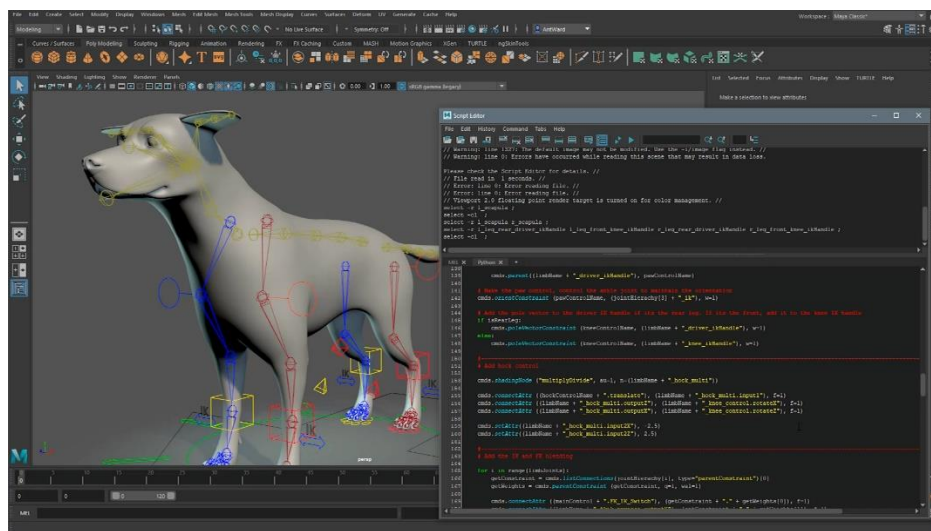


Рис 1.10 – Інтерфейс програми *Autodesk Maya*

3. *Cinema 4D*: Ця програма від *Maxon* є популярним вибором для створення 3D графіки і анімації. Вона має дружній інтерфейс і пропонує широкі можливості для моделювання, анімації, рендерингу і симуляції.

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.КІ.1.440-03.1.8	



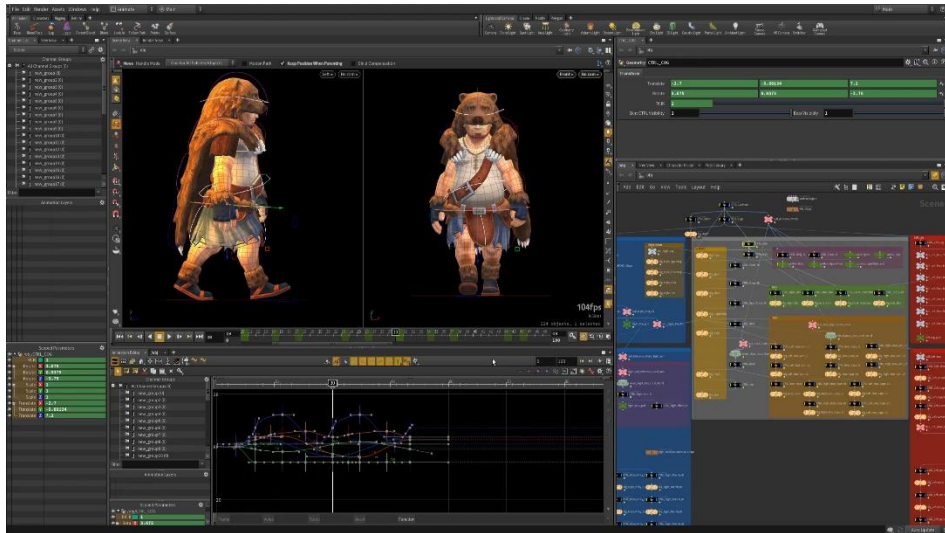


Рис. 1.13 – Інтерфейс програми Houdini

6. *Unity*: *Unity* є однією з найпоширеніших інтегрованих середовищ для розробки ігор і включає в себе потужний інструментарій для створення 3D анімації. *Unity* надає вам зручні інструменти для моделювання, анімації, освітлення, фізики та інших аспектів гри. Він підтримує багато платформ, включаючи ПК, консолі, мобільні пристрої і віртуальну реальність (рис. 1.14.).

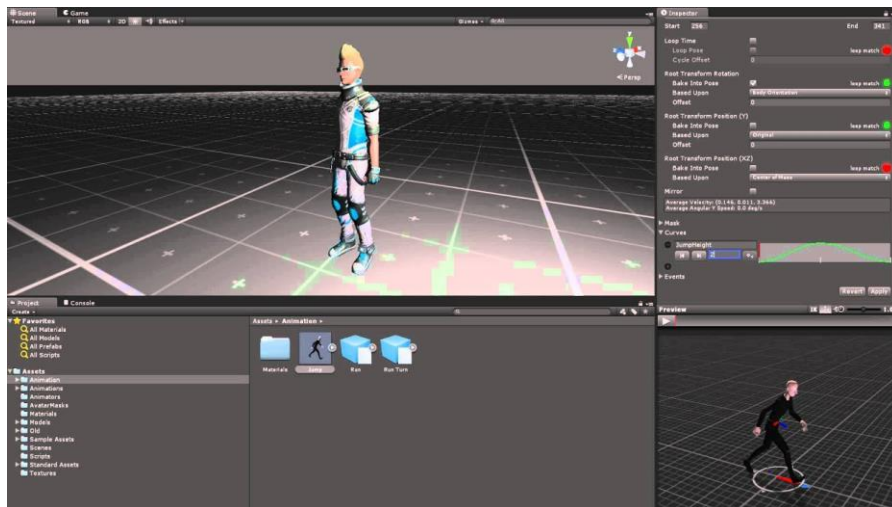


Рис. 1.14 – Інтерфейс програми Unity

7. *Unreal Engine*: *Unreal Engine* є іншим потужним двигуном для створення 3D анімації, розробленим компанією *Epic Games*. Він пропонує високоякісну графіку, потужну систему фізики та широкі можливості для створення ігор, віртуальної реальності та архітектурної візуалізації. *Unreal Engine* також має безкоштовну версію для некомерційного використання (рис. 1.15.).



## РОЗДІЛ 2

### ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АНІМАЦІЇ

#### 2.1. Постановка завдання

Метою написання дипломної роботи є створення анімації персонажа, який буде анімуватися на фоні міста майбутнього. Основні програми, які будуть використовуватися для створення моделі персонажу та анімації — *Maya* від компанії *Autodesk* та онлайн-сервіс *Adobe Mixamo*.

Назва дипломної роботи: "Створення анімації персонажа на фоні міста майбутнього"

Завдання дипломної роботи:

1. Дослідити основні принципи анімації та методи створення моделі персонажа.
2. Вивчити основні можливості та функціонал програми *Maya* від компанії *Autodesk* для створення моделі персонажа та анімації.
3. Вивчити функціонал та процес роботи з онлайн-сервісом *Adobe Mixamo* для створення анімаційних рухів персонажа.
4. Створити модель персонажа за допомогою програми *Maya* або використовуючи спеціальні сервіси з готовими моделями, забезпечивши детальну проробку текстур, форми та рухової анімації.
5. Провести анімацію персонажа з використанням різних рухів та ефектів в онлайн-сервісі *Adobe Mixamo*.
6. Створити фон міста майбутнього, використовуючи комп'ютерне моделювання та рендеринг.
7. Інтегрувати анімацію персонажа на фоні міста майбутнього, забезпечивши взаємодію персонажа з оточенням, використовуючи вбудований редактор *Time Editor*.
8. Провести тестування та налагодження анімаційного процесу для досягнення максимальної якості та реалістичності візуального виконання.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

9. Провести аналіз результатів роботи, оцінити ефективність використаних програм та сервісів, а також якість створеної анімації персонажа.

## 2.2 Розробка пайплайну

3D анімація є складним та творчим процесом, який вимагає ретельного планування та ефективно організації роботи. Один з важливих аспектів розробки 3D анімації - це розробка пайплайну, тобто послідовності кроків та процедур, які виконуються для створення високоякісної анімації.

### 1. Пре-візуалізація (*Previsualization*)

Пре-візуалізація включає створення простих блок-схем або анімованих переказів для визначення композиції, камерних кутів, рухів персонажів та загальної хронології подій.

### 2. Моделювання (*Modeling*)

Моделювання використовується для створення тривимірних моделей персонажів, об'єктів та оточення з використанням програмного забезпечення, такого як *Autodesk Maya* або *Blender*.

### 3. Риггінг (*Rigging*)

Риггінг включає створення скелетної структури для моделей персонажів, що дозволяє контролювати їх рухи за допомогою кісток, суглобів та контрольних точок.

### Анімація (*Animation*)

Анімація надає життя персонажам та об'єктам шляхом створення ключових кадрів, інтерполяції між ними та налаштування взаємодії між елементами сцени.

### 4. Освітлення (*Lighting*)

Освітлення створює настрій та атмосферу сцени за допомогою різних типів освітлення, таких як точкове, напрямне або розсіяне.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

## 5. Рендеринг (*Rendering*)

Рендеринг включає обчислення та створення фінального візуального зображення або відео з анімаційної сцени з використанням потужних обчислювальних ресурсів.

## 6. Пост-продакшн (*Post-production*)

Пост-продакшн включає редагування та обробку відео, додавання спеціальних ефектів, коригування колірної гами, а також додавання звукових ефектів та музики для створення готового анімаційного фільму або відео.

### 2.3. Розробка сценарію

У місті майбутнього живе головний герой Джексон, виконавець угруповання "*Night wolf*". Він має особливі протези, які надають йому неймовірну силу та можливості. Але його протези привертають увагу ворогів, і починається полювання на Джексона. Вороги розуміють, що ці протези — джерело його сил. Під час виконання чергового завдання Джексон натрапляє на дуже серйозне угруповання. Джексон розуміє, що попри всю свою силу та міць, одному йому справлятися буде непросто. Тому він вирішив відступити для того щоб зв'язатися з підкріпленням. Тікаючи від великої кількості ворогів, він помічає невелику вуличку, зайшовши на яку можна сховатися. Але там його очікували інші вороги. Джексону не залишалося нічого як прийняти бій та дати відсіч своїм ворогам. Він використовує свої навички та протези, щоб вижити. Тому вступає у бій без усіляких думок та ідей. Розпочинається битва, де Джексон зіштовхується з супер солдатами та використовує свою силу для перемоги. В результаті, він розкриває слабкі місця ворогів, перемагає їх і повертається до угруповання "*Night wolf*" з новою інформацією.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

## 2.4 Способи анімації персонажу

Анімація 3D персонажа — це процес надання життя комп'ютерній моделі, рухів і виразів обличчя, щоб створити реалістичний імідж. Існує кілька способів анімації 3D персонажів, які використовуються в індустрії комп'ютерної графіки і кіно:

1. Ключові кадри (*Keyframe Animation*): Цей метод вимагає встановлення ключових кадрів, що представляють початкову та кінцеву позиції, орієнтацію та вирази обличчя персонажа. Спеціаліст розробляє ключові кадри, а потім програмне забезпечення заповнює проміжні кадри для створення плавного переходу між ними (рис. 2.1.).

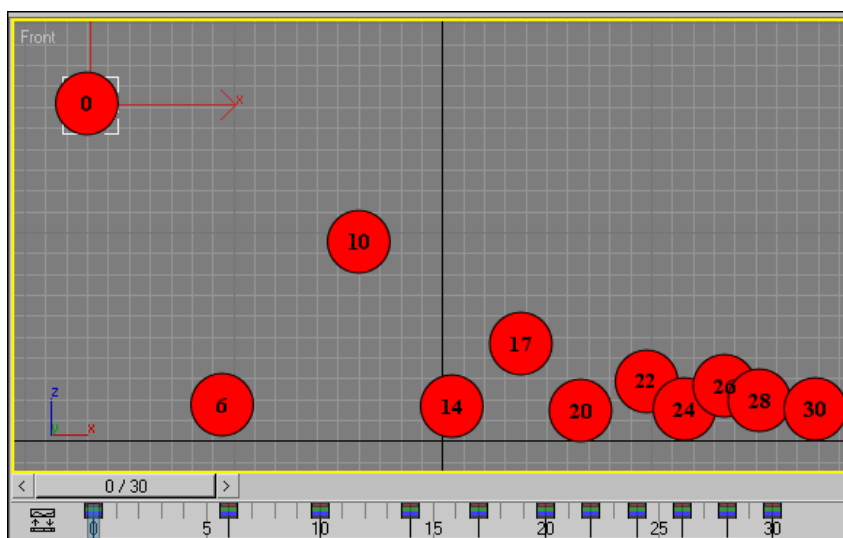


Рис. 2.1 — Анімація по ключовим кадрам

2. Запис руху (*Motion Capture*): Цей метод використовує спеціальні пристрої, що фіксують рухи актора, інтерполуючи їх на 3D модель персонажа. За допомогою системи запису руху можна забезпечити натуральну анімацію, оскільки вона базується на реальних людських рухах (рис. 2.2.).



Рис. 2.2 — Приклад анімації з використанням *Motion Capture*

3. Ручне моделювання (*Hand Keying*): Цей метод вимагає ручного введення кожного кадру анімації персонажа. Вручну визначаються рухи, позиції та вирази обличчя персонажа в кожному кадрі. Цей підхід дає аніматору повний контроль над кожним аспектом анімації, але вимагає багато часу та зусиль.

4. Процедурна анімація (*Procedural Animation*): Цей підхід базується на використанні алгоритмів та правил для створення реалістичних рухів персонажа. Наприклад, анімація ходьби може бути створена за допомогою математичних формул, які враховують фізичні властивості тіла.

5. Симуляція фізики (*Physics Simulation*): Цей метод використовує моделі фізики для анімації персонажа. Фізичні властивості, такі як гравітація, тертя та інерція, використовуються для створення реалістичних рухів персонажа.

6. Комп'ютерне програмування: Цей підхід полягає в програмуванні рухів персонажів за допомогою скриптів або коду. Зазвичай використовуються спеціалізовані движки або середовища розробки ігор, такі як *Unity* або *Unreal Engine*, щоб створити логіку руху персонажа. Цей метод може бути корисним для розробки складних алгоритмів руху або інтерактивних сценаріїв.

7. Нелінійна анімація (*Nonlinear Animation*) — це підхід до анімації, де аніматор може керувати та змінювати послідовність анімаційних кадрів незалежно від їхнього порядку. Це дозволяє вільно маніпулювати

анімаційними даними, редагувати, переміщати, комбінувати та повторно використовувати їх для створення складних анімаційних сцен.

Основною перевагою нелінійної анімації є гнучкість та швидкість редагування анімаційних сцен. Можна легко змінювати часові рамки, порядок подій, зміщувати ключові кадри, додавати ефекти затримки або прискорення, що дозволяє швидко експериментувати з різними варіантами анімації та забезпечує більшу творчу свободу дій.

Для реалізації нелінійної анімації використовуються спеціалізовані програми для комп'ютерної анімації, такі як *Autodesk Maya*, *Blender*, або *Adobe After Effects*.

Застосування нелінійної анімації може бути корисним у випадках, коли необхідно відтворити різні варіації анімації, змінювати рухи персонажа або адаптувати анімаційну сцену під різні контексти.

Кожен з цих методів має свої переваги та використовується в різних випадках. Нелінійна анімація, зокрема, надає більшу гнучкість та швидкість редагування анімаційних сцен і може бути корисною в розробці складних анімаційних проектів.

## 2.5 Технологія нелінійної анімації

Технологія нелінійної анімації — це метод створення анімаційного контенту, який відрізняється від традиційних лінійних методів. У традиційній лінійній анімації анімаційний процес складається з послідовного створення кадрів, де кожен кадр є поступовим рухом об'єктів від початкового положення до кінцевого.

Нелінійна анімація, у свою чергу, використовує інші підходи до створення анімаційного контенту. Вона базується на використанні комп'ютерних програм, що дозволяють створювати складні рухи об'єктів шляхом встановлення ключових кадрів, а потім автоматично обчислюють проміжні кадри між ними.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



різноманітні анімаційні ефекти та переходи.

Основні функції *Time Editor* включають:

1. Створення та редагування кліпів (*clips*): *Time Editor* дозволяє створювати кліпи, які представляють анімаційні секції або поведінку об'єктів. Кліпи можуть бути перенесені, змінені у розмірі, масштабовані та змінені в часі.

2. Розкладка кліпів на часовій шкалі: *Time Editor* надає інтерфейс для організації кліпів на часовій шкалі. Можна відредагувати розташування кліпів, змінити їх тривалість та порядок, щоб створити бажану анімаційну послідовність.

3. Зміна ключових кадрів: *Time Editor* дозволяє змінювати значення ключових кадрів безпосередньо на часовій шкалі. Це дає змогу швидко коригувати анімацію та робити зміни у реальному часі.

4. Міксування та злиття кліпів: *Time Editor* дозволяє міксувати різні кліпи разом, створюючи плавні переходи між ними. Це дозволяє створювати складні анімаційні композиції та переходи.

5. Управління часовими шкалами: *Time Editor* дає можливість а створювати та керувати різними часовими шкалами для різних аспектів анімації. Це дозволяє налаштовувати швидкість анімації, робити уповільнення або прискорення, а також створювати циклічні анімації.

*Time Editor* є потужним інструментом, який допомагає ефективно створювати, керувати та редагувати складні анімаційні сценарії. Він надає багато функціональних можливостей для роботи з часовою шкалою та ключовими кадрами, що сприяє швидкому та точному процесу створення анімації.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

## Висновки до другого розділу

У цьому розділі розроблено технічне завдання та сформований сценарій анімації. Описаний процес розробки анімації. Проаналізовані способи анімацій та їх використання у різних галузях. Розглянута технологія нелінійної анімації, яка буде використовуватися у проекті.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## РОЗДІЛ 3

### СТВОРЕННЯ ПЕРСОНАЖА

#### 3.1 Визначення методів та етапів створення персонажу

У сучасному світі, зростаючі вимоги до візуального контенту, особливо в галузі комп'ютерних ігор, анімації та віртуальної реальності, вимагають створення високоякісних 3D персонажів. Створення таких персонажів є складним та трудомістким процесом, що потребує високої кваліфікації та технологічного обладнання. Однак, існують проблеми та виклики, пов'язані з ефективністю та реалістичністю створених 3D персонажів, що потребують подальшого дослідження та розв'язання.

Основні підходи до моделювання, що відрізняються способом створення обсягу.

##### Полігональне

Цей метод моделювання, відомий як класичне моделювання, ґрунтується на ручному введенні координат  $X$ ,  $Y$  та  $Z$  для визначення ключових точок у тривимірному просторі. Потім ці точки з'єднуються відрізками, утворюючи ребра багатокутників (полігонів). Полігони можуть мати різну форму, колір та текстуру. Поєднуючи ці площини, можна створити будь-який об'єкт.

Однак, цей метод має свою особливість, яку слід враховувати. Щоб уникнути видимості окремих граней багатокутників і надати об'єкту більш реалістичного вигляду, необхідно використовувати велику кількість дрібних полігонів. Однак, якщо немає потреби у збільшенні масштабу об'єкта, можна використовувати меншу кількість полігонів.

##### Сплайнове

У даному підході моделюються криві, які визначають поверхню об'єкта. Спочатку створюється сплайнова сітка, яка визначає каркас моделі, а потім ця сітка заповнюється поверхнею, що охоплює цей каркас.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Цей метод моделювання є ідеальним для створення складних об'єктів без видимих граней. Він часто застосовується для моделювання автомобілів або 3D-персонажів у мультфільмах, таких як тварини, люди чи фантастичні істоти. Цей підхід дозволяє отримати більш органічні й плавні форми, що наближаються до реального світу.

#### Скульптинг

Цей відносно новий підхід до моделювання є скульптурним моделюванням, де маніпуляції з віртуальним об'єктом нагадують роботу скульптора з пластичним матеріалом. Під час створення об'єкта можна стискати, тягнути, скручувати та деформувати віртуальний матеріал.

Інструменти, що використовуються для скульптурного моделювання, дозволяють деформувати полігональні поверхні, роблячи їх опуклими або увігнутими, подібно до роботи з металом. Існують різні інструменти, які забезпечують різноманітні методи деформації моделей. Об'ємність моделі залежить від використаного піксельного зображення.

#### Етапи створення 3D персонажу

У 3D-моделюванні для створення різних об'єктів використовуються як поживлені персонажі (люди, казкові істоти, тварини), так і неживі предмети (рослини, роботи, електронні пристрої, меблі та ін.). Сучасні можливості тривимірної графіки та анімації відкривають широкий спектр варіантів для створення різноманітних об'єктів.

#### Концепт

Створення персонажу починається з ідеї. Це найважливіший етап, який є стартовим у створенні персонажу. Потрібен концепт, який стане фундаментом для продовження роботи над створенням героя.

#### Скульптинг

Скульптинг в 3D є процесом моделювання, в якому створюється 3D-модель, подібну до роботи скульптора з глиною або іншими матеріалами. Цей підхід дає можливість створювати деталізовані об'єкти, використовуючи натуральні рухи руки та інтуїтивний спосіб роботи.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Під час скульптингу можна використовувати необмежену кількість полігонів, для того щоб зробити модель максимально деталізовану. Під час цього процесу потрібно бути уважним, зробити все максимально точно, щоб потім не виникали труднощі на подальших етапах розробки моделі.

Існує не мало програм, в яких можна створювати персонажа методом скульптингу. Деякі дуже прості функціоналом, інші пропонують більш розширені можливості ліплення моделі. У цьому випадку, кращою програмою виступає *ZBrush*.

*ZBrush* є популярним інструментом в галузях відеоігор, фільмів, анімації, дизайну персонажів та багатьох інших сферах, де потрібно створити високоякісні 3D-моделі зі збереженням деталей та відчуття органічності.

#### Ретопологія моделі

Після завершення роботи над деталізованою моделлю, наступним кроком буде оптимізація. Використання моделі з високою кількістю полігонів дає навантаження на ПК та рендеринг. Тому потрібен етап ретопології, або створення нової сітки моделі зменшенням кількості полігонів.

Цей процес можна виконати, наприклад, в програмі *3D Max*, використовуючи інструмент *PolyDraw*. При побудові топології краще використовувати так звані "лупи" ("*loop*") в областях згинів. Це полегшить подальший процес скіннінгу і надасть більш природну анімацію.

#### UV-розгортка

На цьому етапі потрібно розгорнути всі частини сітки, щоб точно нанести текстуру на модель. Якщо необхідно підвищити деталізацію на певних ділянках моделі, ми можемо надати більше простору на розгортці для цих частин або підсекцій.

Для кращого естетичного вигляду розшивок їх рекомендується приховати в менш помітних місцях, наприклад, під пахвами, в згинах кінцівок тощо. При створенні розгортки моделі можна скористатися програмою *3Ds Max*, яка має набір інструментів для досягнення цієї мети. Завдяки цим

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

інструментам можна більш ефективно розташовувати та приховувати шви, забезпечуючи мінімальний вплив на зовнішній вигляд моделі.

#### Запікання текстурних карт

Створення текстурних карток — це автоматичний процес, в якому використовуються різні типи карток (наприклад, *Normal Map*, *Ambient Occlusion* тощо) для передачі деталізації з високо деталізованої моделі (*high poly*) на спрощену. Для цього потрібно окремо експортувати обидві моделі, а потім імпортувати їх у програму *Substance Painter* і застосувати процес "бейкінгу" (*baking*) з декількома кліками миші.

#### Текстуриг

Продовжити роботу над текстуригом можна в тій же програмі *Substance Painter*. Це програмне забезпечення дозволяє наносити текстуру безпосередньо на модель. Можна використовувати готові матеріали (часто стандартний набір виявляється достатнім), або створювати спеціально під конкретний випадок.

#### Риггінг та Скінніг

Останній етап створення 3D-моделі персонажа — це створення віртуального скелета для нього. Цей процес називається риггінгом. На етапі скіннінгу ми прив'язуємо готовий "каркас" до нашої моделі. Якщо персонаж є людиною або людьми подібним створінням, стандартна основа *CATRig* є відповідною. Термін "скінніг" походить з англійської мови, де "*skin*" означає "шкіра".

### 3.2 Вибір програмного забезпечення

У наш час, коли інформаційні технології стрімко розвиваються, компанії невпинно працюють над підвищенням рівня своїх продуктів, щоб задовольнити потреби споживачів, які зростають. У сфері розваг з'являється все більше нових форматів, але відеоігри та анімація залишаються серйозним

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

міжнародним бізнесом і продовжують користуватися величезною популярністю, утримуючи лідируючі позиції.

Створення 3D-персонажів – складний процес, що вимагає кваліфікації, компетентності та глибокого розуміння 3D-моделювання. На сьогоднішній день існує безліч програмних інструментів для створення 3D-персонажів, і вибір відповідного може здатися величезним та складним.

Існує безліч програм для створення персонажу. Є універсальні програми, які пропонують невеликий набір простих моделей, але великий інструментарій для їх редагування. Найпопулярніші з таких – *Autodesk Maya*, *Blender*, *ZBrush*, *Cinema 4D*, *3ds Max*.

Є випадки, коли потрібно отримати швидкий результат. В такій ситуації можна використовувати генератори персонажів. Такі генератори дають змогу отримати модель персонажу хорошої якості та достатньо швидко. Вони пропонують набір вже готових моделей, які можна редагувати та змінювати під власні потреби. Наступні генератори є найбільш популярними у використанні.

*Adobe Fuse CC* — це безкоштовне програмне забезпечення, призначене для створення тривимірних персонажів. Воно дозволяє імпортувати та інтегрувати власний контент у редактор персонажів. *Adobe Fuse CC* в основному використовується гейм дизайнерами та розробниками ігор для створення захоплюючих ігрових персонажів. За допомогою *Fuse CC* можна отримати доступ до великої кількості високоякісних тривимірних матеріалів, які дозволяють налаштувати тіло, очі, волосся та одяг вашого персонажа.

*MakeHuman* — це безкоштовне програмне забезпечення з відкритим кодом, розроблене для створення тривимірних персонажів. Воно призначене для моделювання віртуальних 3D-моделей людей і має просту, але потужну систему анімації, яка включає моделювання рухів м'язів.

Однією з найкращих особливостей *MakeHuman* є наявність встановлених персонажів, які можна використовувати як базову модель, що спрощує та прискорює процес створення персонажів. Інтерфейс програми

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

простий у використанні, інтуїтивно зрозумілий і включає різноманітні набори інструментів для моделювання форми людського персонажа.

*MakeHuman* надає широкі можливості налаштування персонажів, дозволяючи змінювати їх пропорції, форму тіла, обличчя, волосся та інші атрибути. Він також підтримує імпорт та експорт моделей у різних форматах, що полегшує інтеграцію створених персонажів до інших 3D-програм та проектів.

*Daz3D* — одне з найкращих програмних рішень для створення тривимірних персонажів для ігор та відео. Вона надає широкі можливості та ресурси для створення реалістичних персонажів і доступна безкоштовно, що особливо корисно для користувачів-початківців. Це програмне забезпечення має велику колекцію 3D-контенту, надаючи користувачам великий вибір матеріалів, налаштувань, аксесуарів та можливостей для налаштування освітлення.

*Daz3D* пропонує інструменти для анімації волосся та одягу персонажів, дозволяючи їм рухатися природно та реалістично. Особливо варто відзначити технологію *dForce*, представлену в *Daz3D*, яка дозволяє симулювати фізичні взаємодії між одягом, волоссям та персонажем, що додає додатковий ступінь реалізму та деталізації.

*Daz3D* також надає широкий вибір інструментів для моделювання та налаштування персонажів, дозволяючи змінювати їхню анатомію, фізичні характеристики, зовнішній вигляд та багато іншого. Комбінуючи всі ці можливості, можна створювати високоякісні та унікальні 3D-персонажі для своїх проектів.

*Mixamo* — це веб-сервіс та програмне забезпечення для створення 3D-персонажів, що складається з двох основних компонентів: анімаційного редактора та редактора 3D-моделей. Основна функція *Mixamo* полягає у наданні широкого спектру готових анімацій, які можна легко використати у своїх проектах.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41



Вкладка *Characters* відповідає за пошук персонажів

Вкладка *Animations* за вибір та пошук анімацій

У правому верхньому кутку розташовані кнопки для скачування вибраного персонажу, завантаження власного персонажу (якщо вже є персонаж і для нього потрібна лише анімація) та пошуку анімацій на сервісі (рис. 3.2.).

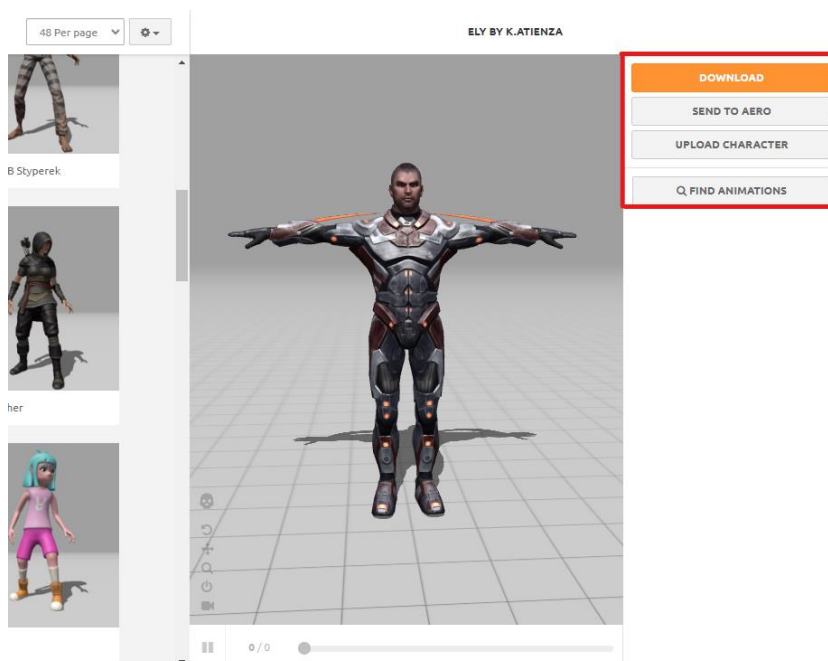


Рис 3.2 — Кнопки для скачування та завантаження персонажа

Генерація персонажу починається з пошуку у вікні *Animations*.

Після вибору персонажу йде його завантаження у “*T-Pose*” (рис. 3.3.).



Рис 3.3 — Персонаж у позі “T”

Персонажа можна завантажити як без анімації, так і одразу з анімацією.

Після натискання кнопки *Download* відкривається вікно налаштування завантаження персонажу. У цьому вікні надається вибір формату, який потрібно обрати у вкладці *Format* (рис. 3.4.).

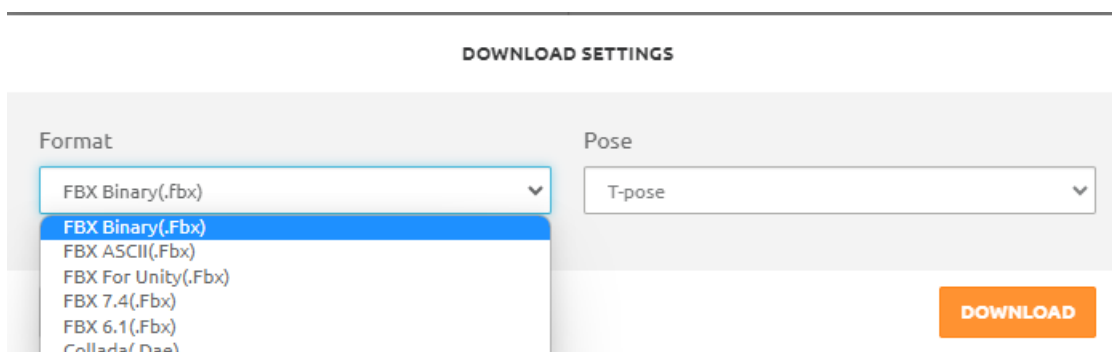


Рис 3.4 — Вікно завантаження та вибору формату моделі персонажу

Після цих кроків завантажується модель персонажу у вибраному форматі. Далі імпорт у програмі Maya.

## Висновки до третього розділу

У цьому розділі визначено методи та етапи створення персонажу. Розглянуті кожен з методів створення персонажу. Розглянуті покрокові етапи створення персонажу. Проаналізовані та обрані програмні забезпечення для створення персонажу та згенеровано персонажа на основі обраного забезпечення.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

## РОЗДІЛ 4

### СТВОРЕННЯ АНІМАЦІЇ

#### 4.1 Підготовка персонажа до анімації

Для того щоб анімувати модель, в першу чергу потрібно її підготувати. У початковій стадії створюється "скелет", який є віртуальними "кістками", організовані у вигляді дерева і відображають структуру моделі. Цей процес називається риггінгом..

Скелет складається з ряду "кісток" або "джоїнтів", які пов'язані між собою. Кожна кістка представляє собою область або точку на персонажі, яку можна пересувати та обертати. Джоїнти або з'єднання визначають взаємозв'язок між кістками та обмеження, що регулюють їх рух (рис 4.1.).

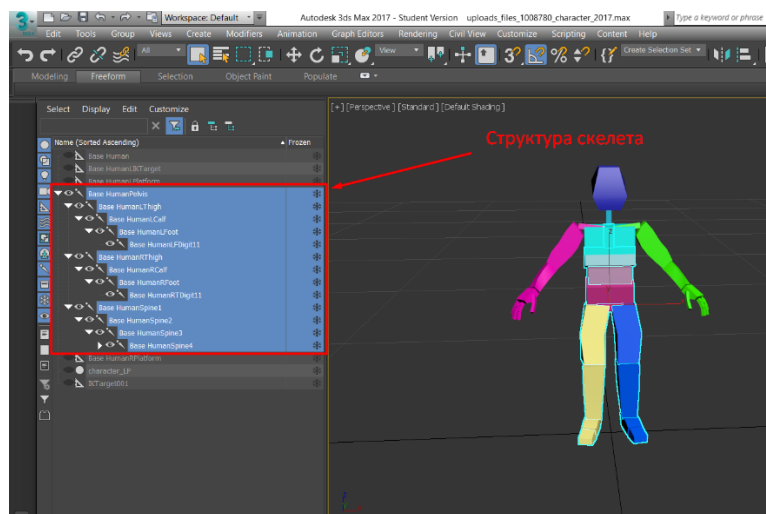


Рис 4.1 — Ієрархічна структура скелета

Створення реалістичного скелета є складним та трудомістким процесом. Обумовлено це необхідністю хорошого розуміння динаміки рухів персонажа, так як рухи м'язів та суглобів повинні бути відтворені з урахуванням природного фізіологічного руху.

Але можна використати такий онлайн-сервіс як *Adobe Mixamo*, який дає змогу створити скелет для моделі всього за декілька хвилин.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					46

Створена та експортована модель персонажа у форматі *FBX* завантажується у сервіс *Mixamo* (рис. 4.2.).

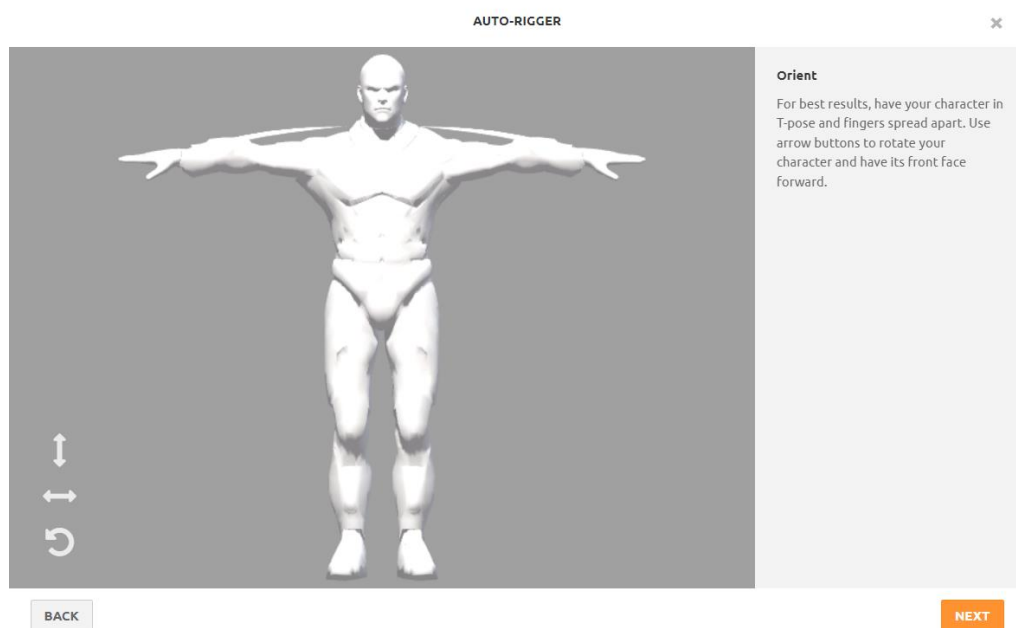


Рис 4.2 — Завантажена модель персонажа у вікні *Mixamo*

Після завантаження моделі персонажа, створюється скелет. Процес створення скелета є простим і зрозумілим. З правої сторони вікна є інструкція щодо розміщення кінцівок (рис. 4.3.).

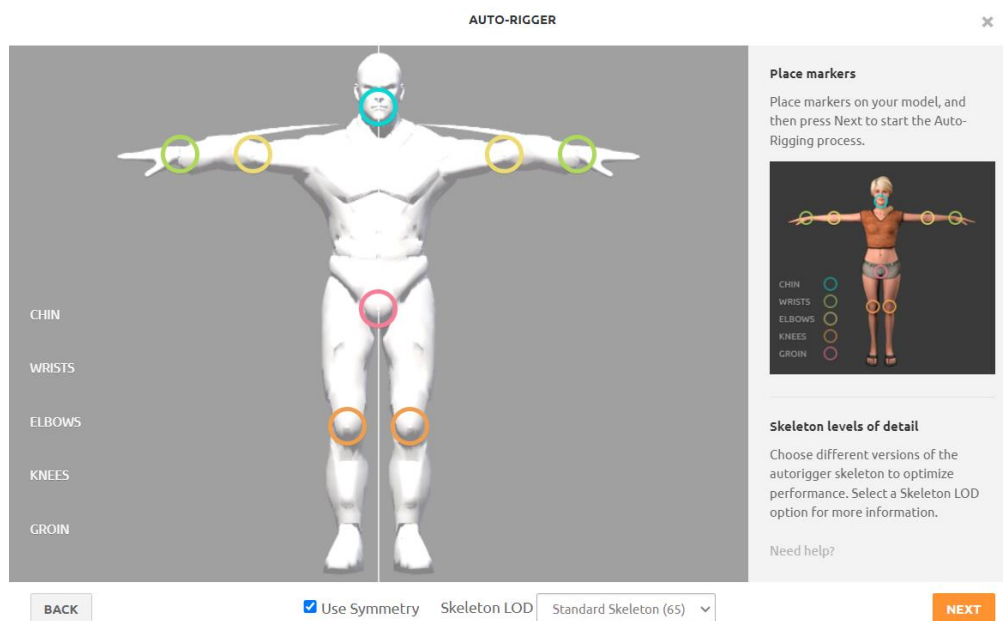


Рис. 4.3 — Розміщення точок згину кінцівок персонажа

У вкладці *Skeleton LOD* можна налаштувати ступінь деталізації скелета.

Після розташування точок згину кінцівок, йде процес створення скелету *Auto-Rigger*, який займає в середньому 2 хвилини (рис. 4.4.).

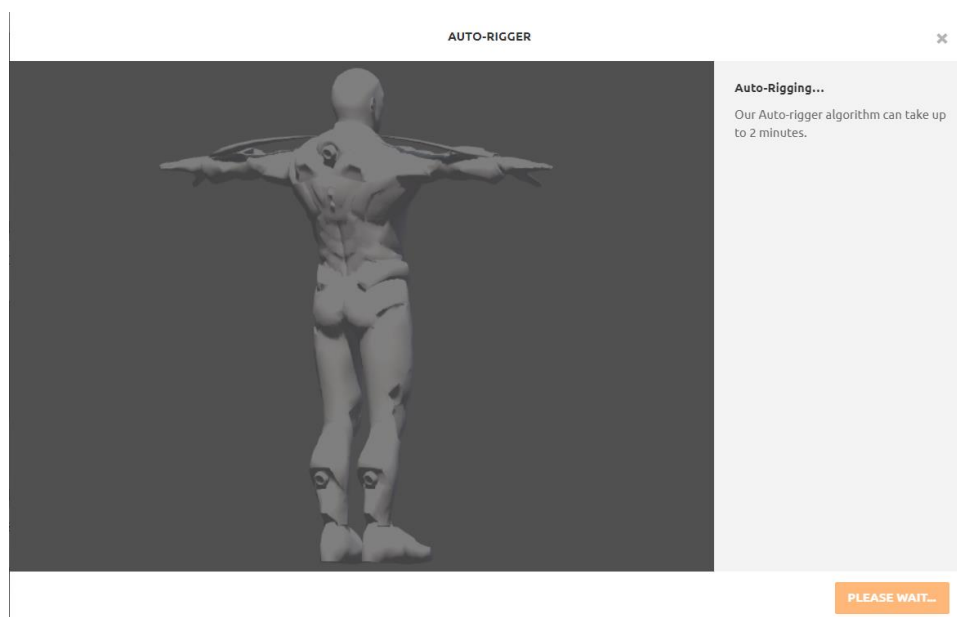


Рис. 4.4 — Процес *Auto-Rigging*

Після цього процесу отримана готова модель зі скелетом, з якою можна працювати для подальшої анімації (рис. 4.5.).

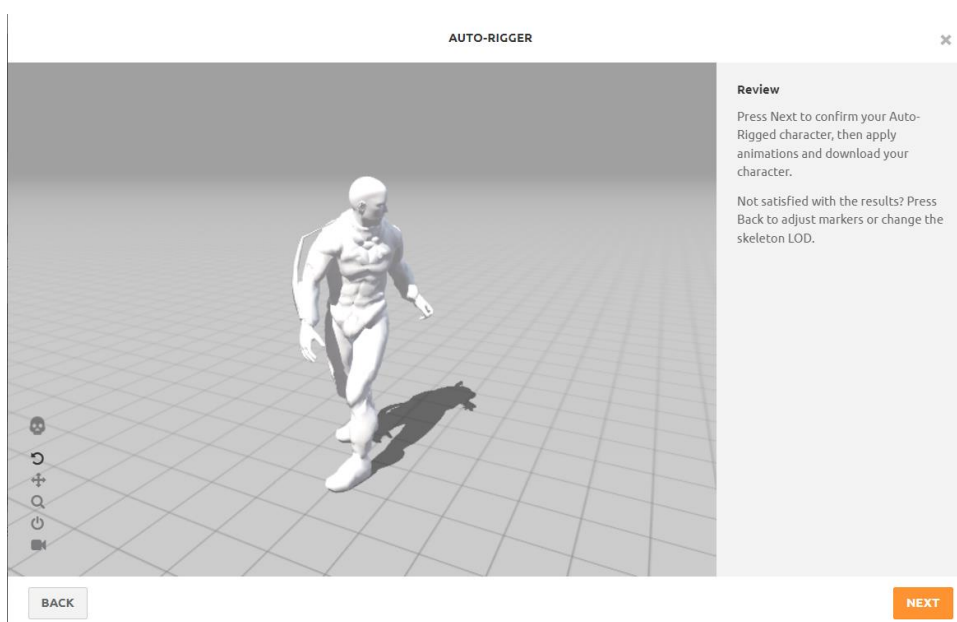


Рис. 4.5 — Готова модель зі скелетом

## 4.2 Створення анімацій

Після створення та налаштування скелета для моделі персонажа, можна приступати до вибору та створення анімацій. Бібліотека *Mixamo* містить більш ніж тисяча готових анімацій на різні теми.

Вкладка з анімаціями знаходиться біля вкладки *Characters*. Зайшовши у вкладку з анімаціями та обравши будь-яку анімацію, вона одразу ж накладається на персонажа і можна побачити як вона відображається на ньому. Анімацію можна налаштувати параметрами, які знаходяться з правої сторони (рис. 4.6.).

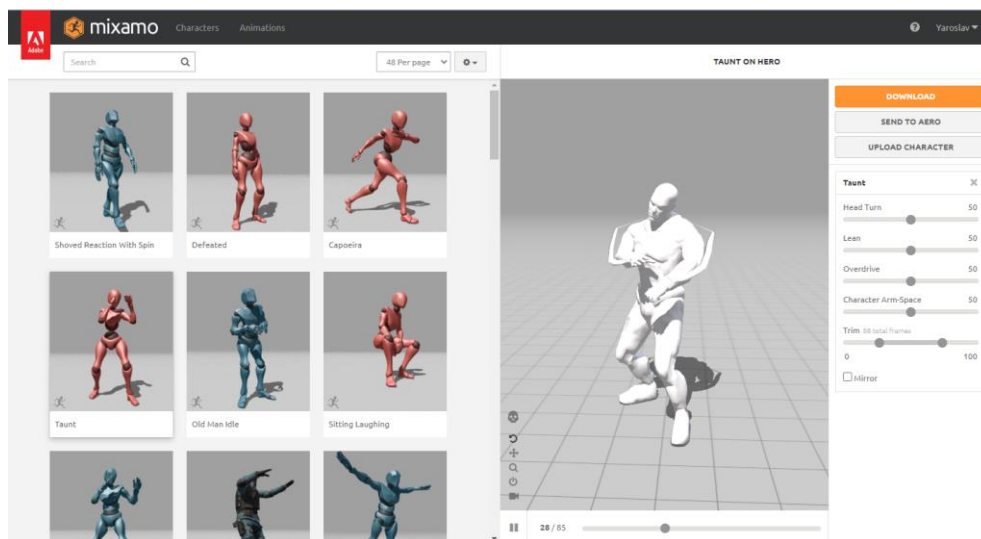


Рис. 4.6 — Перегляд анімації з налаштуваннями

За сценарієм персонаж (головний герой) біжить від ворогів, забігає у квартал, де і зустрічається з іншими ворогами. На сцені присутні також інші персонажі (вороги), які будуть взаємодіяти з головним героєм. Тому анімаційні кліпи підібрані таким чином, щоб анімаційні кліпи головного персонажа співпадали з кліпами другорядних персонажів.

Для головного персонажа (*Jackson*) були обрані наступні анімаційні кліпи:

- стан бігу озируючись *Run\_Look\_Back*
- звичайний біг *Standard\_Run*



— нокаут від удару *Zombie\_Death*

Для другого ворога наступні кліпи:

— боксерська стійка *Boxing*

— середній крок вперед із боксерської стійки *Medium\_Step\_Forward*

— отримання першого удару *Head\_Hit*

— отримання другого удару *Standing\_Death\_Backward* (рис.4.9.).

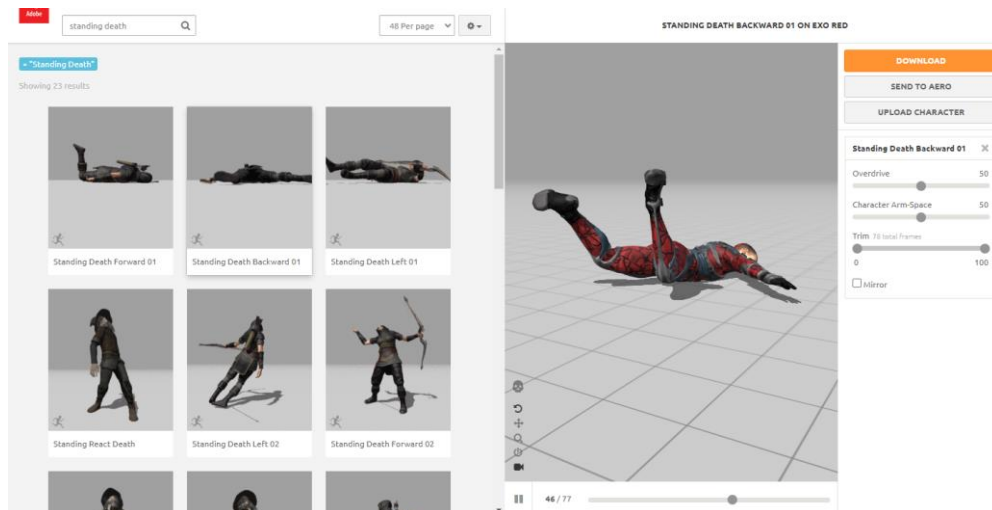


Рис. 4.9 — Другий ворог Ехо Red з анімацією

## 4.3 Підготовка сцени до анімації

### 4.3.1 Пошук матеріалів для сцени

Будування сцени починається з пошуку моделей. Тому пошук моделей будинків, авто, вивісок та інших об'єктів здійснювався за допомогою сайту *Sketchfab*, на якому є безліч 3D моделей на будь-який вибір (рис. 4.10.).

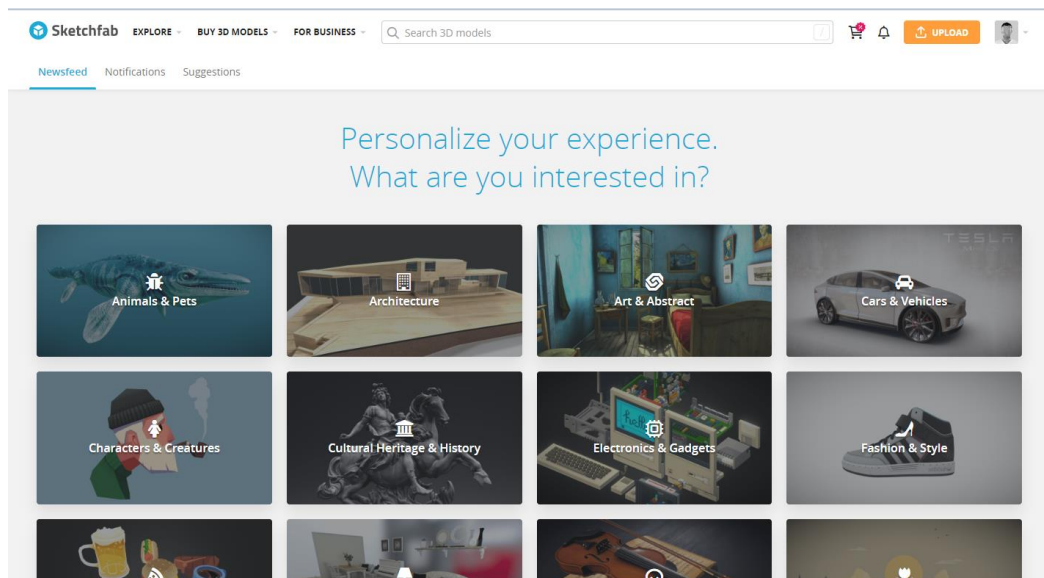


Рис. 4.10 — Видгляд головного меню сайту *Sketchfab*

На сайті є як безкоштовні, так і платні 3D моделі. Кожну модель можна роздивитися у 3D вигляді натиснувши на неї у списку пошуку (рис. 4.11.).

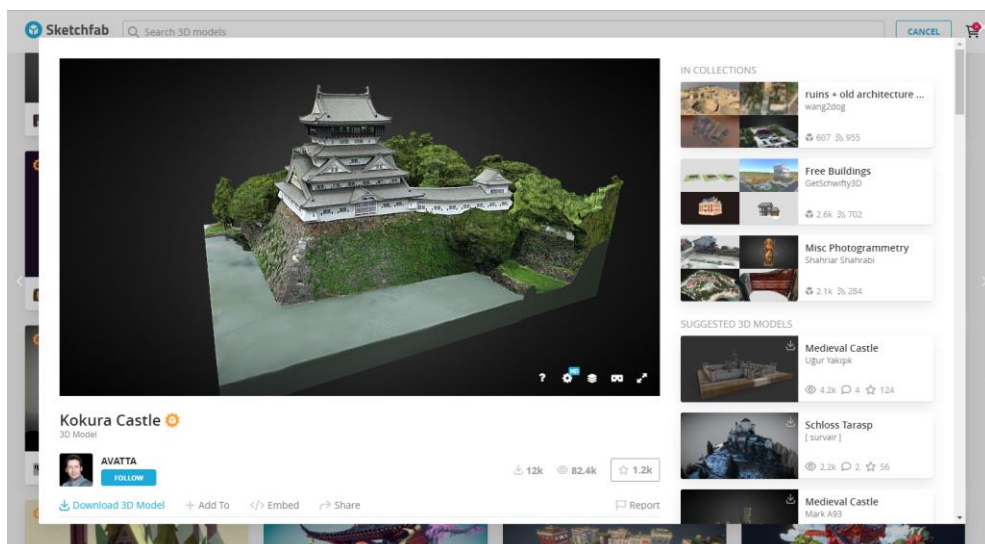


Рис. 4.11 — Огляд моделі у вигляді 3D

Знизу під моделлю описується скільки полігонів вона використовує (рис. 4.12.).

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

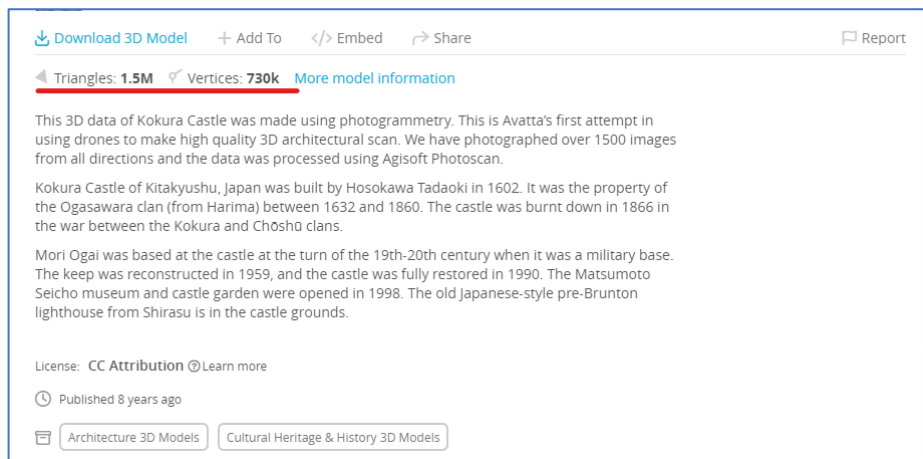


Рис. 4.12 — Опис кількості полігонів моделі

У вікні завантажень можна побачити якого формату модель можна завантажити (рис. 4.13.).

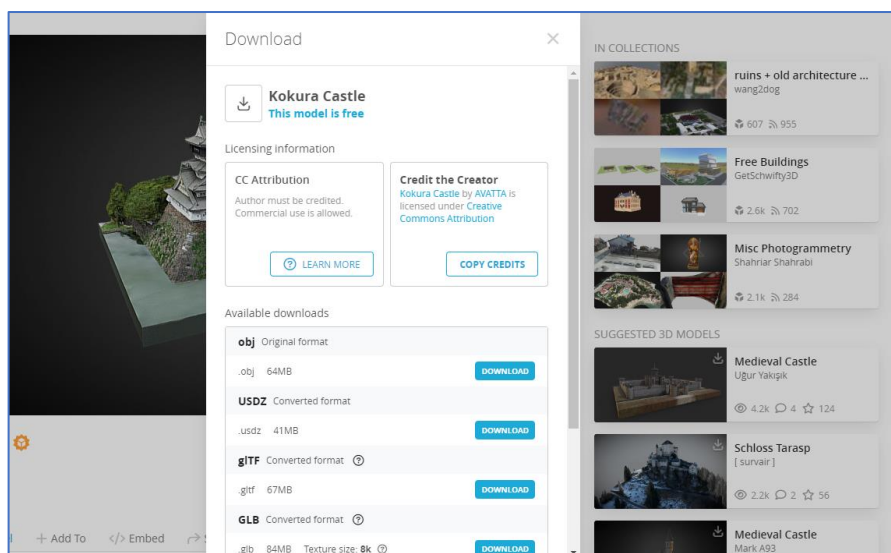


Рис. 4.13 — Варіанти форматів завантаження моделі

### 4.3.2 Будівання та текстуриг сцени

Місто будувалося таким чином, щоб воно не дуже навантажувало ПК та процес рендерингу. Тому обрані *low-poly* моделі, які не дуже впливають на продуктивність та час рендерингу.

*Low-poly* модель використовує обмежену кількість полігонів (трикутників або чотирикутників) для створення простої геометрії. У порівнянні з високо-полігональними моделями, які мають більшу кількість

полігонів для подробиць і реалістичності, *low-poly* моделі мають значно меншу кількість полігонів.

Термін "*low-poly*" походить від "*low polygon*", що означає "мала кількість полігонів".

При створенні *low-poly* моделей, моделей зменшеної складності, зазвичай використовується менша кількість вершин і полігонів, а також спрощені форми, щоб досягти бажаного ефекту. Незважаючи на простоту, *low-poly* моделі можуть бути досить виразними та ефективно передавати основні форми об'єкта.

За сценарієм, головний герой біжить від ворогів і потрапляє у квартал в китайському стилі, де його чекають вороги (рис. 4.14.).

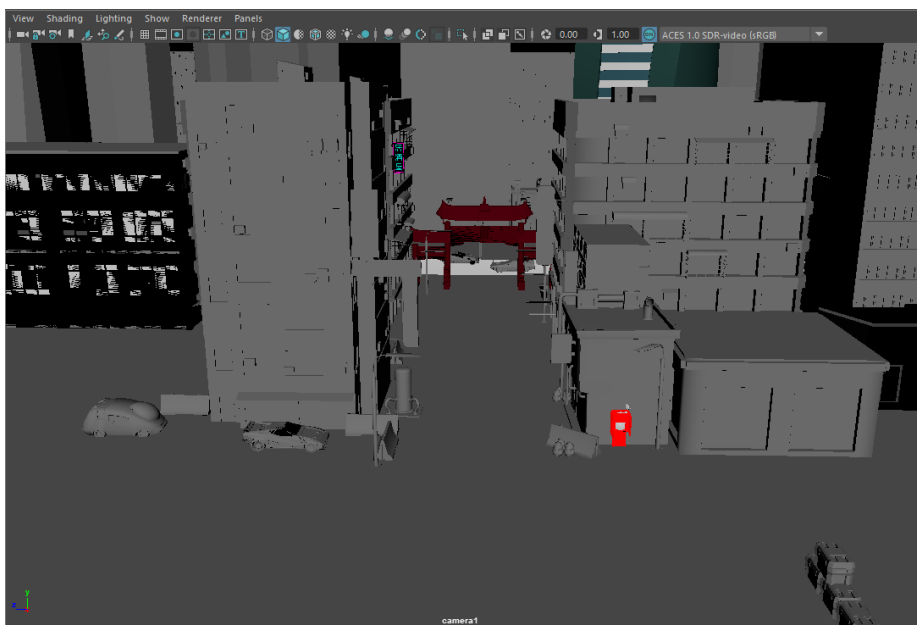


Рис. 4.14 — Вигляд кварталу на сцені в режимі *ViewPort*

Текстуриг сцени відбувається в меню *HyperShade*, в якому є всі необхідні інструменти для створення та редагування матеріалів та текстур (рис. 4.15.).



Рис. 4.15 — Загальний вигляд меню *HyperShade*

*HyperShade* надає інтерфейс, в якому можна створювати та організовувати вузли, що відповідають за різні аспекти візуального вигляду моделі. За допомогою вузлів *HyperShade* можна налаштовувати колір, прозорість, блиск, текстуровання та інші характеристики поверхні об'єктів. Приклад організування вузлів для відображення усіх текстурних карт асфальту на сцені (рис. 4.16.).

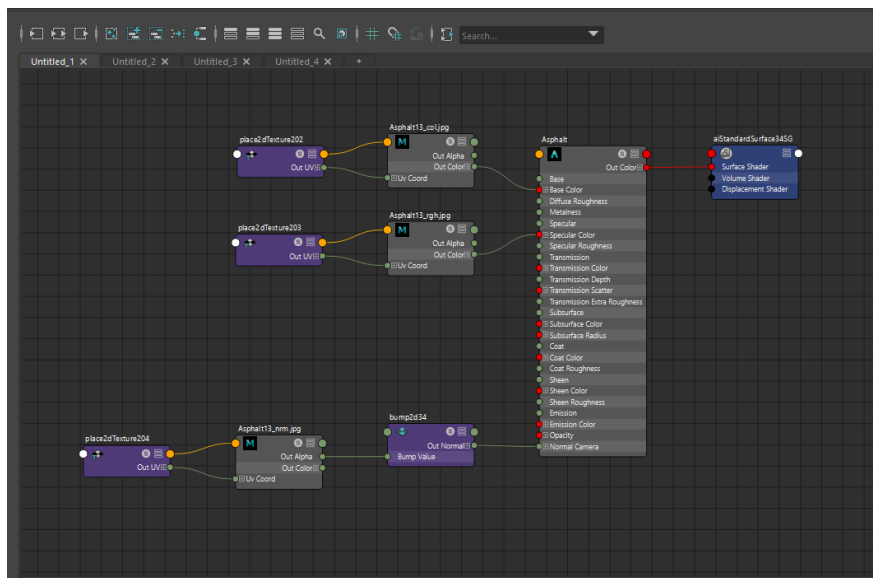


Рис. 4.16 — Організація вузлів для відображення текстурних карт асфальту

У *HyperShade* також можна створювати й налаштовувати світло джерела, що використовуються для освітлення сцени. Надається можливість встановлювати параметри освітлення, такі як інтенсивність, колір, напрямок

*HyperShade* дозволяє використовувати різні типи текстур, включаючи 2D-зображення, процедурні шуми та векторні картинки. Ви можете налаштовувати параметри текстур, такі як масштабування, поворот, переміщення, а також змішувати різні текстури для досягнення потрібного вигляду.

У вікні *Material Viewer* налаштовуються текстурні карти (рис. 4.17.).

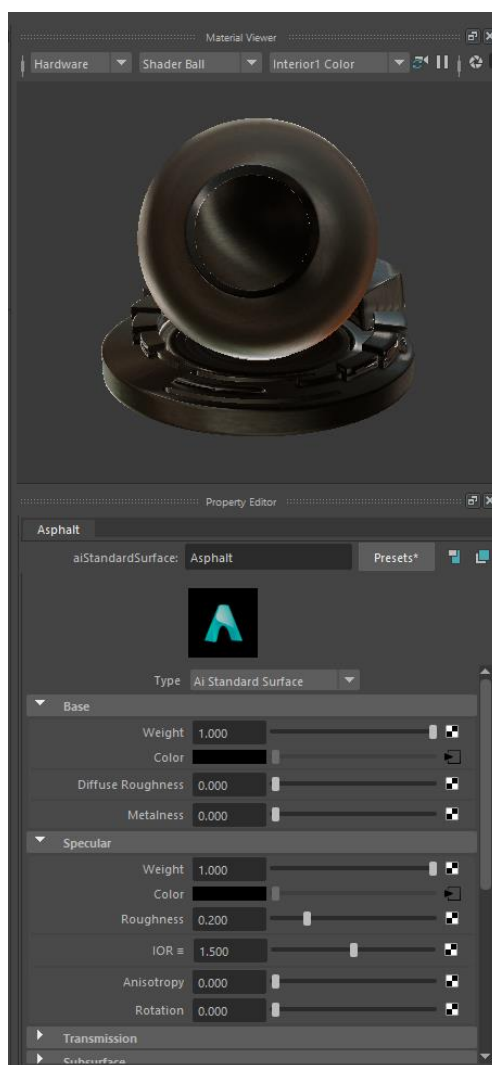


Рис. 4.17 — Вікно *Material Viewer* з налаштуваннями текстурних карт

Майже кожна модель на сцені текстурована власноруч за допомогою редактору *HyperShade*, шляхом створення та зв'язування вузлів та завантаженням у ці вузли текстурних карт (рис. 4.18.).

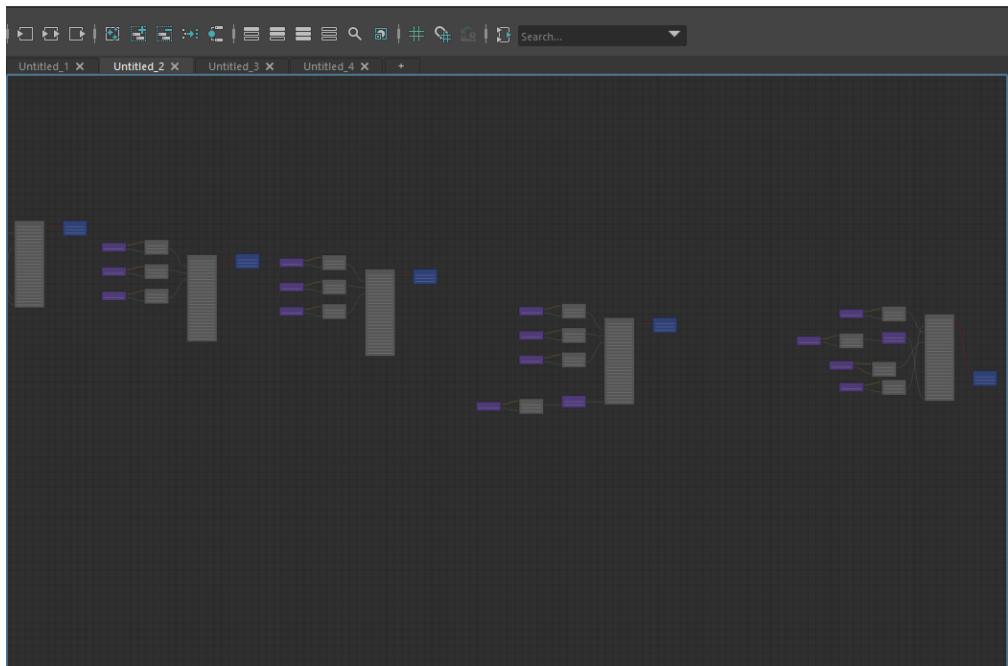


Рис. 4.18 — Підключення вузлів до матеріалів у вікні *HyperShade*

На сцені застосовується матеріал *AiStandardSurface*, який є основним використовуваним матеріалом для відображення візуальної частини анімації.

Матеріал *AiStandardSurface* в *Maya* є стандартним матеріалом, який використовується в *Arnold Renderer*, для створення фізично точних матеріалів. *AiStandardSurface* є одним з найбільш потужних і гнучких матеріалів, доступних в *Maya*, і надає велику кількість параметрів для контролю над виглядом поверхні об'єктів. Матеріал обирається у вікні *Create* в редакторі *Hypershade* (рис. 4.19.).

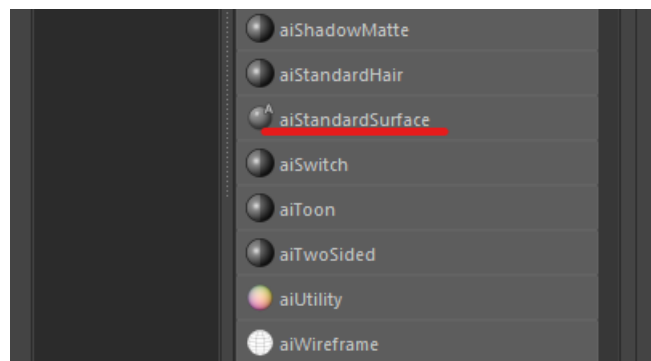


Рис. 4.19 — Вибір матеріалу у вікні *Create*

### 4.3.3 Освітлення сцени

В якості освітлення сцени обраний інструмент *Physical Sky*, який знаходиться у вкладці *Arnold* (рис. 4.20.).

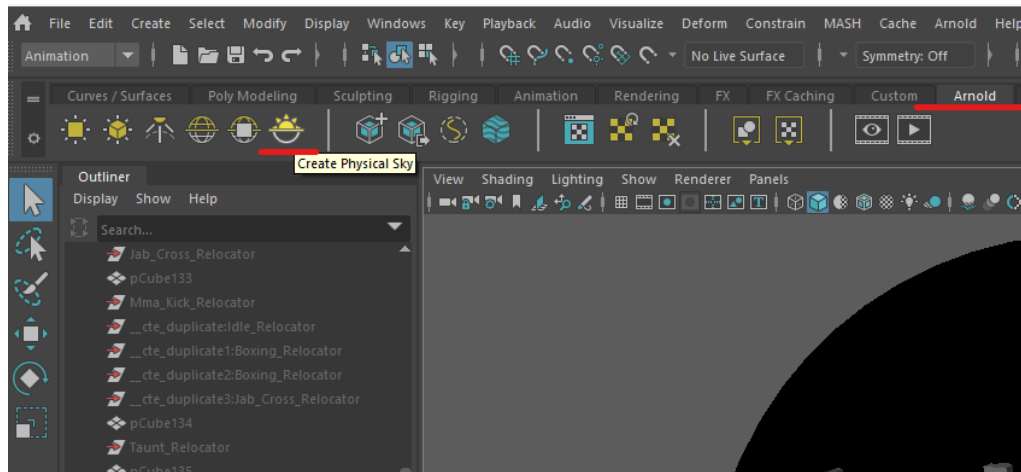


Рис. 4.20 — *Physical Sky* у вкладці інструментів *Arnold*

*Physical Sky* дозволяє створювати реалістичні зображення неба з динамічним освітленням, хмарами, сонцем, місяцем та іншими атмосферними ефектами.

Інтерфейс *Physical Sky* дозволяє налаштовувати різні параметри, такі як час доби, висота сонця, розсіювання світла, колір неба, туман, хмари та багато іншого (рис. 4.21.).

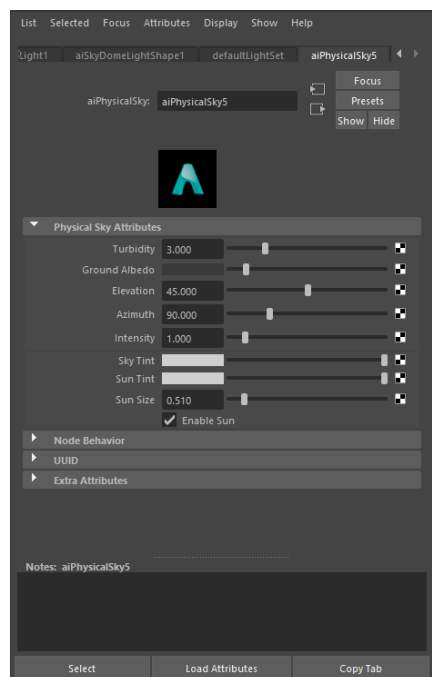


Рис. 4.21 — Вікно з налаштуваннями *Physical Sky*

Конструкція *Physical Sky* має вигляд сфери, яку можна збільшувати або зменшувати в залежності від розміру сцени (рис. 4.22.).

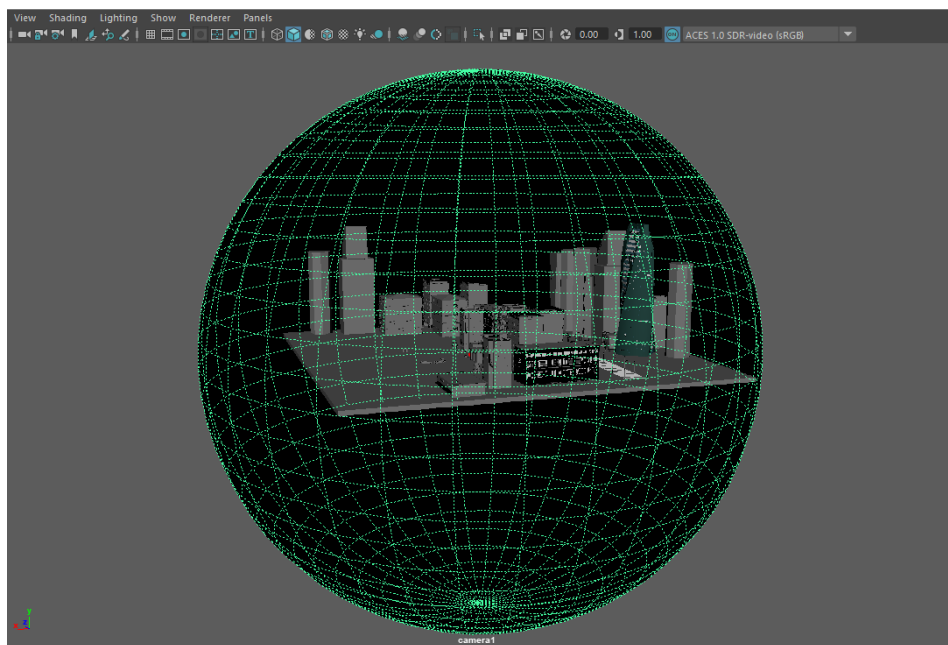


Рис. 4.22 — Вигляд конструкції *Physical Sky* на сцені

Після встановлення джерела освітлення, сцена має наступний вигляд (рис. 4.23.).

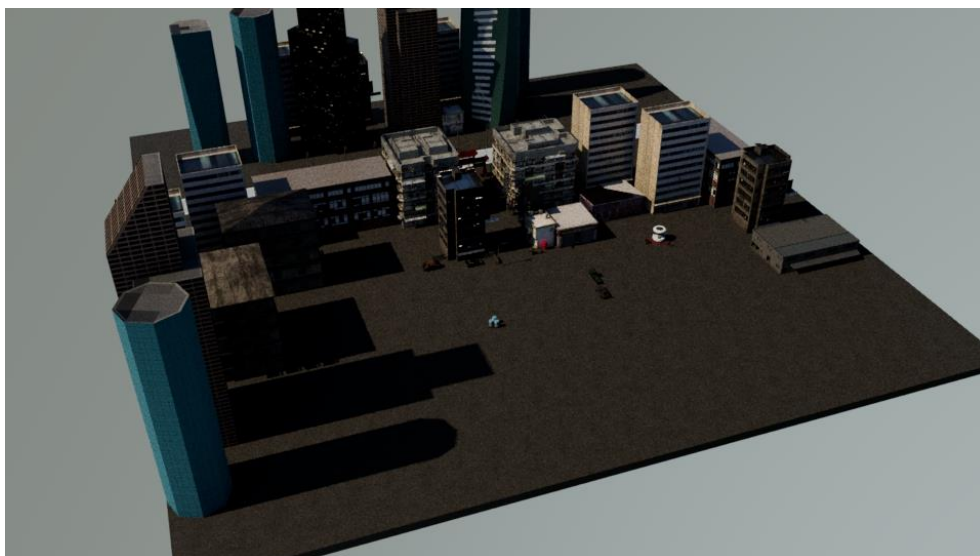


Рис. 4.23 — Вигляд сцени з додаванням освітлення

Після встановлення освітлення, на сцені помітні тіні та світіння від сонця, яке також можна редагувати, міняти положення та змінювати яскравість з інтенсивністю.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

## 4.4 Створення кліпів

Подальша робота з анімаційними кліпами виконується за допомогою редактора кліпів *Time Editor*. Цей редактор можна знайти у вкладці *Windows* => *Animation Editors* => *Time Editors* (рис. 4.24.).

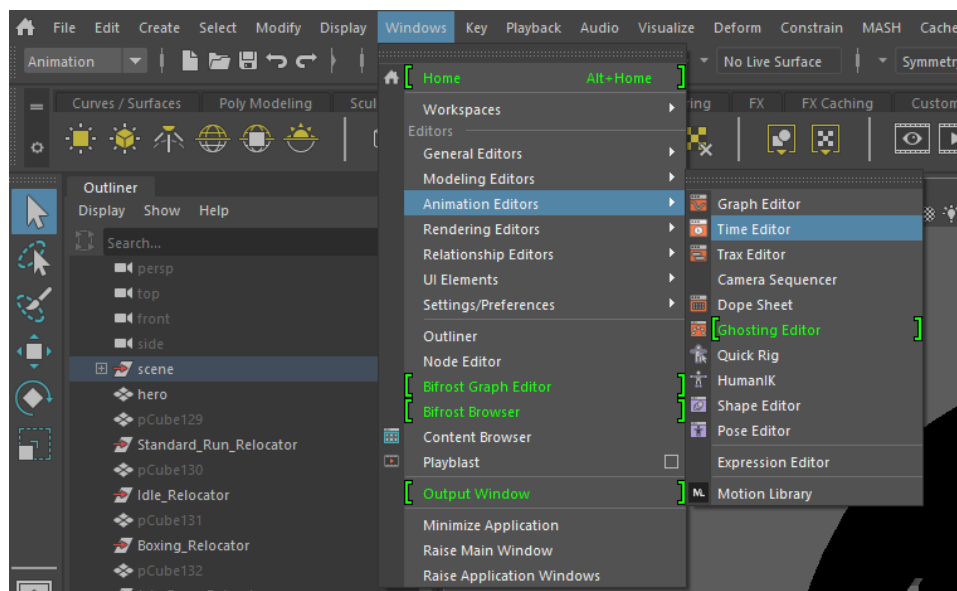


Рис. 4.24 — Шлях до редактора *Time Editor*

*Time Editor* є зручним редактором, який полегшує роботу з анімаційними кліпами стосовно усіх анімаційних кривих (рис. 4.25.).

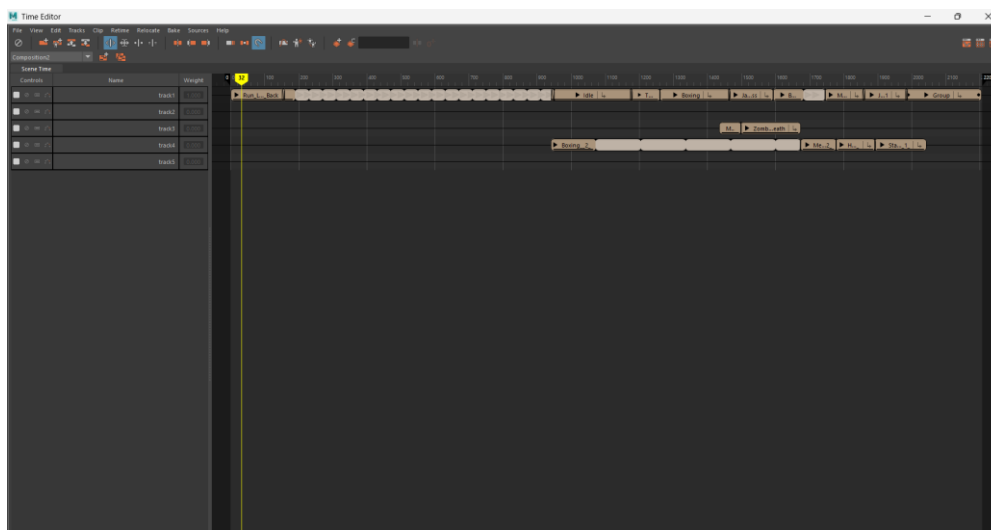


Рис. 4.25 — Вікно редактора *Time Editor*

Створення кліпів починається з додавання кліпів на доріжки. Так як кліпи мають прив'язку до мещу персонажів, кліпи імпортуються на сцену одразу зі шкінами.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Додавання кліпів на доріжку виконується простим перетягуванням кліпу з папки кліпів на анімаційну доріжку. Після чого пропонується варіанти імпорту кліпу на доріжку (рис. 4.26.).

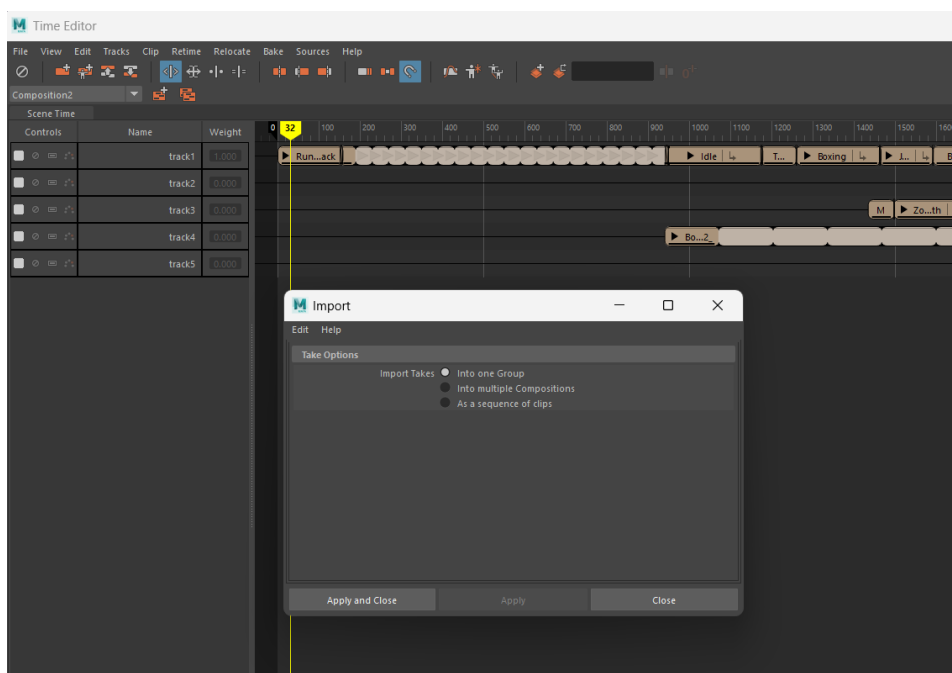


Рис. 4.26 — Процес додавання кліпу на доріжку

- В одну групу *Into one group*
- У декілька композицій *Into multiple Compositions*
- Послідовність кліпів *As a sequence of Clips*

Основна робота з кліпами виконується за допомогою інструментів редагування кліпів:

- *Trim Mode* відповідає за встановлення точок входу та виходу в кліпі
- *Scale Mode* дозволяє змінити швидкість відтворення кліпу
- *Loop Mode* дозволяє змінити тривалість кліпу
- *Hold Mode* продовжує першу/останню анімацію кліпу (рис. 4.27.).

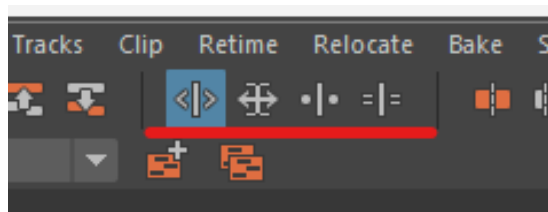


Рис. 4.27 — Основні інструменти для редагування анімаційних кліпів

Перший кліп *Run\_Look\_Back* не змінюється, так як він є початковим і не потребує редагування. Додається другий кліп *Standard\_Run*. Враховуючи що друга анімація бігу занадто коротка, правильним рішенням буде подовжити її у декілька разів, так як по сценарію головний герой біжить від ворогів тривалий час. Подовження кліпу виконується за допомогою інструмента *Loop Mode* (рис. 4.28.).

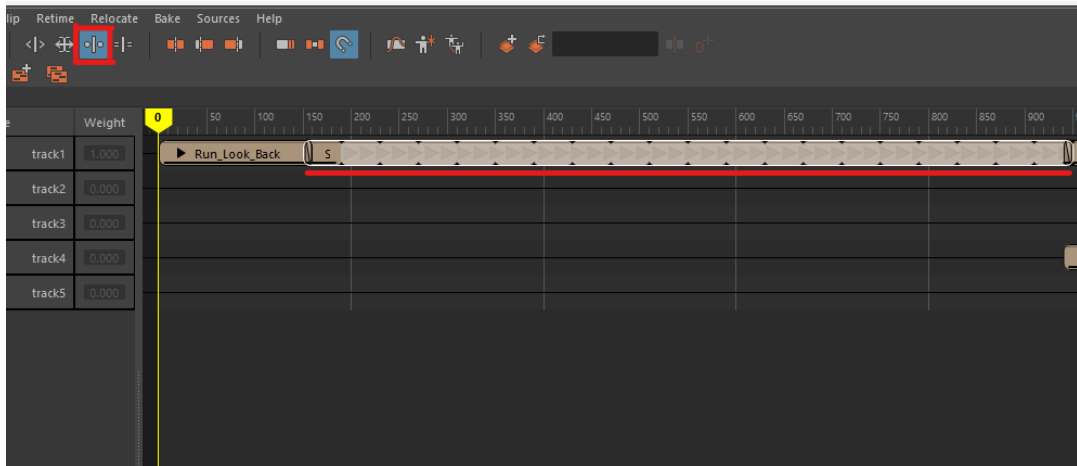


Рис. 4.28 — Подовження кліпу інструментом *Loop Mode*

Далі йде зшивання кліпів. Для цього потрібно вибрати початок другого кліпу і натягнути на кінець першого кліпу. У процесі цього кліпи комбінуються і створюється плавний перехід між кінцем першого кліпу та початком другого. Це дозволяє уникнути різких переходів між кліпами (рис. 4.29).

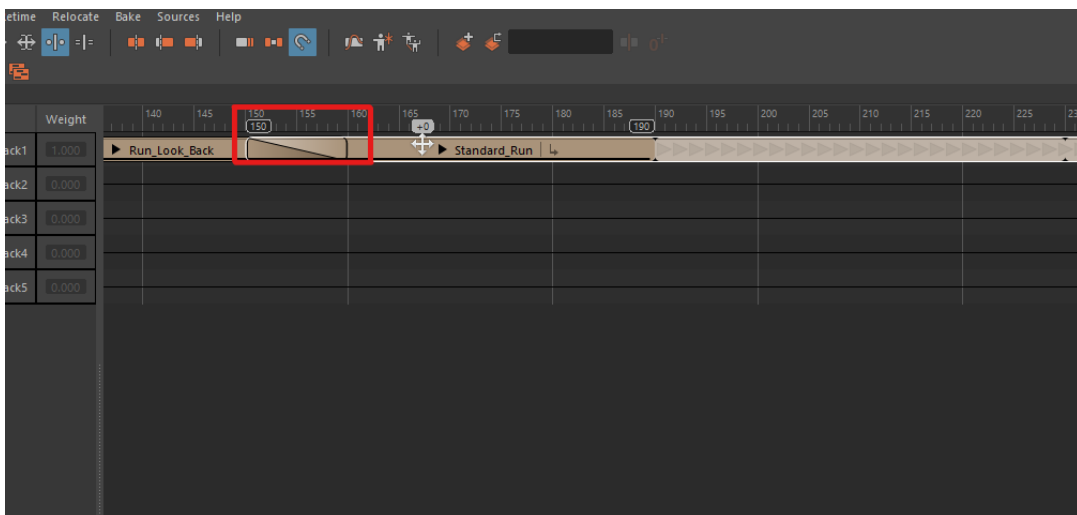


Рис. 4.29 — Процес зшивання кліпів



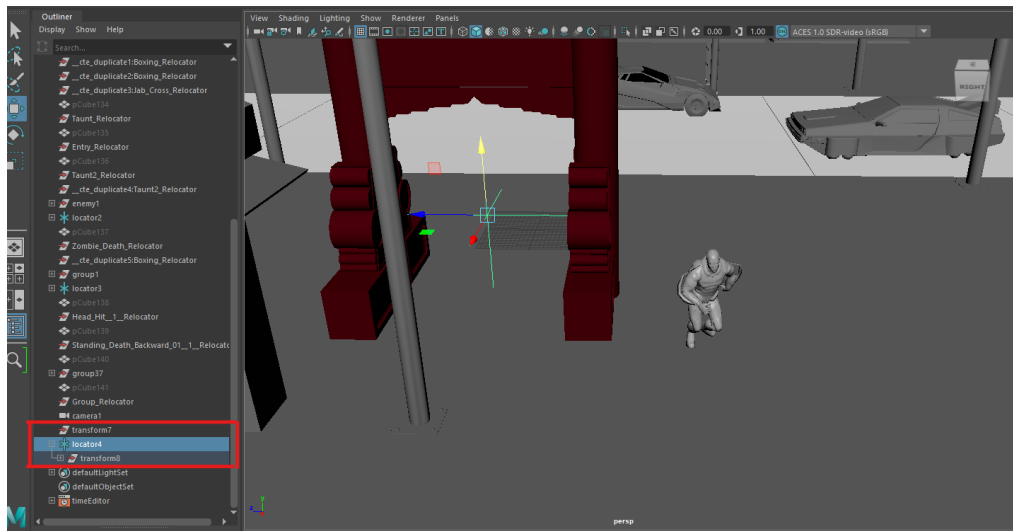


Рис. 4.31 — Додавання локатора до скелета персонажа

Ще однією проблемою при комбінуванні кліпів може бути повернення персонажа на початкову позицію. Тобто, коли перша анімація починається з якоїсь точки і починається друга анімація, під час програвання другої анімації персонажа повертає на початок першої анімації. Цю проблему можна також вирішити за допомогою схожого інструмента, який називається *Relocator*. Для того щоб виправити позицію персонажа при програванні наступних анімацій потрібно створити такий примітив як куб, після чого обрати потрібний кліп у редакторі *Time Editor*, у вкладці *Relocate* обрати *Create Relocator* (рис. 4.32.).

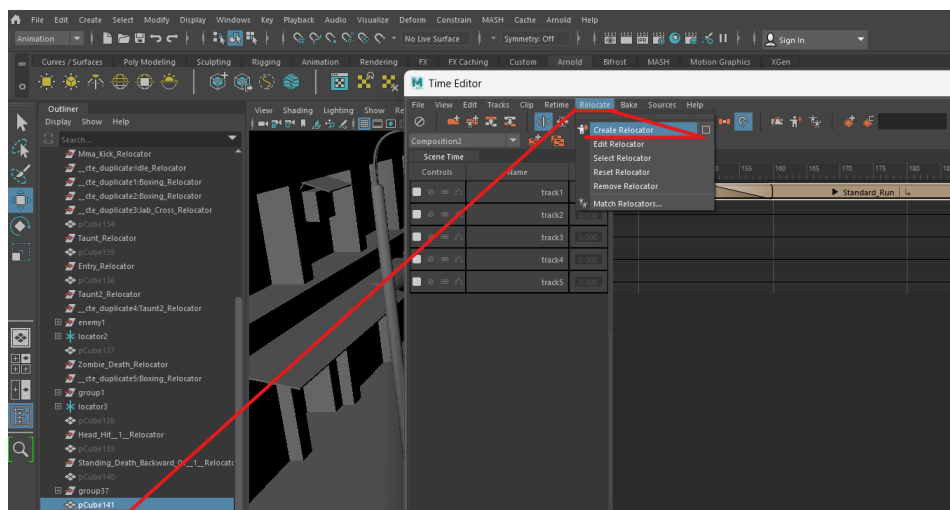


Рис. 4.32 — Використання інструменту *Relocator*

Таким чином, утворюється зв'язок між кубом та інструментом *Relocator*. Після цього можна змінювати положення персонажа на сцені стосовно певного кліпу.

Враховуючи, що на сцені 3 персонажа, кліпи розташовані на лінії таймлайну таким чином, щоб вони співпадали між собою. Тому, поки програються кліпи головного героя Джексона, інші два персонажа (вороги) стоять у стані спокою. Спочатку йде взаємодія головного персонажа з першим ворогом. Другий ворог у свою чергу нічого не робить допоки не завершиться кліп головного героя та першого ворога. Таким чином, кліпи розташовані послідовно щоб створювався вид взаємодії між собою (рис. 4.33.).

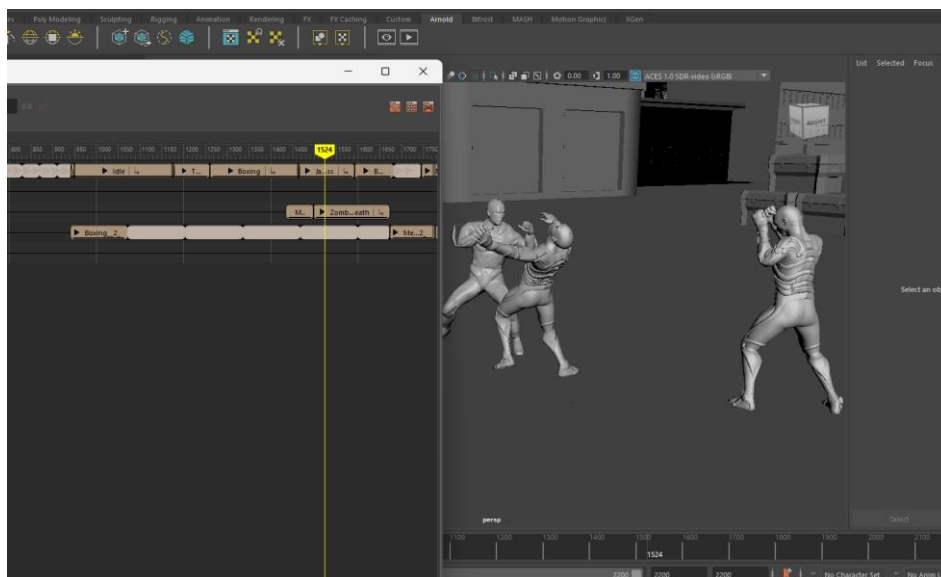


Рис. 4.33 — Послідовне розташування кліпів

## 4.5 Створення відеоролику

Для візуалізації анімації потрібен якісний рендер. *Maya* підтримує близько 10 різних рендерів. Зокрема це *V-Ray*, *RedShift*, *Mental Ray*, *Render Man*, *Arnold* та інші. Кожен рендер пропонує свою функціональність та можливості. Для даної сцени обраний *Arnold Render*, який має якісну візуалізацію та непогану оптимізацію. Він дуже глибоко інтегрований і має максимальну сумісність з *Maya*. Має максимальну сумісність завдяки тому, що компанія *Autodesk* придбала компанію *Solid Angle* у березні 2016 року,

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

розробника *Arnold Render* і постійно оновлює рендерний двигун. Тому *Arnold* завантажується одразу з програмою *Maya*, що і дозволяє одразу легко працювати з проектом та використовувати усі можливості рендерного двигуна.

На сцені налаштована звичайна камера без прив'язки до об'єкта. Ключі створені через кожні 100 кадрів (рис. 4.34.).

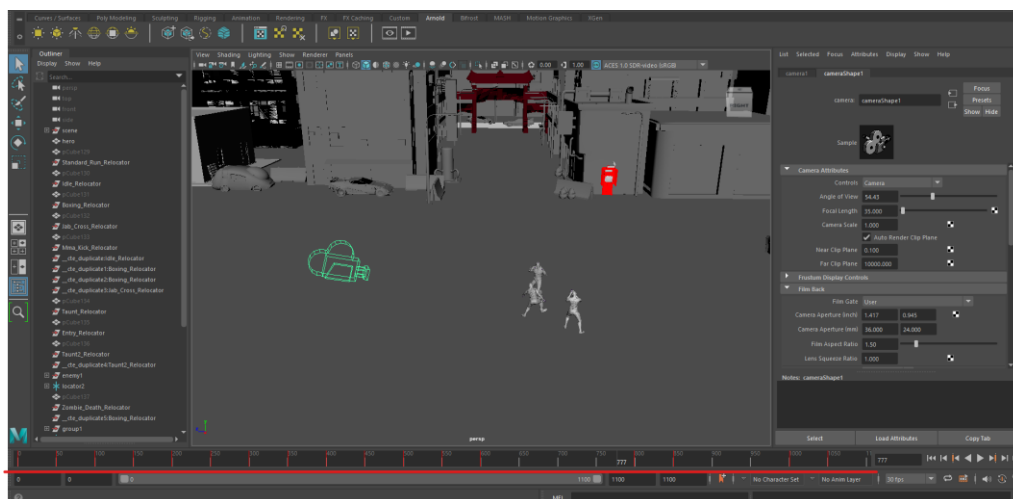


Рис. 4.34 — Робота камери на сцені

Візуалізація сцени відбувається в режимі секвенції (послідовності кадрів). В налаштуваннях обрані наступні опції (рис. 4.35.).

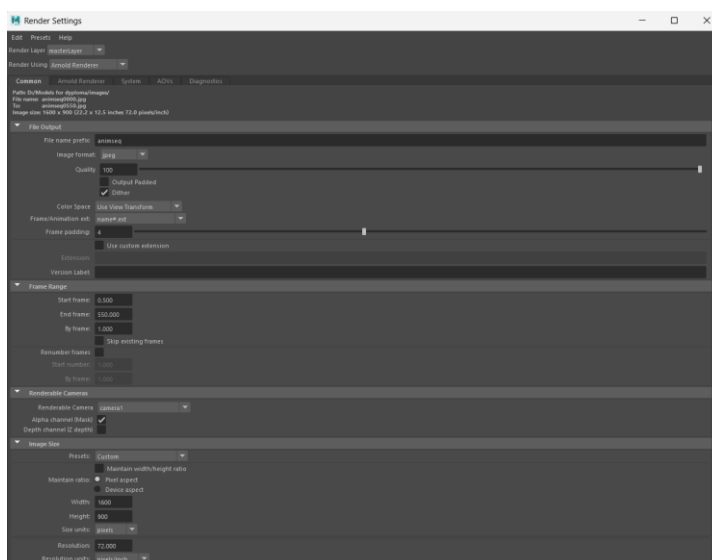


Рис. 4.35 — Налаштування рендерингу у вікні *Render Settings*

1. Розмір зображення — 1600x900 пікселів
2. Пресет — індивідуальний
3. Формат виводу файлу — *PNG*

4. Головна камера — *camera1*

5. Стартовий фрейм — 1

6. Кінцевий фрейм — 1100

Статистика візуалізації:

— Загальна кількість кадрів 1100

— Частота кадрів за секунду: 30

— Кількість трикутних полігонів: 479722

— Процесор: Intel Core i5-8400H (4 ядра та 8 потоків)

— Відеокарта: Nvidia GTX 1050 TI (4 GB VRAM)

— RAM: 16 GB

Збірка візуалізованих кадрів та додавання звуків відбувається в програмі *Adobe After Effects*.

### **Висновки до четвертого розділу**

У даному розділі описаний процес створення анімації з використанням нелінійної анімації за допомогою редактора анімаційних кліпів *Time Editor*, розглянуті його можливості. Розглянуті додаткові принципи роботи з анімаційними кліпами та персонажами.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 5.1 Основні завдання організаційно-економічного та маркетингового обґрунтування проєкту

Дипломна робота присвячена створенню Анімації персонажа.

Організаційно-економічне та маркетингове обґрунтування проєкту "Анімація персонажа" має на меті виконання різних завдань, спрямованих на досягнення успіху проєкту шляхом максимізації прибутковості та ефективного використання ресурсів. Важливими етапами цього обґрунтування є аналіз техніко-економічної доцільності проєкту, визначення потенційних споживачів продукції, оцінка ринкового потенціалу проєкту, вибір стратегії виходу на ринок, розрахунок вартості проєкту та оцінка його ефективності.

Організаційно-економічне обґрунтування проєкту включає планування організаційної структури проєкту, визначення витрат і прибутків, оцінку ефективності використання ресурсів, розрахунок фінансових показників та виявлення можливостей фінансування проєкту. Це допомагає визначити необхідні ресурси, оцінити їх вартість і забезпечити ефективне використання цих ресурсів у проєкті.

Маркетингове обґрунтування включає дослідження ринку та конкурентного середовища, визначення побажань і готовності споживачів купувати товари, формулювання маркетингової стратегії та планування маркетингових дій. Це допомагає визначити цільову аудиторію проєкту, розробити ефективну стратегію просування та залучення клієнтів, а також оцінити ринковий потенціал проєкту.

На сьогоднішній день існує кілька країн, які визнані лідерами у світі анімації і мають значний вплив на глобальний ринок анімаційного контенту:

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

1. Японія: Японія має довгу історію анімації і вважається однією з найбільш впливових країн у цій сфері. Вона відома своїм унікальним стилем анімації, відмінними художніми образами і високою якістю виконання. Японські анімаційні фільми і серіали (аніме) здобули популярність як в межах країни, так і за її межами.

2. Сполучені Штати Америки: Америка також відіграє значну роль на світовому ринку анімації. Голлівуд відомий своїми великобюджетними анімаційними фільмами, що мають велику комерційну успішність. Багато відомих анімаційних студій, таких як *Disney*, *Pixar*, *DreamWorks Animation*, створюють якісні та популярні фільми, які широко визнані в усьому світі.

3. Корея: Південна Корея набуває все більшого значення на ринку анімації. Корейська анімація славиться своєю унікальністю, стильністю та добре розробленими сюжетами. Країна виробляє високоякісні аніме-серіали, а також працює над створенням анімаційних фільмів і мультсеріалів для міжнародного ринку.

4. Франція: Франція відома своєю художністю та культурою, які відображаються в анімаційних фільмах. Французькі анімаційні студії створюють якісні фільми з унікальними стилями й надають пріоритет високій художній якості та незвичайним сюжетам. Багато французьких анімаційних фільмів були номіновані та отримали нагороди на престижних міжнародних фестивалях.

Ці країни вважаються лідерами у сфері анімації, проте інші країни також мають свої унікальні досягнення і сприяють розвитку анімаційного ринку. Глобальна анімаційна індустрія постійно розширюється, залучаючи увагу широкої аудиторії і створюючи нові можливості для творчих професіоналів у всьому світі.

Узагалі, всі ці етапи організаційно-економічного та маркетингового обґрунтування проекту "Анімації персонажа" допомагають забезпечити успішну реалізацію проекту шляхом ефективного використання ресурсів, досягнення його цілей та максимізації прибутковості.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

На ринку послуг анімації існує значна конкуренція, оскільки анімація стала популярним засобом комунікації в різних сферах, включаючи медіа, рекламу, розваги, освіту та бізнес. Конкурентне середовище у цій галузі постійно розвивається і залежить від різних факторів, таких як технологічний прогрес, тенденції споживачів і вміння конкурентів адаптуватися до змін.

Основні гравці на ринку анімації включають:

1. Анімаційні студії: Великі анімаційні студії, такі як *Pixar Animation Studios*, *Walt Disney Animation Studios*, *DreamWorks Animation*, *Studio Ghibli*, *Blue Sky Studios*, привертають увагу своїми високо бюджетними проектами та високою якістю анімації. Вони мають значні ресурси та великий досвід у розробці та виробництві анімаційних фільмів.

2. Незалежні анімаційні студії: На ринку також діють незалежні студії, які можуть спеціалізуватися на певних стилях анімації або нішевих ринкових сегментах. Вони можуть мати більш гнучку структуру та бути більш інноваційними у своїх підходах.

3. Відеоігрові компанії: Відеоігри щораз більше використовують анімацію для створення вражаючих візуальних ефектів та високоякісних графічних зображень. Багато великих відеоігрових компаній, таких як *Ubisoft*, *Electronic Arts* та *Blizzard Entertainment*, мають свої анімаційні підрозділи або співпрацюють зі зовнішніми студіями для створення анімаційного контенту.

4. Рекламні агентства та маркетингові компанії: Вони використовують анімацію для створення рекламних роликів, відеопрезентацій та інших форматів візуального контенту для клієнтів. Великі рекламні агентства, такі як *Ogilvy & Mather*, *Saatchi & Saatchi*, *McCann Worldgroup*, мають власні анімаційні відділи або співпрацюють з анімаційними студіями.

5. Самостійні аніматори та малі студії: Багато аніматорів працюють самостійно або у малих студіях, надаючи послуги анімації для різних клієнтів. Це можуть бути веб-анімація, анімаційні ролики для соціальних медіа, короткометражні фільми тощо.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Аналізуючи конкурентний ринок з надання послуг анімації, можна зробити висновок, що в цій галузі присутня значна конкуренція. Незважаючи на це, є сфери, в яких можна проявити свої здібності і продавати свої послуги. Наприклад, це може бути кіноіндустрія або ігрова студія, телебачення та медіа, в яких можуть потребувати анімаційних вставок, титрів та рекламних роликів. Освітній сектор: Школи, навчальні заклади, електронні платформи навчання та інші освітні організації можуть шукати анімаційні матеріали для своїх уроків та навчальних програм.

Рекламні агентства: Рекламні агентства створюють рекламні кампанії для різних клієнтів. Вони можуть зацікавитися анімаційними елементами для своїх проектів.

Фріланс-проекти: можна шукати фріланс-проекти на платформах, які з'єднують розробників анімації з клієнтами. Такі платформи, як *Upwork*, *Freelancer* або *Fiverr*, надають можливість пропонувати свої послуги і знаходити клієнтів з різних галузей.

## 5.2 Витрати на розробку

За орієнтованими розрахунками, загальні витрати на розробку оцінюються на суму 53 275 гривень, що відповідає приблизно 1444 доларів США. Детальний розподіл цих витрат наведено в таблиці 5.1.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Таблиця 5.1

Статті витрат	Кількість	Одиниця виміру	Ціна (грн.)	Вартість (грн.)
Зарплата студента	140 годин	годин	60	8400
Зарплата керівника	20 годин	годин	200	4000
Оренда офісу	1 місяць	місяць	1800	1800
Електроенергія	1 місяць	місяць	175	175
Опалення	1 місяць	місяць	750	750
Інтернет	1 місяць	місяць	250	250
Комп'ютерна техніка	1 шт.	штука	26500	26500
Програмне забезпечення	2 шт.	штука	1500	3000
Резервний фонд	–	–	–	7000
Всього:				51 875

Розрахунок витрат на електроенергію

Споживання електроенергії комп'ютером – 600 Вт/год

Кількість годин роботи – 140

Ціна на світло– 2,64 грн за 1 кВт

$$\frac{600 \cdot 140}{100} \cdot 2,64 = 221,7$$

### 5.3 Визначення науково-технічної ефективності проєкту

При визначенні науково-технічної ефективності (НТЕ) результатів прикладних робіт використовуються показники науково-технічного рівня. Оцінка ефективності науково-технічних розробок і досліджень (НДДКР) здійснюється на основі показника ОНТЕ, який відображає досягнення найвищого можливого рівня, що дорівнює одиниці (1).

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{П}_{НТЕ} \quad (5.1)$$

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

де  $K^{\Phi}_{НТЕ}$  – показник фактичного рівня науково-технічної ефективності, який визначається на основі шкали експертних оцінок;

$K^{\Pi}_{НТЕ}$  – показник потенційно можливого рівня науково-технічної ефективності, який має значення одиниці.

Таким чином, оцінка науково-технічної ефективності НДДКР залежить від співвідношення між фактичним рівнем досягнень і максимально можливим рівнем, який дорівнює одиниці.

Таблиця 5.2

Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Технічна складність	Дуже висока складність	9 – 10	0,30
		Висока складність	7 – 8	
		Середня складність	4 – 6	
		Низька складність	2 – 3	
		Дуже низька складність	0 – 1	
2	Інноваційність	Висока інноваційність	9 – 10	0,25
		Середня інноваційність	6 – 8	
		Низька інноваційність	3 – 5	
		Відсутність інновацій	0 – 2	
3	Художня якість	Висока художня якість	9 – 10	0,30
		Середня художня якість	6 – 8	
		Низька художня якість	3 – 5	
		Відсутність художньої якості	0 – 2	
4	Технічна реалізація	Високий рівень технічної реалізації	9 – 10	0,15
		Середній рівень технічної реалізації	6 – 8	
		Низький рівень технічної реалізації	3 – 5	
		Відсутність технічної реалізації	0 – 2	

Примітка: При порівнянні об'єкта оцінки та його аналогів за однаковими показниками, необхідно використовувати однакові об'єкти для порівняння значень кожного з показників.

Для проведення оцінки визначається КФНТЕ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки. Це досягається шляхом:

- розроблення переліку специфічних показників, які необхідні для виміру науково-технічного рівня розробки;
- формування групи аналогів, які вже реалізовані на світовому та вітчизняному ринках;
- виконання відповідних розрахунків для порівняння показників та визначення балів згідно таблиці 5.2.

Серед специфічних показників можуть бути:

- для нової техніки: продуктивність, споживання інженерних ресурсів для виробництва одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, витрати на експлуатацію одиниці продукції;
- для нових матеріалів і речовин: вміст корисних речовин для виробництва готової продукції, відсоток відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці нового матеріалу;
- для нових технологій: якість виробленої продукції, енергоефективність та трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції.

З метою спрощення визначення КФНТЕ у таблиці 5.3 не введено показника витрат на одиницю продукції.

[1] Зазначена інформація є уривком з документу, посилання на який надане в оригінальному тексті.

Таблиця 5.3

Порівняльні показники щодо виконання оцінки НТЕ

ПОКАЗНИКИ	Варіанти технології	
	Розроблена технологія	Співвідносна технологія
Рівень інноваційності	Середня	Висока
Якість анімації	Висока	Найвища
Реалістичність персонажа	Висока	Висока
Ефективність роботи	Середня	Найвища
Користувальницький досвід	Середній	Висока

На основі порівняння даних у таблиці, присвоюються бали для кожної характеристики в чотирьох групах. За допомогою цих балів обчислюється значення інтегрального показника науково-технічної ефективності (НТЕ) за формулою (2)

$$\text{НТЕ} = \sum \text{Б}_i \times \text{К}_i^3$$

У формулі (2), для кожної групи характеристик індекс "i" приймає значення від 1 до 4. Бали (рейтингові числа) "Б<sub>i</sub>" відображають оцінку кожної характеристики на основі співставлення даних з таблиці. Коефіцієнт значущості показників "К" враховує вагомість кожної групи характеристик у визначенні інтегрального показника НТЕ.

Отримане значення інтегрального показника НТЕ є сумою добутків балів на коефіцієнти значущості для всіх чотирьох груп характеристик. Цей показник надає загальну оцінку науково-технічної ефективності проекту, враховуючи важливість кожної групи характеристик у розрахунку.

Рівень науково-технічної ефективності (НТЕ) НДДКР було розраховано на основі даних, наведених у прикладі таблиці 6.4. В цій таблиці містяться дані про характеристики проекту, які були співставлені та оцінені за допомогою балів.

На основі цих даних, бали були присвоєні для кожної характеристики відповідно до їхнього співставлення у таблиці. Після цього, розраховується рівень НТЕ за формулою, яка використовує суму добутків балів на коефіцієнти значущості для кожної характеристики (табл. 5.4.).

Отримане значення рівня НТЕ відображає оцінку науково-технічної ефективності НДДКР, що базується на наведених даних та їх оцінці. Це дає можливість зрозуміти, наскільки проект досягає поставлених науково-технічних цілей та ефективно використовує наявні ресурси.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Таблиця 5.4

## Експертна оцінка з розрахунками величин інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	8	6	8	7,33	2,19
2	Перспективність	7	8	9	8	2
3	Потенційний масштаб практичного використання	9	8	9	8,66	2,59
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	6	7	8	7	1,0
В С Ь О Г О						7,847

$$\text{НТЕ} = 7,33 \cdot 0,30 + 8 \cdot 0,25 + 8,66 \cdot 0,30 + 7 \cdot 0,15 = 2,19 + 2 + 2,59 + 1,0 = 7,847$$

Результат порівнюється з максимальним значенням, тобто 10 балів ( $10 \cdot 0,30 + 10 \cdot 0,25 + 10 \cdot 0,30 + 10 \cdot 0,15$ ).

Тому, оцінка рівня НТЕ розробляється за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ( $K_{\text{НТЕ}}$ ):

$$K_{\text{НТЕ}} = \frac{\text{НТЕ}}{10} * 100 \%$$

Враховуючи дані з таблиці 6.4, можна підсумувати, що  $K_{\text{НТЕ}}$  дорівнює 78,4%.

Тому:

$$\frac{7,847}{10} * 100\% = 78,4 \%$$

## Висновки до п'ятого розділу

Зробивши економічні розрахунки, можна дійти до висновку, що показник фактичного рівня науково-технічної ефективності проекту дорівнює 78,4 відсоткам.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

## РОЗДІЛ 6

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 6.1 Основні положення охорони праці

Охорона праці – це невід’ємна складова сфери діяльності будь-якої організації, що має на меті забезпечення безпеки та здоров’я працівників під час виконання роботи. В сучасному світі, де ставлення до людського фактору змінюється в кращу сторону, охорона праці набуває все більшої ваги.

Впровадження ефективних заходів з охорони праці має численні переваги. По-перше, воно сприяє зниженню ризику виникнення нещасних випадків та професійних захворювань серед працівників. Це дозволяє зберегти людські життя, здоров’я та фізичну працездатність. По-друге, охорона праці позитивно впливає на якість виробничого процесу та продукції, оскільки зменшується кількість втрат робочого часу через травми та захворювання. Крім того, забезпечення безпеки та здоров’я працівників сприяє підвищенню їхньої мотивації, задоволеності роботою та загальному рівню професійної культури.

Охорона праці є не лише моральною та етичною вимогою, але й юридичною обов’язковістю. У багатьох країнах існують законодавчі норми, які регулюють права та обов’язки роботодавців та працівників у сфері охорони праці. Дотримання цих норм стає необхідністю для будь-якого підприємства, організації чи установи, незалежно від їхньої форми власності чи виду діяльності.

У цьому контексті, розуміння принципів та методів охорони праці, а також їх відповідне застосування, стають невід’ємною умовою успішної діяльності будь-якого суб’єкта господарювання. Це вимагає постійного вдосконалення системи управління охороною праці, навчання персоналу та регулярного аналізу ризиків та безпекових умов на робочих місцях.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

## 6.2 Вимоги безпеки при виконанні робіт на робочому місці

На основі нормативно-правових актів з охорони праці, зокрема НПАОП 0.00-7.15-18 "Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями", можна виділити такі вимоги безпеки при виконанні робіт на робочому місці:

### 1. Організація робочого місця:

- Забезпечення достатньої площі робочого простору для комфортної роботи.
- Розташування робочих місць з урахуванням вимог освітлення, вентиляції та інших ергономічних факторів.
- Наявність необхідного обладнання та інструментів, необхідних для виконання роботи.

### 2. Екранні пристрої:

- Забезпечення якісного та безпечного екрану, що не спотворює зображення та не викликає втоми очей.
- Налаштування яскравості та контрастності екрану відповідно до вимог безпеки та комфорту працівників.
- Регулярна перевірка та обслуговування екранних пристроїв для запобігання виникненню несправностей та аварій.

### 3. Режим роботи та перерви:

- Обмеження тривалості безперервної роботи з екранними пристроями та встановлення регулярних перерв для відпочинку.
- Організація робочого часу з урахуванням оптимального режиму праці та відпочинку для запобігання перенапруженню та втоми працівників.

### 4. Організація робочого місця та устаткування:

- Належне розташування клавіатури, миші та інших пристроїв для забезпечення зручного та безпечного доступу до них.
- Наявність регульованого крісла з підлокітниками та спинкою для підтримки правильної позиції тіла працівника.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

- Забезпечення вільного доступу до необхідних документів та матеріалів без надмірного напруження.

#### 5. Навчання та інструктаж:

- Забезпечення необхідного навчання та інструктажу працівників з питань безпеки та охорони праці при виконанні робіт на робочому місці.

- Пояснення правильних методів та прийомів роботи з екранними пристроями для запобігання можливим травмам та професійним захворюванням.

### **6.3 Мінімальні вимоги безпеки під час роботи з екранними пристроями**

Під час роботи з екранними пристроями дотримання мінімальних вимог безпеки є важливим. Згідно з НПАОП 0.00-7.15-18, ось ключові вимоги безпеки:

1. Регулярне прибирання та чистка робочого місця, включаючи екранний пристрій. Це допомагає уникнути накопичення пилу та забруднень, зберігаючи оптимальну якість роботи пристрою.

2. По завершенні роботи необхідно вимикати екранний пристрій від мережі. Це зменшує споживання енергії та ризик перегріву.

3. В разі аварійної ситуації всі електронні пристрої повинні бути вимкнені від мережі. Це важливо для безпечного відключення від джерела живлення у випадку непередбачених подій.

4. Заборонено проводити технічну роботу (ремонт, налагодження, обслуговування) екранних пристроїв, коли працівник знаходиться на робочому місці. Це зменшує ризик травм та можливих пошкоджень обладнання.

5. Заборонено вимикати захисні прилади та вносити зміни до конструкцій екранних пристроїв. Ці заходи забезпечують безпеку пристроїв та запобігають потенційним небезпекам.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

6. Також необхідно уникати роботи з екранними пристроями, які мають нестабільне зображення або сигнал про несправність. Це може бути ознакою проблеми, яка потребує виправлення або заміни пристрою.

7. Працівники повинні дотримуватись оптимальних умов мікроклімату згідно зі Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Це включає оптимальні значення температури, вологості та провітрювання, щоб забезпечити комфортні умови праці.

#### **6.4 Правила сидіння за комп'ютером**

Сидіння за комп'ютером може бути тривалим і впливати на ваше здоров'я і комфорт. Дотримання правильної позиції тіла під час роботи є важливим для запобігання напругам і травмам.

1. Розташування стільця: Сидячи на стільці, переконайтеся, що ваша спина підтримується повністю із правильною поставою. Спинка стільця повинна підтримувати нижню і верхню частини спини. Регулюйте висоту стільця, щоб ваші ноги стояли рівно на підлозі, а кут між стегнами і тулубом був близько 90 градусів.

2. Розташування екрана: Монітор комп'ютера повинен бути розташований прямо перед вами на рівні очей. Забезпечте достатню відстань між очима і екраном, щоб зменшити напруження очей. Кути перегляду екрана також важливі - налаштуйте його так, щоб уникнути відблисків і неправильної видимості. Приклад правильного сидіння за комп'ютером (рис. 5.1.).

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81



Рис. 5.1 — Приклад правильного сидіння за комп'ютером

3. Розташування клавіатури і миші: Клавіатура повинна бути розташована перед вами на рівні ліктів. Розташуйте мишу поруч з клавіатурою для зручного доступу. Використовуйте підкладку для зап'ястя, щоб уникнути напруження зап'ястя під час використання клавіатури і миші.

4. Постава тіла: Сидячи за комп'ютером, підтримуйте пряму поставу і розслаблені плечі. Не вигинайтеся вперед або назад. Завжди намагайтеся тримати голову вирівняною і не вигинати шию вперед.

5. Перерви та розтяжки: Регулярно робіть короткі перерви під час тривалої роботи за комп'ютером. Під час перерв можна зробити прості розтяжки шиї, рук і спини, щоб розслабити м'язи і покращити кровообіг.

Ці правила допоможуть зберегти ваше здоров'я і зробити роботу за комп'ютером більш комфортною і безпечною. Запам'ятайте, що правильна постава і регулярні перерви є важливими для попередження напруг і травм, пов'язаних із сидячою роботою.

## 6.5 Пожежна безпека при роботі з комп'ютером

Пожежна безпека є важливим аспектом при роботі з комп'ютером. Хоча комп'ютери самі по собі не є великим джерелом вогню, все ж можуть

									Арк.
									82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

виникнути пожежі через електричні неполадки, перевантаження, неправильне використання електроприладів або необережне поводження з електропроводкою.

1. Електрична безпека: Переконайтеся, що використовувані електроприлади, включаючи комп'ютер, монітор, клавіатуру і мишу, мають належні сертифікації і відповідають нормам безпеки. Уникайте перевантаження розеток, використовуйте лише якісні і надійні електричні кабелі, і регулярно перевіряйте їх на пошкодження. Також важливо уникати перегрівання комп'ютера шляхом вільного доступу повітря до вентиляційних отворів.

2. Правильне використання електроприладів: Пам'ятайте, що підключення та відключення електроприладів, включаючи комп'ютер і його аксесуари, слід здійснювати за безпечних умов. Не тягніть за кабель, коли відключаєте пристрій, а використовуйте сам кабель. Уникайте перегинання і стискання кабелів, оскільки це може призвести до пошкоджень і надмірного нагрівання.

3. Вимкнення обладнання: Після закінчення роботи завжди вимикайте комп'ютер та інші електроприлади. Це допоможе запобігти виникненню непередбачених ситуацій, пов'язаних з електронікою, і зменшить споживання електроенергії.

4. Пожежні запобіжні заходи: Установіть пожежний датчик та вогнегасник у приміщенні, де працюєте з комп'ютером. Регулярно перевіряйте їх на наявність заряду та функціональність. Дотримуйтесь правил щодо використання вогнегасника, якщо виникне пожежа. Також важливо знати місцезнаходження ближчої виходу в разі евакуації.

5. Використання стійкого меблів: Переконайтеся, що ваш робочий стіл або стілець є стійкими і надійними. Уникайте перевантаження столу або накладання надмірного навантаження на його краї, оскільки це може спричинити його перекидання та пошкодження електроніки.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

6. Безпека кабелів: Уникайте прокладання кабелів під килими або меблями, оскільки це може призвести до перегрівання і загоряння. Відстежуйте свої кабелі та переконайтеся, що вони не пошкоджені або обгризені. Це особливо важливо, якщо у вас є домашні тварини.

7. Керування кабелями: Організуйте кабелі комп'ютера та його пристроїв таким чином, щоб вони не перешкождали руху або не створювали заплутаність. Використовуйте кабельні тримачі або спеціальні системи для керування кабелями, щоб підтримувати їх організованими і упорядкованими.

8. Правила використання периферійних пристроїв: Будьте обережні з використанням периферійних пристроїв, таких як принтери, сканери або зарядні пристрої для мобільних пристроїв. Не залишайте їх увімкненими без нагляду, особливо нічого надворі чи непримітного. Регулярно перевіряйте їх стан та вимкніть їх, якщо вони не використовуються.

9. Оптимальна вентиляція: Забезпечте належну вентиляцію приміщення, де знаходиться комп'ютер. Захистіть вентиляційні отвори від забруднення та перешкод, щоб уникнути перегріву компонентів комп'ютера.

10. Знання про евакуацію: Ознайомтесь з процедурою евакуації і місцезнаходженням ближчих виходів. У разі пожежі негайно покиньте приміщення і дотримуйтеся інструкцій безпеки.

Загалом, дотримання основних принципів пожежної безпеки, таких як правильне використання електроприладів, організація кабелів і використання безпечного меблів, допоможе зменшити ризик пожежі при роботі з комп'ютером.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

## Висновок до шостого розділу

У даному розділі були розглянуті важливі аспекти безпеки під час роботи з комп'ютером, включаючи вимоги щодо безпеки на робочому місці та правила сидіння за комп'ютером. Крім того, було надано рекомендації щодо дій працівників у разі виникнення надзвичайних ситуацій, таких як отримання електротравми або пожежі. Ці правила та вказівки допоможуть працівникам діяти ефективно і безпечно у випадку небезпеки, забезпечуючи безпеку як для самих працівників, так і для оточуючих людей.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження, проведене у рамках дипломної роботи, надало глибоке розуміння сутності анімації як широкої та розмаїтої області. Воно охопило історію виникнення анімації, різноманітні види технологій та методів, що використовуються у процесі створення рухомих зображень.

Створення комп'ютерної анімації включає в себе використання різних технологій, таких як 3D-моделювання, текстурування, освітлення та рендеринг, що дозволяють створювати реалістичні та деталізовані анімаційні сцени.

Сучасні тенденції використання комп'ютерної анімації є різноманітними і включають її застосування у кіноіндустрії, відеоіграх, рекламі та багатьох інших галузях. Комп'ютерна анімація дозволяє творчо виразити свої ідеї та створити захоплюючі візуальні ефекти.

Для реалізації комп'ютерної 3D анімації доступні різні програмні засоби, що надають широкий набір інструментів для моделювання, анімації, текстурування та рендерингу.

У ході проектування детально описується кожен крок створення анімації. Додатково використана програма *Adobe After Effects* для комбінування отриманих кадрів.

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Computer Animation* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_animation](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_animation)
2. Анімація. Види анімації. Комп'ютерна анімація – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://axiom.at.ua/index/informatika/0-39>
3. «Актуальні проблеми сучасного дизайну» Київ, КНУТД//Особливості розробки сучасних анімаційних персонажів, 2021. С 110-113.
4. 3D-моделі персонажей: етапи створення – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://gb.ru/blog/3d-modeli-personazhej/>
5. *Autodesk Maya* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk\\_Maya](https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Maya)
6. *Blender (software)* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Blender\\_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Blender_(software))
7. *Cinema 4D* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Cinema\\_4D](https://en.wikipedia.org/wiki/Cinema_4D)
8. *ZBrush* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/ZBrush>
9. *Autodesk 3ds Max* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk\\_3ds\\_Max](https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_3ds_Max)
10. *Adobe After Effects* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_After\\_Effects](https://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_After_Effects)
11. *Rigging in Maya* [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.educba.com/rigging-in-maya/>
12. *3D Modeling with Maya: The Basics & Tools – All3DP* [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://all3dp.com/2/3d-modeling-maya-tools-basics/>
13. *Adobe Fuse CC* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_Fuse\\_CC](https://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Fuse_CC)

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

14. *10 Best 3D Chharacters Design Software in 2023* [Електронний ресурс]  
– Режим доступу: <https://www.selfcad.com/blog/10-best-3d-character-design-software>

15. *Look development using the Hypershade in Maya* [Електронний ресурс]  
– Режим доступу: <https://irendering.net/look-development-using-the-hypershade-in-maya/>

16. *Trax Editor vs Time Editor: What`s the Difference?* [Електронний ресурс]  
– Режим доступу: <https://www.3dbiology.com/trax-editor-vs-time-editor-whats-the-difference/>

17. *Houdini (software)* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Houdini\\_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Houdini_(software))

18. *Unreal Engine* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Unreal\\_Engine](https://en.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine)

19. *Unity (game engine)* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Unity\\_\(game\\_engine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine))

20. *Animation* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Animation>

21. *Nonlinear Animation* [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
<https://docs.blender.org/manual/uk/dev/editors/nla/index.html>

22. *Low poly* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Low\\_poly](https://en.wikipedia.org/wiki/Low_poly)

23. *Motion Capture* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Motion\\_capture](https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture)

24. *Key Frame* – Вікіпедія [Електронний ресурс] – Режим доступу:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Key\\_frame](https://en.wikipedia.org/wiki/Key_frame)

					КРБ.КІ.1.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

## ДОДАТКИ

### Додаток А. Кадри анімації



Рис. А.1 – Кадр 1



Рис. А.2 – Кадр 2

					КРБ.КІ.2.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89



Рис. А.3 – Кадр 3



Рис. А.4 – Кадр 4

					КРБ.КІ.2.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

# Анімація персонажа у місті майбутнього

ДОПОВІДАЧ:

ВОЙЧИК Я.В.

ГРУПА 542, ОНТУ

ДИП. КЕРІВНИК

КОЛУМБА. І.В.



Рис. Б.1 – Слайд №1

2

## Мета роботи, об'єкт та предмет дослідження

**Мета роботи:** створення анімації персонажа на основі нелінійної анімації

**Об'єктом дослідження** — процес створення анімації персонажа на основі нелінійної анімації

**Предметом дослідження** — технології створення анімації персонажа на основі нелінійної анімації

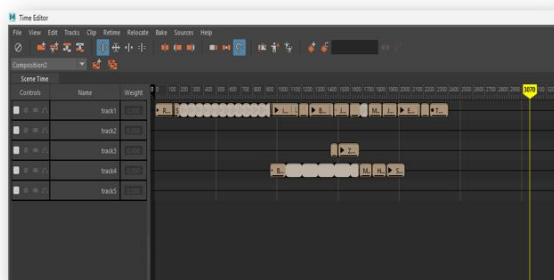


Рис. Б.2 – Слайд №2

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Програмне забезпечення для анімації



AUTODESK®  
MAYA®

3

Програма для візуалізації, моделювання та анімації — Autodesk Maya

Плюси — функціонал, реалізм анімації, гнучка інтеграція плагінів, можливості моделювання

Мінуси — велика вартість, високі системні вимоги, складність навчання

Рис. Б.3 – Слайд №3

## ПЛАНУВАННЯ сцени для анімації

Ідея: місто недалекого майбутнього

Об'єкти на сцені: хмарочоси, авто, застарілі будинки, рекламні вивіски, інші невеликі деталі

Сюжет: боротьба головного героя проти супер солдат



4

Рис. Б.4 – Слайд №4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.440-03.1.8

Арк.


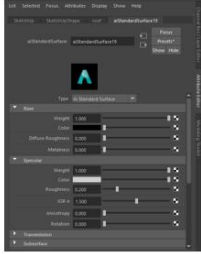
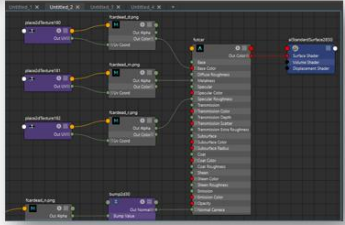
92

## Процес текстурування

Головне вікно редактора **HyperShade**, який керує матеріалами об'єктів сцени

Вікно **HyperShade**

5

Підключення нодів до матеріалу у вікні **HyperShade**

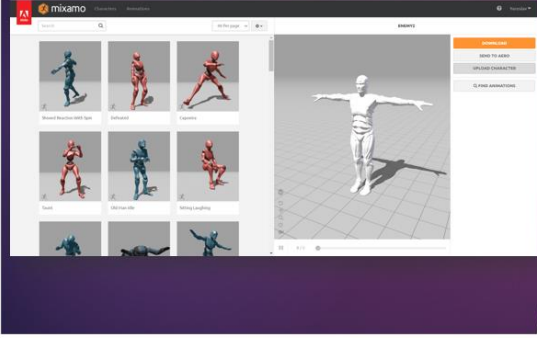
Вкладка **Attribute Editor**, у якій підключаються текстурні карти

Рис. Б.5 – Слайд №5

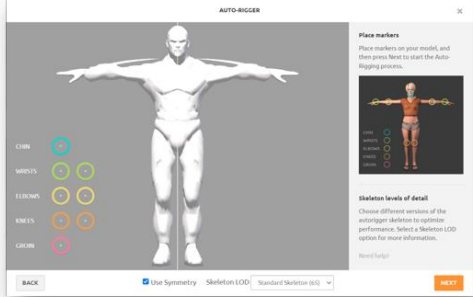
## Створення скелету для персонажа

Онлайн-сервіс для завантаження готових анімацій та персонажів — **Adobe Mixamo**

Пропонує багато видів реалістичних анімацій на різноманітні теми



6



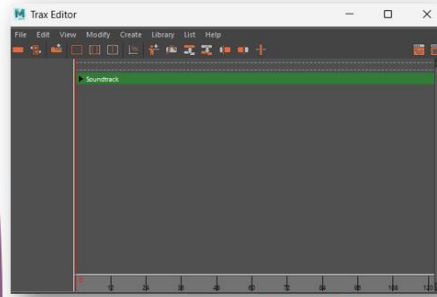
Процес авторигінгу персонажу

Рис. Б.6 – Слайд №6

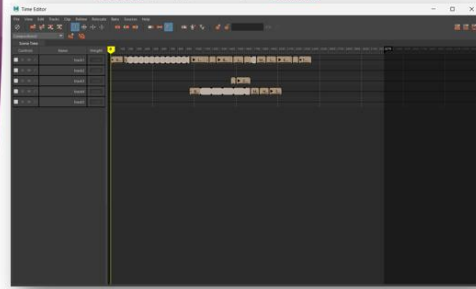
## Редактори анімаційних кліпів

У програмі Maya існує два види редакторів анімаційних кліпів:

1. [Trax Editor](#)
2. [Time Editor](#)



Вікно редактора [Trax Editor](#)



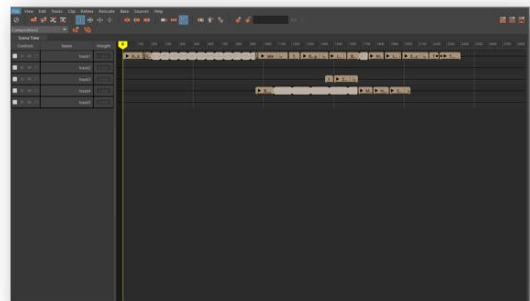
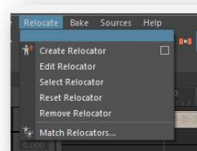
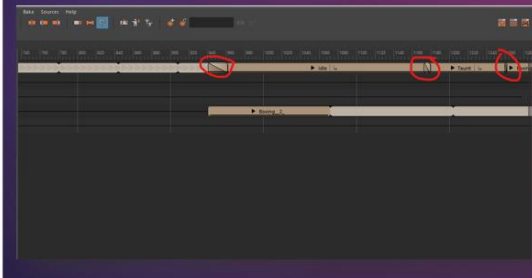
Вікно редактора [Time Editor](#)

7

Рис. Б.7 – Слайд №7

## Процес анімації персонажа

1. Завантаження кліпів з сервісу [Mixamo](#)
2. Комбінування кліпів у редакторі [Time Editor](#)
3. Редагування об'єднаних кліпів для плавного переходу між ними



8

Рис. Б.8 – Слайд №8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.440-03.1.8

Арк.

94

## Економічні розрахунки

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	8	6	8	7,33	2,19
2	Перспективність	7	8	9	8	2
3	Потенційний масштаб практичного використання	9	8	9	8,66	2,59
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	6	7	8	7	1,0
В С Ъ О Г О						7,847

Рис. Б.9 – Слайд №9

Дякую за увагу!

Рис. Б.10 – Слайд №10

					КРБ.КІ.О.440-03.1.8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95