

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Розробка анімованого персонажу в стилі anime з
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)
реалізацією реалістичного одягу

Здобувача Карпунхіна А.А.
(прізвище, ініціали)

2 ск. курсу 543б групи

Керівники: к.т.н., доц. Шестопалов С.В.
(посада, прізвище та ініціали)
ст. викл. Жуковецька С.Л.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: _____
(посада, прізвище та ініціали)
Phd, ст.викл. Богданов О.О.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 05.06 2024 р., протокол № 8

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

Одеса – 2024 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
« 30 » серпня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Карпуніна Антона Андрійовича

- Тема роботи Розробка анімованого персонажу в стилі anime з реалізацією реалістичного одягу.
- Затверджена наказом університету від « 30 » серпня 2023 р., наказ № 442-03
- Термін здачі здобувачем закінченої роботи 28 травня 2024 р.
- Вихідні дані роботи
 - Програма для моделювання «Blender 3D».
 - Програма для створення одягу «Marvelous Designer».
 - Ассети.
 - Програма для створення відео «Adobe Premiere Pro».
 - Програма для створення ефектів «Adobe After Effects».
 - Текстовий редактор Microsoft Word.
 - Редактор презентацій Microsoft PowerPoint
- Перелік питань, які потрібно розробити
 - Вступ.
 - Дослідження предметної області.
 - Проектування.
 - Практична частина.
 - Економічна частина.
 - Охорона праці.
 - Загальні висновки.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 - Слайд 2. Актуальність розробки проєкту.
 - Слайд 5. Особливості та характерні ознаки стилю anime.
 - Слайд 6. Аналоги.
 - Слайд 8. Пайплайн.
 - Слайд 9. Ідея та концепція.
 - Слайд 11. Визначення методів та технологій для реалізації проєкту.
 - Слайд 17. Моделювання персонажа.
 - Слайд 20. Моделювання одягу.
 - Слайд 22. Створення текстур.
 - Слайд 23. Рендер.
 - Слайд 25. Створення відео та ефектів.
 - Слайд 26. Демонстраційне відео.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>	<i>Phd, ст. викл. Богданов О.О.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>к.т.н., доц. Шестопапов С.В.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>ст. викл. Жуковецька С.Л.</i>		

7. Дата видачі завдання 30.08.2023

Керівники

Сергій ШЕСТОПАЛОВ

Світлана ЖУКОВЕЦЬКА

Завдання прийняв до виконання

Антон КАРПУХІН

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Дослідження предметної області</i>	<i>26.10.2023</i>	
2.	<i>Дослідження існуючих аналогів</i>	<i>30.11.2023</i>	
3.	<i>Дослідження особливостей та характерних ознак стилю апіте</i>	<i>28.01.2023</i>	
4.	<i>Проектування</i>	<i>28.03.2024</i>	
5.	<i>Розробка моделі та одягу</i>	<i>28.04.2024</i>	
6.	<i>Підготовка техніко-економічної частини</i>	<i>15.05.2024</i>	
7.	<i>Підготовка розділу охорони праці</i>	<i>15.05.2024</i>	
8.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>27.05.2024</i>	
9.	<i>Оформлення графічної частини</i>	<i>27.05.2024</i>	

Здобувач-дипломник

Антон КАРПУХІН

Керівники роботи

Сергій ШЕСТОПАЛОВ

Світлана ЖУКОВЕЦЬКА

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

Антон КАРПУХІН

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу. С стиль *anime* виділяється своєю особливою увагою до вкладання символізму у різні деталі персонажа та його одягу, а також загального образу персонажа. Крім того, символізм в стилі *anime* потребує розуміння, які символи треба використовувати в певних ситуаціях для того, щоб створити унікального персонажа.

В першому розділі проведений аналіз предметної області та дослідження існуючих аналогів, порівняння особливостей аналогів та постановка задачі.

В другому розділі розроблено пайплайн та визначенні методи та технології для реалізації проєкту.

У третьому розділі обґрунтовується вибір інструментів і детально описується процес створення моделі та одягу.

У четвертому розділі описане організаційно-економічне та маркетингове обґрунтування проєкту персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу. Проведенні економічні розрахунки. Розроблено та описано бізнес план стартапу.

У п'ятому розділі детально розглянута охорони праці при роботі з персональним комп'ютером.

Результатом роботи є модель персонажа з реалістичним одягом та анімаціями, текстурами та *UV*-розгортками, а також демонстраційне відео.

Ключові слова: пайплайн, одяг, модель, *3D*, аніме, *UV*-розгортка, анімація, відео, ефект, символізм, *High-poly*, *Low-poly*, запікання, текстура.

ABSTRACT

The qualification work is devoted to the development of an animated character in the style of anime with the implementation of realistic clothes. The anime style is distinguished by its special attention to the investment of symbolism in the various details of the character and his clothing, as well as the overall image of the character. In addition, anime symbolism requires an understanding of which symbols to use in certain situations in order to create a unique character.

In the first section, an analysis of the subject area and a study of existing analogues, a comparison of the characteristics of analogues and a resolution of the problem were carried out.

In the second section, the pipeline is developed and the methods and technologies for the implementation of the project are defined.

The third section justifies the choice of tools and describes in detail the process of creating a model and clothes.

The fourth chapter describes the organizational, economic and marketing justification of the anime-style character project with the implementation of realistic clothing. Conducted economic calculations. The business plan of the startup was developed and described.

In the fifth chapter, labor protection when working with a personal computer is considered in detail.

The result is a character model with realistic clothing and animations, textures and UV sweeps, as well as a demo video.

Keywords: *pipeline, clothing, model, 3D, anime, UV, animation, video, effect, symbolism, High-poly, Low-poly, baking, texture.*

2.3.4 Скелетна анімація	46
2.3.5 Нелінійна анімація	49
2.4 Реалістичний одяг	50
2.4.1 Математична основа <i>nCloth (Cloth)</i>	50
2.4.2 Моделювання одягу	52
2.4.3 Анімація одягу.....	57
Висновки до другого розділу	58
РОЗДІЛ 3 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	59
3.1 Вибір засобів розробки	59
3.2 Моделювання персонажу	63
3.2.1 <i>High-poly</i> моделювання	63
3.2.2 <i>Low-poly</i> моделювання	66
3.2.3 <i>UV</i> -розгортка та запікання	67
3.3 Анімація	69
3.4 Створення реалістичного одягу.....	72
3.4.1 Моделювання одягу	72
3.4.2 Анімація одягу.....	77
3.5 Створення текстур.....	79
3.6 Створення навколишнього середовища.....	81
3.7 Рендеринг та створення відео	84
Висновки до третього розділу.....	90
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	91
4.1 Організаційно-економічне та маркетингове обґрунтування проєкту	91
4.1.1 Порівняльний аналіз пропонованого проєкту.....	91
4.1.2 Організаційне обґрунтування	94
4.1.3 Маркетингове обґрунтування проєкту.	96
4.2 Економічні розрахунки.....	97
4.2.1 Визначення трудомісткості розробки програмного продукту (ПП)...	97
4.2.2 Визначення ціни ПП	99
4.2.3 Визначення показника економічної ефективності	103

4.3 Бізнес план стартап-проєкту	106
Висновки до четвертого розділу.....	108
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	109
5.1 Правила використання комп'ютера	109
5.2 Електробезпека.....	111
5.3 Пожежна безпека.....	112
5.4 Освітлення	113
5.5 Кондиціонування.....	114
5.6 Перша допомога	114
Висновки до п'ятого розділу	115
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	116
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	118
ДОДАТКИ.....	122
Додаток А Графічний матеріал.....	122

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

Культура *anime* (аніме) – це сучасне явище, котре прийшло із Японії. Вона вплинула на всі можливі напрями, де використовується 3D-моделювання, це ігри, створення моделей, фігурок та анімація. Кожного дня культура аніме розширюється та розвивається й із цим приносить нові ідеї в галузь 3D-моделювання.

Аніме вплинуло на дизайн та емоційну виразність персонажів, саме аніме персонажі першими спадають на думку, коли говоримо про емоції та цікаві дизайнерські рішення для створення нового персонажу, оскільки в аніме персонаж має виразні очі, багату палітру кольорів та ще величезну купу деталей, які можуть надати короткий опис персонажу. Емоційність в аніме теж дуже цікава та велика тема і її вплив на 3D-анімацію дуже великий, тому що щоби передати такі ж емоції персонажу в 3D треба використовувати комбінації різних технологій анімації та моделювання, що спонукає розробників програмного забезпечення до створення більш гнучких інструментів, щоб аніматори та моделери могли досягти саме такого рівня емоційності, як в аніме.

Треба зауважити, що під час моделюванні одягу в аніме стилі для ігор йому роблять менш реалістичну поведінку, щоб не навантажувати систему, але під час анімації для серіалів або короткометражок, йому намагаються надати максимально реалістичну поведінку.

Також великий внесок був зроблений завдяки акцентові на деталях, як у сюжеті, так і в анімації. Навіть найменша дрібниця або річ, які здаються, не важливими з першого погляду, надалі можуть, набути особливого значення, як для персонажа, так і для сюжету.

Аніме також додало цікавих візуальних рішень у побудову сцени, наприклад: стилізовані ефекти, поєднання 2D і 3D, поєднання статичних та динамічних кадрів. Кожне із цих технічних рішень є достатньо складним у реалізації, оскільки для отримання якісного результату треба розуміти, як

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реалізувати те чи інше рішення і, чи буде це рішення доречним у тому чи іншому випадку.

Актуальність теми. Відомо, що у 2023 році гру *Genshin Impact* [1], яка виконана в стилі аніме, було завантажено 139,5 млн разів і це не враховуючи 2024 рік, оскільки точних даних немає. Гра набула такої популярності тому, що має цікавий сюжет, великий відкритий світ, пророблених персонажів в стилі аніме та цікаві механіки, які пов'язані з геймплеем та розблокуванням нового контенту. Майже кожен місяць виходять нові серіали та фільми, які привносять щось нове у стиль аніме. Останнім із дуже популярних фільмів є «Хлопчик і чапля», який станом на 28 березня 2024 року, загалом зібрав 173,1 мільйона доларів США[2]. Культура аніме сьогодні є досить популярною і досить розповсюдженою в ігровій, кіноіндустрії та мультиплікації. Тому розробка анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу є актуальною.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу.

Об'єктом дослідження є процес розробки анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу.

Предметом дослідження є методи розробки анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз предметної області, дослідити існуючі аналоги та здійснити постановку задачі.
2. Розробити пайплайн, який включає в себе препродакшн, продакшн та постпродакшн.
3. Обрати технології та методи реалізації.
4. Підібрати референси та додаткові матеріали.
5. Обрати середовища для розробки.
6. Розробити 3D-модель персонажу в стилі *anime*.
7. Розробити 3D-моделі навколишнього середовища.
8. Розробити реалістичний одяг.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

9. Створити та додати текстури для всіх моделей.
10. Створити анімації для персонажу.
11. Створити анімації одягу.

Методи розробки (дослідження). Для досягнення цілей у розробці анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу використовуються наступні методи: скелетна та нелінійна анімація, *high-poly* та *low-poly* моделювання, *UV* розгортка та запікання карт.

Наукова новизна одержаних результатів. Полягає у удосконаленні стеку методів та технологій 3D-моделювання, анімації та текстурування персонажу та його одягу, а також комбінації ефектів для отримання більш якісного та реалістичного зображення в стилі аніме.

Практичне значення одержаних результатів. Полягає у тому, що запропонований стек методів та технологій може бути в подальшому використаний в навчальному процесі для розробки моделей персонажів з реалістичним одягом. Розроблена модель персонажу в двох варіантах *High-poly* та *Low-poly* з реалістичним одягом може використовуватися в іграх, медіаконтенті та в якості аватара для штучного інтелекту в програмах.

Апробація результатів роботи і публікації. Дослідження ключових особливостей ігрових персонажів в стилі Аніме. Шестопалов С.В., Карпукін А.А. // Матеріали XXIV Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів. Одеса, 18-19 квітня 2024 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2024 р. – С. 436 – 437.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аніме як культурне явище

Аніме від англійського слова *animation* – це японський стиль анімації, якому притаманні символізм, барвистість та футуристичне оточення, яке орієнтується не на дитячу, а на підліткову та дорослу аудиторію [3]. Аніме популярне не тільки в Японії, а також і у всьому іншому світі.

Історія японської анімації починається з трьох втрачених анімаційних фільмів. У 1917 році був створений «Новий альбом нарисів» автором якого був Хекотен Шімокава. Цей анімаційний фільм був зроблений за допомогою крейди, чорної дошки та камери. Також у тому ж році з'являється «Як краб помстився мавпі» автором якого був Сейтаро Кітаяма, а через рік у 1918 році він створює «Момотаро». На жаль зберігся лише один кадр з анімаційного фільму «Як краб помстився мавпі» (рис. 1.1) [4].



Рис. 1.1 – Кадр із анімаційного фільму «Як краб помстився мавпі»

Другим важливим етапом розвитку аніме є серіал «*Tetsuwan Atom*», який був зроблений студією «*Mushi Productions*» у 1963 році, яка була заснована так

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

званим «богом аніме і манги» Тедзука Осамою. Саме він створив сучасні тенденції аніме, які бачимо кожного дня [5].

Третім етапом є 1980-ті роки – це «Золота доба» для культури аніме. В цю добу з'являється одна з найтриваліших активних медіа франшиз в історії аніме – це франшиза «*Gundam*» [6], а також – анімаційний науково-фантастичний фільм «*Akira*» [7], який встановив рекорд бюджету аніме-фільму і створив абсолютно новий стиль анімації.

Четвертим та останнім етапом розвитку аніме культури є фільми «культового» Хаяо Міядзакі [8]. Він здобуває свою популярність під час «Золотої доби» і продовжує створювати фільми й зараз. Першими його шедеврами є «Навсікая з Долини Вітрів» 1984 року, «Небесний замок Лапута» 1986 року, «Мій сусід Тоторо» 1988 року. Але тільки після виходу фільму «Принцеса Мононоке» у 1997 році, він стає популярним і в інших країнах.

1.2 Особливості та характерні ознаки стилю *anime*

Аніме відрізняється характерною манерою зображення персонажів та фону. Гарним прикладом у цій ситуації слугують очі персонажа, оскільки через очі можна зрозуміти, що за персонаж перед вами (рис. 1.2). Форма очей має особливе значення, виділяють наступні типи залежно від характеру персонажа:

1. Позитивний та веселий персонаж зазвичай має великі та блискучі очі, які наповнені життям.

2. Похмурий або негативний персонаж має звужені очі, часто їх малюють схожими на очі якого-небудь хижого птаха або змії.

3. Хитрі персонажі мають очі лисиці – наче весь час заплющені, ніби персонаж постійно усміхається, проте, треба розуміти, що очі сонько малюють так само.

4. Персонаж не є романтичним, але водночас не злий, хитрий або замкнутий, скоріш за все він буде мати великі очі, але з маленькими зіницями-крапками.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

5. Персонажа якого позбавили волі або душі завдяки магії зображають з очима, які стають млявими – з них зникає життя, а це значить, що й увесь блиск. Також такі очі можуть свідчити про те, що персонаж пройшов через досвід, що травмував його, і зараз перебуває в депресії або ж, як варіант, він просто замкнувся в собі й намагається не показувати емоції.

6. Очі дітей зображають дуже великими, що зображає їх відкритість та наївність, а очі людей похилого віку малюють маленькими, з маленькими зіницями. Зазвичай чим старший персонаж – тим меншими в нього будуть намальовані очі, що відображає, як людина дорослішає.

Колір очей теж грає важливу роль у особистості персонажа. Колір відображає якусь рису характеру персонажа, існують наступні пояснення для кольорів:

1. Коричневі очі – відображають звичайність, простоту, теплоту та прямодушність, а також у японців переважно саме такі кольори очей, тому він найбільш нейтральний.
2. Чорні очі вказують на звичайність персонажу, але також можуть вказувати на егоїстичність, пихатість та зарозумілість.
3. Жовті очі вказують на цілеспрямованість, незвичайність та непередбачуваність персонажу.
4. Зелені очі вказують на володіння талантом або талантами, які не притаманні звичайним людям.
5. Блакитні очі відображають романтичну сторону персонажу, що здатен на глибокі тонкі почуття.
6. Сині очі відображають харизму та лідерство, персонаж з такими очима легко отримує симпатію оточуючих.
7. Сірі очі вказують на стриманість персонажу, його відстороненість та на те, що персонаж неконфліктний.
8. Фіолетові очі відображають нестандартну особистість та її неординарне мислення.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Червоні очі демонічний образ, але не завжди в цей колір вкладають такий сенс.

10. Різнокольорові очі – вказують на агресивність, запальність та налаштованість на битву або конфлікт.

Колір та як намальовані очі є дуже важливим у розумінні характеру персонажа та його життя.



Рис. 1.2 – Очі аніме персонажів

Також дуже важливим в аніме є символіка, яка дає змогу завдяки якимось графічним рішенням передати емоції або характер персонажа. Такі рішення поділяють в основному на дві категорії, це зовнішній вигляд персонажу та його дії. У зовнішньому вигляді важливим є волосся, оскільки воно відображає характер персонажу, рожеве – внутрішню чистоту та невинність, блакитне – верховенство інтелекту та відстороненість від суспільства, зелене – це особлива система цінностей та принципів, тут дуже важливо розуміти, що для японців із темним волоссям чорний колір є звичайним кольором, який нічого не виділяє,

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

а інші кольори підкреслюють якусь особливість характеру персонажу, також японці вважають, що інші кольори – це алегорія, а не справжній колір.

Хотілось би зазначити і де-які емоційні ефекти, наприклад: потоки сліз з очей – незначний, швидше гумористичний плач, до якого не варто серйозно відноситись, одна крапля поруч з головою – виражає надзвичайне здивування за якийсь вчинок, слова чи думки.

Ще із зовнішнього вигляду можна зазначити карикатурно-маленьке зображення персонажа (чібі) – це означає, що персонаж поводить себе, як дитина, тому їх малюють зменшеними копіями самих себе (рис. 1.3).



Рис. 1.3 – Персонаж у вигляді чібі

Цікавою реакцією персонажа є лють, яка була викликана дрібним порізом на обличчі, який в свою чергу з'явився від удару суперника, тому що в Японії фраза «у вас дуже гарна шкіра» – один із найсильніших компліментів, тому приділяється велика увага до вроди обличчя. Такі сцени дуже часто трапляються під час або перед поєдинком. В аніме це щось на зразок кидання рукавички в суперника.

Важливою дією є відрізання волосся – це знак відмови персонажу від поточного життя, саме таким чином персонаж перероджується і стає на інший шлях (рис. 1.4).

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



Рис. 1.4 – Персонаж відрізає своє волосся

Окремою та дуже важливою темою у стилі аніме є зображення одягу. Зазвичай, в одяг теж вкладають певний символізм та намагаються максимально зробити одяг відповідний до діяльності та стилю життя персонажа. Також при певних ситуаціях малюють пошкодження на одязі, якщо ситуація того потребує, а також можуть змінити стиль одягу для персонажу залежно від етапу його життя.

Одяг персонажу є важливим з точки зору розуміння його характеру та життя, він має велику роль у відображенні поточного стану персонажу, ось деякі важливі символи в одязі:

1. Розстібнутий гудзик на одязі персонажа, символізує розгубленість персонажа або розслабленість персонажа.
2. Пошкоджений одяг символізує тяжкий стан персонажа після якоїсь події, наприклад, після участі в бою.
3. Стиль одягу «мілітарі» (військовий стиль) вказує на те, що персонаж має зв'язки з військом або брав/бере участь у бойових діях.
4. Пов'язки створені з бинтів, які приховують шрами або якісь особливості персонажа, можуть вказувати на небажання персонажу відкриватися іншим.

В одязі персонажів можуть бути прикраси, які можуть набувати певного символізму, ось деякі з них:

- пір'я символізує волю персонажа наче вітер;

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- квіти символізують зв'язок з природою;
- шестерні та хімічні колби можуть символізувати, що персонаж має відношення до науки;
- сувої та книжки, які прикріплені до одягу, можуть символізувати магічну чи релігійну частину життя персонажа.

Стосовно анімації одягу, то тут треба розуміти, що 2D і 3D анімація робиться інакше, тобто одні елементи в 2D можуть бути анімовані, а в 3D ці ж елементи не анімуються, така ситуація може працювати і навпаки. Інколи деякі елементи анімуються, але при умові спрощення анімації для елемента або спрощенні елемента, який анімують.

3D в аніме, як явище, порівняно з класичною анімацією нове, оскільки саме аніме з'явилося у XX столітті, а 3D в аніме стало більш-менш популярним у 2015 році. Ігри та серіали в 3D виходили й раніше, але саме з 2015 року стався так званий «бум» на 3D графіку та персонажів у стилі аніме, усе почалося з виходу гри *Tales of Zestiria* від студії *Bandai Namco Studio* [9] у 2015 році, після чого виходить аніме серіал *Tales of Zestiria the X* [10] у 2016 році й це додає популярності серії *Tales*. Після чого стається анонс *Tales of Berseria* [11] в той час, поки ще виходить аніме серіал, ця гра – це приквел до *Tales of Zestiria*. *Tales of Berseria* виходить у 2017 році після закінчення аніме серіалу й це дає нову хвилю популярності 3D в аніме індустрії (рис. 1.5).



Рис. 1.5 – Скріншот із гри *Tales of Berseria*

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Окрім серії ігор *Tales* значний внесок зробив вихід продовження «культового» аніме «Берсерк» [12] у 2016 році (рис. 1.6). Якщо перший сезон цього аніме був намальованим у 2D, то другий сезон вийшов у 3D. Це аніме створює багато суперечок між фанатами через те, що 3D анімація була новинкою для аніме загалом, та ще можна зауважити, що до цього 3D в аніме було дуже мало, використовували його не часто й тільки для деяких об'єктів. Загалом ситуація навколо цього аніме серіалу позитивно посприяла на 3D в аніме.



Рис. 1.6 – Кадр з аніме «Берсерк»

Згадуючи про серію ігор *Tales* та аніме серіал «Берсерк», неможливо не згадати про ще три гри, які додали ще більшої популярності 3D в стилі аніме, це ігри від компанії *miHoYo Limited*. Першою грою була *Honkai Impact 3rd* [13], вона майстерно поєднала в собі 2D та 3D, а якщо враховувати якісний сюжет, то на той час це було фурором, щоб гра, яка розрахована на мобільний геймінг, мала такий якісний сюжет та якісну 3D анімацію. Гра вийшла в доступ для всього світу у 2018 році та навіть зараз оновлюється, кожне оновлення гравці чекають оскільки сюжет ще не завершений. Зрозумівши, що гра дуже популярна, розробники анонсують у 2019 році нову гру, це *Genshin Impact* (рис. 1.7)[1]. У 2020 році гра була випущена, але це був, лише початок, оскільки в грі було не багато локацій та контенту загалом, але це компенсували якістю моделей персонажів та оточення, а також сюжетом. Зараз *Genshin Impact* має величезну популярність, а контент досі додають із кожним оновленням. Ця гра зробила

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

молодшого брата, оскільки той хворий та вчиться битися, щоб захистити його. Одяг, який вона носить на початку гри, відображає її звичайність, вона не супергерой чи мандрівник, вона звичайна дівчинка, яка просто хоче жити спокійно. Важливим елементом її образу є прихований меч, він виглядає, як наруч, із якого витягується клинок. Саме таку зброю вона використовує для захисту і вивчає спеціальний стиль бою. Треба зауважити, що її волосся довге, але не занадто, а очі блискучі, як у доброго та позитивного персонажа.

Після того, як їх опікун приносить у жертву молодшого брата, а *Velvet* була перетворена на інструмент для поглинання демонів, вона отримує демонічну руку. Згодом ми бачимо, що вона тікає з в'язниці, у якій вона сиділа та поглинала демонів. Тепер у грі настає черга другого образу, вона підросла та її волосся стало незвичайно довгим, а одяг став більш відвертим у червоно-чорних кольорах. Її дії та слова стають жорсткими та холодними, очі більше не блискучі, тепер у них палає бажання помститися, а ще можна зазначити, що вона перестала відчувати смаки. Ці всі зміни відображають, як сильно пережите змінило *Velvet*. Дуже довге волосся та втрата смаку – це символізм, який відображає відмову від звичних речей заради помсти. Також символізмом є колір її жовтих очей – це цілеспрямованість в бажанні помститися. А колір волосся не підкреслює рис її характеру, оскільки чорний – це нейтральний колір (рис. 1.9).



Рис. 1.8 – Перший образ *Velvet*

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Головним елементом у їх одязі є вставки з каміння, яке світиться залежно від тієї стихії, яку використовує персонаж. Цікавим теж є те, що тільки головний герой вміє змінювати стихію, інші персонажі дивуються цьому та питають, як він використовує стихію без «ока бога» (камінь вставлений в оправу, який має колір залежно від стихії, також у середині цього каменю є символ стихії). «Око бога» дається людині, яку визнав Архонт (бог) однієї зі стихій.

Символізм прихований і в очах персонажів, оскільки вони, в залежності кого ми обрали, шукають брата або сестру. Вони будуть продовжувати пошуки незважаючи ні на що. Це підкреслює їх цілеспрямованість, яка відображається жовтим кольором очей.

В свою чергу, колір волосся персонажів вказує на те, що вони не місцеві та виділяються на фоні тих хто живе в цьому світі.



Рис. 1.10 – *Aether* з гри *Genshin Impact*



Рис. 1.11 – *Lumine* з гри *Genshin Impact*

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

1.3.3 *Yae Miko* з гри *Genshin Impact*

Yae Miko – це персонаж із гри *Genshin Impact*, який виступає в ролі NPC та ігрового персонажа. Вона верховна жриця Великого храму Нарукамі, який розташований у регіоні під назвою Інадзума, та нащадок роду Кіцуне [16].

Важливим є те, що при розробці регіону та персонажів із нього розробники надихалися Японською культурою. Одяг *Yae Miko* надихався одягом жриць храмів у Японії, а її образ надихався кіцуне – це міфічне створіння-йокай у японській міфології, воно має вигляд лисиці та має надприродні здібності, а головною здібністю є перетворення на людину.

Yae має очі ніжно-пурпурового кольору, волосся має різні відтінки рожевого, це є дуже важливим оскільки навколо Великого храму Нарукамі ростуть дерева сакури, а також вказує на внутрішню чистоту та невинність персонажу. Також у неї видніються вушка схожі на лисячі, це підкреслює образ кіцуне. На голові в неї золотий аксесуар, а на вушках пара сережок із камінням пурпурового кольору. Пурпуровий колір у її образі відображає стихію, яку вона використовує, це електро (стихія пов'язана з блискавками та електрикою).

Характер *Yae* є загадковим та хитрим, її рухи граціозні, як рухи та поведінка лисиці. Треба також зауважити те, що кожна здібність *Yae* пов'язана або з кіцуне або із сакурою. Коли гравець використовує ультимативну здібність *Yae*, її очі загоряються, як очі лисиці в темряві, на яку потрапило світло, а колір очей підкреслює її неординарність, оскільки фіолетовий та його відтінки демонструють неординарне мислення персонажу. Важливим є і те, що при використанні ультимативну здібності у *Yae* за спиною з'являється образ великої лисиці, а також з'являються прозорі лисячі хвости. Все це нам демонструється в трейлері персонажа під назвою «Божественна кіцуне» (рис. 1.12-1.13) [17].

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Вона одягнена в білу сорочку, яка оголює верхню частину спини та плечі, а також чорний піджак, накинутий на плечі. На лівому лацкані є срібна шпилька-метелик, а на звороті великий візерунок, схожий на павука, у центрі, а також перетинки на обох плечах і бордовий колір усередині. Також є ремінці винного кольору із золотистими акцентами, як на піджаку, так і на стегнах, і рукавички такого ж відтінку (рис. 1.14).

Вона одягнена в чорні шорти з високою талією та нейлонові колготки, а на правій нозі – підв'язка. Вона також носить чорні чоботи з двома різними довжинами: праві йдуть вище коліна, а ліві трохи вище щиколотки.

Треба зазначити те, що її рухи в бою є граціозними, а зброя – витонченою. Вона використовує два *MAC-10(micro-uzi)*, один чорного кольору, а інший – білого, а також катану червоно-вишневого кольору. Також у трейлері нам показують нитки, які світяться рожевим, це підкреслення візерунків павутиння на одязі персонажа та ще показує те, як вона майстерно використовує людей у якості ляльок, ніби то вона ляльковик.

Важливим є і колір очей, він підкреслює її неординарність та незвичайне мислення у бою.

У трейлері персонажу під назвою «Іронія драми», щоби підкреслити її елегантність у бою, на фоні грає мікс двох композицій Вівальді, перша композиція – це «Літо», друга – «Зима» (рис. 1.15) [19].

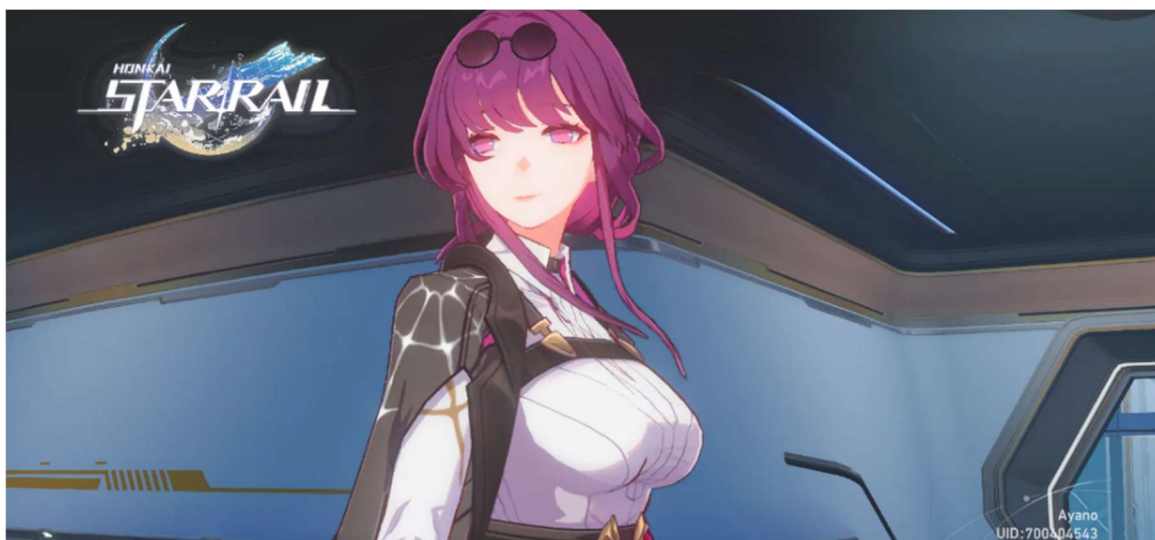


Рис. 1.14 – Скріншот із гри

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26



Рис. 1.15 – Кадр із трейлеру «Іронія драми»

1.3.5 *Topaz and Numby* з гри *Honkai: Star Rail*

У *Topaz* блакитні з синім очі та сріблясто-біле волосся з рудою смугою на чубчику та вся зачіска руда всередині [20].

Вона одягнена в білу сорочку без рукавів, яка розстібається в грудях, має чорний чокер на комірці сорочки, чорний піджак без рукавів, який прикріплений до чорних шортів із високою талією та чорним поясом, червона тканина, яка звисає з її лівого плеча, з діамантом і діадемою на верхній золотій деталі на тканині, золотою медаллю на її лівих грудях із білою тканиною, що звисає з неї. Ще вона носить білі шорти, що обтягують, такої ж довжини, що і її шорти з високою талією, які мають розріз на правому стегні, а також червоний бант, зав'язаний на розрізі стегна, незакріплений чорний рукав, який йде під лікоть, із синім браслетом, який має золоті наконечники, чорна вузька рукавиця такої ж довжини, що і її рукав, а її ліва рукавичка коротка, червона підв'язка на правому стегні із золотим мотузковим ланцюжком і чорні чоботи на підборах.

Її ім'я, очі та золоті вставки це символізм, оскільки топаз – це дорогоцінний камінь, який має багато кольорів, але також в природі трапляється блакитний колір, як і очі персонажу, а золоті елементи на одязі відсилають на її діяльність, вона займає посаду старшого менеджера відділу стратегічних інвестицій та є лідером спеціальної команди пікетування боргів, тобто її діяльність пов'язана із грошима. Також вона має тваринку *Numby*, яка відчуває дорожнотності – це

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

символізм, який знову пов'язаний із її діяльністю. Це все підкреслюється в трейлері персонажу під назвою «Посібник для фахівців» (рис. 1.16) [21].

Також колір її очей підкреслює одразу дві особливості. Перше – це синій, він підкреслює лідерські якості персонажу. Друге – це блакитний, він підкреслює романтику в характері персонажу.

Треба зауважити, що два кольори волосся теж підкреслюють дві риси її характеру. Рудий – це її запальний характер у потрібний момент, а срібний – це колір, який підкреслює загадковість персонажу, персонаж з таким кольором має багато таємниць (рис. 1.17).



Рис. 1.16 – Скріншот із трейлеру «Посібник для фахівців»



Рис. 1.17 – Скріншот із гри *Honkai: Star Rail*

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

1.4 Порівняння зовнішності персонажів

В таблиці 1.1 проведене порівняння зовнішності персонажів та їх одягу в стилі 3D-anime у відомих сучасних іграх.

Таблиця 1.1

Порівняння зовнішності персонажів та їх одягу в стилі 3D-anime у відомих сучасних іграх

Характеристика	Персонажі				
	<i>Velvet Crowe</i>	<i>Lumine/Aether</i>	<i>Yae Miko</i>	<i>Kafka</i>	<i>Topaz and Numby</i>
Колір очей	Жовтий підкреслює цілеспрямованість	Жовтий підкреслює цілеспрямованість	Пурпуровий підкреслює неординарність та внутрішню чистоту	Фіолетовий підкреслює неординарність	Синьо-блакитний підкреслює лідерство та романтичність
Колір волосся	Чорний нічого не виділяє, колір є нейтральним	Жовтий демонструє, що персонажі із іншого світу	Рожевий вказує на невинність та внутрішню чистоту	Темно-рожевий вказує на часткову невинність, оскільки колір темніший	Сріблясто-білий з рудим вказує на загадковість та запальний характер
Анімація одягу	Одяг не анімований, окрім плаща	Анімовані накидки та плаття сестри	Анімовані рукави та нижня частина одягу	Анімовані рукави плащу та його нижня частина	Анімований чорний рукав на правій руці

Характеристика	Персонажі				
	<i>Velvet Crowe</i>	<i>Lumine/Aether</i>	<i>Yae Miko</i>	<i>Kafka</i>	<i>Topaz and Numby</i>
Анімація елементів одягу	Анімовані бинти на лівій руці	Сережки та елементи що світяться	Сережки та прикраси	Анімовані стрічки закріплені на одязі	Прикраси розташовані на одязі
Додатковий символізм	Довге волосся та втрата смаку символізує відмову від себе заради помсти	Узори зірок на одязі вказують на незвичне походження персонажа	Вміння персонажа та лисячі вушка вказують на походження від кіцуне	Візерунки павутини на одязі вказує на небезпеку	Ім'я посилає на коштовний камінь, супутник, який відчуває коштовність і відсилає на роботу персонажа

1.5 Постанова задачі для розробки персонажу

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати кілька кроків, які починаються з проєктування, яке включає в себе розробку пайплайну. В свою чергу пайплайн включає в себе препродакшн, продакшн та постпродакшн. Препродакшн визначає ідею та розробку концепції, розкадрування, пошук референсів та проєктування відеодизайну, в свою чергу продакшн включає в себе створення моделей, створення анімацій, створення текстур, текстурування, формування сцени, створення спецефектів та рендер, а постпродакшн включає в себе кольорову корекцію, додавання візуальних ефектів та додавання звукового супроводу.

Важливим кроком в розробці є обрання середовища для розробки моделі, анімації, текстур, одягу та відео. Важливо обрати середовища в яких буде

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

достатньо різноманітних інструментів і при цьому достатньо невеликі системні вимоги.

Далі необхідно розробити модель персонажу, одяг та анімації для них, після чого розробити сцену на якій буде презентуватися персонаж. Для всього цього необхідно використати різні методи розробки та інструменти середовищ розробки, які були обрані на попередньому етапі. Коли модель та сцена будуть готові, необхідно обробити відео та додати звуковий супровід.

На наступному етапі необхідно перевірити презентабельність отриманого результату та, якщо необхідно, виправити всі візуальні та технічні помилки. Для цього необхідно детально розглянути сцену з моделями та готове відео.

Висновки до першого розділу

1. У результаті аналізу предметної області було дано визначення аніме культури та стилю аніме. Показано основні віхи історії розвитку аніме та стилю аніме.

2. Проаналізовано особливості та характерні ознаки стилю *3D-anime*. До них відносяться: характерний стиль зображення очей, кольори волосся та очей в які закладається певний символізм, символізм, який пов'язаний з поведінкою персонажа та реакція персонажу на якусь ситуацію, одяг персонажу.

3. Проаналізовано сучасні аналоги персонажів в стилі аніме та розібрано символізм в їх зовнішності та одязі.

4. Здійснено постанову задачі, в якій зазначається бажаний результат, що буде відображений у вигляді пайплайну на етапі проектування та при розробці анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТУВАННЯ

2.1 Розробка пайплайну

У моделюванні та анімації розробка пайплайну є надзвичайно важливою частиною роботи та необхідна для ефективної організації та автоматизації робочих процесів при розробці. Пайплайн допомагає зробити структурування задач та розподілення ресурсів, дозволяє виявити проблеми та зменшити витрати часу на розробку.

Пайплайн складається з трьох основних розділів:

- препродакшн;
- продакшн;
- постпродакшн.

Кожен з цих трьох етапів поділяється на під-етапи.

Препродакшн:

- ідея та розробка концепції – пошук оригінальної ідеї та розробка концепту, що саме буде показано у відео;
- розкадрування – замальовка кадрів, які визначають основні події відео;
- пошук референсів – пошук матеріалів для створення персонажів та оточення;
- проєктування відеодизайну – визначення які саме будуть використані ефекти та технічні рішення стосовно відео.

Продакшн:

- створення моделей – створення моделей персонажів та оточення спираючись на референси;
- створення текстур – малювання або пошук текстур для моделей;
- текстурування – накладання текстур на моделі;

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- формування сцени – поєднання різних об’єктів та їх розташування для створення однорідної сцени, додання світла та встановлення камер;
- структурування об’єктів за рівнями та вузлами – використання ієрархії та слоїв;
- анімація – створення скелету та створення анімації;
- створення спецефектів;
- рендер.

Постпродакшн:

- композитінг;
- корекція кольору – зміна, змішування та покращення кольорів;
- додавання візуальних ефектів – використання плагінів та використання інших ефектів;
- додавання звукового супроводу – додавання різних звуків та музики.

Ці три фази є ключовими в процесі створення мультсеріалу, мультфільму, фільму або катсцени в відеогрі. Кожна фаза вимагає спеціальних навичок та координації у команді розробників проєкту, а кожен етап є важливим для створення якісного контенту.

Розроблений пайплайн продемонстрований на рисунку 2.1.

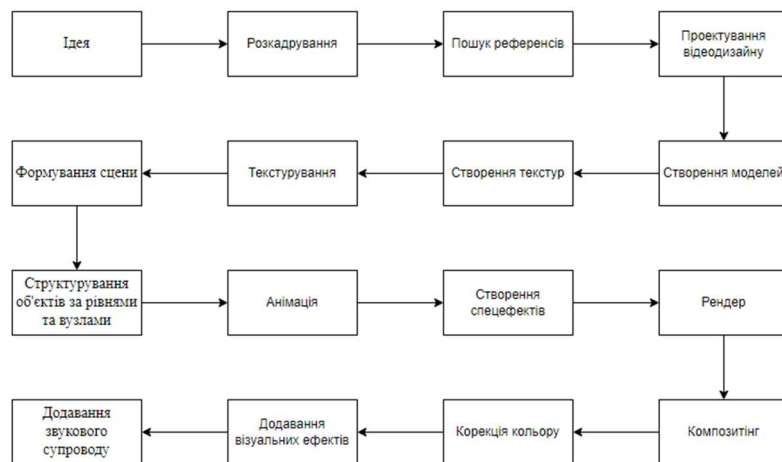


Рис 2.1 – Пайплайн

2.2 Препродакшн

2.2.1 Ідея та розробка концепції

Концепт та художня ідея мультимедійного ролика призначені для того, щоб продемонструвати глядачу, що коли людина виглядає спокійною та сильною, то це може бути оманною, оскільки кожна людина може з середини здаватися спокійною та сильною, а при цьому в душі палатимуть емоції, які в якийсь момент вирвуться.

Головна героїня – молода дівчина, яку звать Ліліт та вона пережила не одну битву. Ролик починається з того, що дівчина заходить у табір, який розташований у лісі, а на вулиці ніч. Посеред табору палає багаття біля якого лежить камінь, на який з часом сідає Ліліт та починає чистити меч від крові. Спочатку дівчина виглядає спокійним та розслабленою, але потім вона починає плакати. Остання битва, яку вона пережила, була найважчою в її житті, це можна зрозуміти по емоційному стану дівчини.

Приклад сцени представлений на рисунку 2.2.



Рис. 2.2 – Приклад сцени

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

2.2.2 Розкадрування

Розкадрування (англ. *Story-board*) – це представлення сценарію у вигляді послідовності кадрів. Є робочою схемою майбутнього мультимедійного ролику, що пропонує різні схеми, навіть малюнки, креслення, із зображенням кадрів, місця, руху камери, а також вказівки щодо звуку (шуми, музика, голос за кадром, діалоги і т. ін.) [22].

Розкадрування є дуже важливою частиною створення мультимедійного ролику. При створенні розкадрування доповнюється початкова ідея та концепція, а також вони набувають нових деталей.

Розкадрування для мультимедійного ролику, який буде розроблений для кваліфікаційної роботи, представлений на рисунку 2.3.

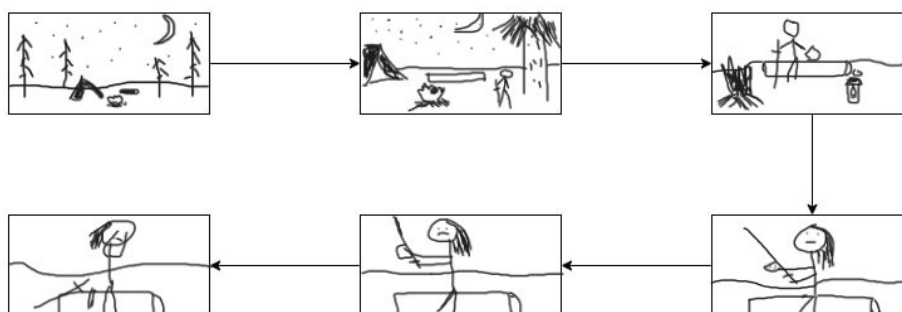


Рис. 2.3 – Розкадрування

З початку показується загальний план, потім у кадрі з'являється головна героїня, після чого камера наближається до неї, тепер видно як вона чистить зброю та як поступово змінюється вираз її обличчя, її поглинають емоції.

2.2.3 Пошук референсів

Пошук референсів є дуже важливим етапом для створення моделей та текстур, оскільки вони надають змогу створити модель та текстуру для неї спираючись на щось існуюче та досягти більш якісного результату.

Треба зазначити, що референси для створення персонажів треба обирати в декількох варіантах, спочатку щось просте, а потім більш деталізоване. Треба розуміти, що модель розробляється з простих фігур та об'єктів, а вже пізніше отримує деталізацію.

Знайти референси для персонажа та його одягу в залежності від стилів, в яких створюється персонаж, не є складною задачею, оскільки в інтернеті дуже багато різних зображень, які можуть використовуватися в якості референсів.

Пошуки треба починати з референсів для тіла та обличчя. Треба зазначити, що такі референси потрібні для створення більш правильного тіла або обличчя залежно від стилю, в якому створюється персонаж.

Референси тіла та обличчя представлені на рисунку 2.4-2.5.

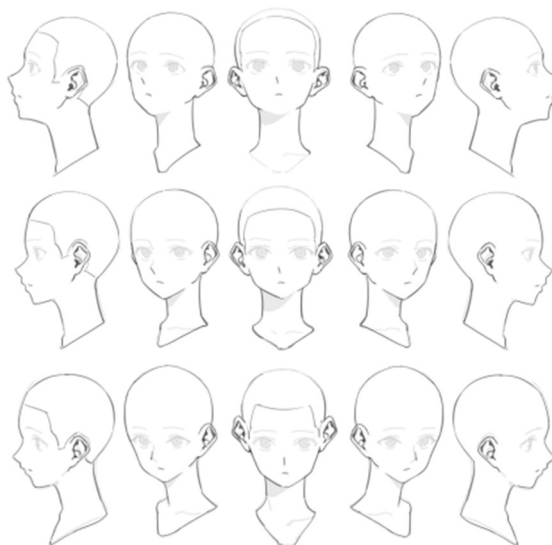


Рис. 2.4 – Референс обличчя

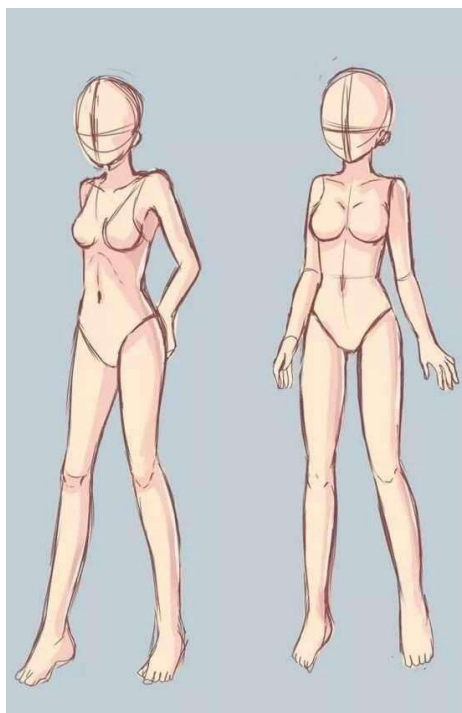


Рис. 2.5 – Референс тіла

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Далі треба знайти референси для одягу, зброї та інших елементів образу персонажа, які будуть створенні в ході кваліфікаційної роботи. Такі референси необхідні для того, щоб більш якісно про працювати персонажа та його образ.

Наприклад, референс одягу дасть змогу більш чітко зрозуміти, що саме буде отримано і як буде виглядати персонаж. На референсі можна побачити металеві частини броні та чорну підкладку, а також синю накидку з срібними вставками (рис. 2.6).



Рис. 2.6 – Референс одягу

В свою чергу референси зброї та аксесуарів демонструють, як буде оформлені ці елементи. Меч буде мати срібну основу та сині вставки (на референсі вони золоті), а також руків'я буде мати білу обмотку. Прикраса буде мати срібний колір, а рога – чорно-сині кольори (рис. 2.7-2.9).

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37



Рис. 2.7 – Референс меча

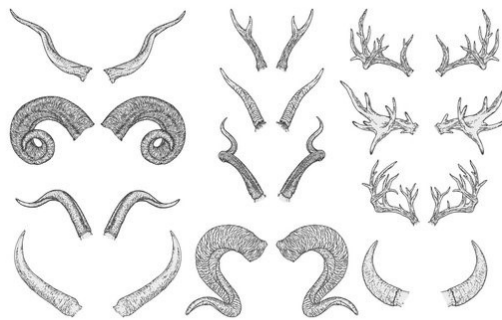


Рис. 2.8 – Референс рогів



Рис. 2.9 – Референс прикраси

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Тепер необхідно знайти референс для створення сцени з навколишнім середовищем, на якій будуть відбуватися події мультимедійного ролику. На ньому зображений нічний ліс, на небі видно зорі та південне сяйво, а посеред лісу палає багаття. (рис. 2.10).



Рис. 2.10 – Референс навколишнього середовища

2.2.4 Проєктування відеодизайну

Проєктування відеодизайну надає змогу визначити спецефекти, ефекти та корекцію кольору, які будуть використані при створенні відео. При створенні відео дуже важливими є правильні комбінації ефектів – це необхідно для отримання якісного результату.

Для створення ефектів зазвичай користуються *Adobe After Effects*. В цій програмі дуже багато різних вбудованих інструментів для створення ефектів, а також є користувацькі плагіни, які надають змогу створити нові та незвичайні ефекти.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В свою чергу, для кольорової корекції можна використовувати і *Adobe After Effects*, і *Adobe Premiere Pro*, і інші програми, які дозволяють працювати з каналами кольорів.

При створенні відео будуть використанні ефекти з використанням плагінів *Optical Flares* та *Saber*, а також кольорова корекція та переходи. *Optical Flares* – це плагін для створення артефактів засвічення, що виникають при проходженні світла через об'єктив камери [23], а *Saber* – це плагін для ефекту світлових мечів, також має безліч додаткових функцій, які дозволяють створювати лазери, неонові елементи, портали, енергетичні промені, застосовувати ефекти до тексту та масок, а також керувати спотвореннями всередині плагіна [24] (рис. 2.11-2.12).

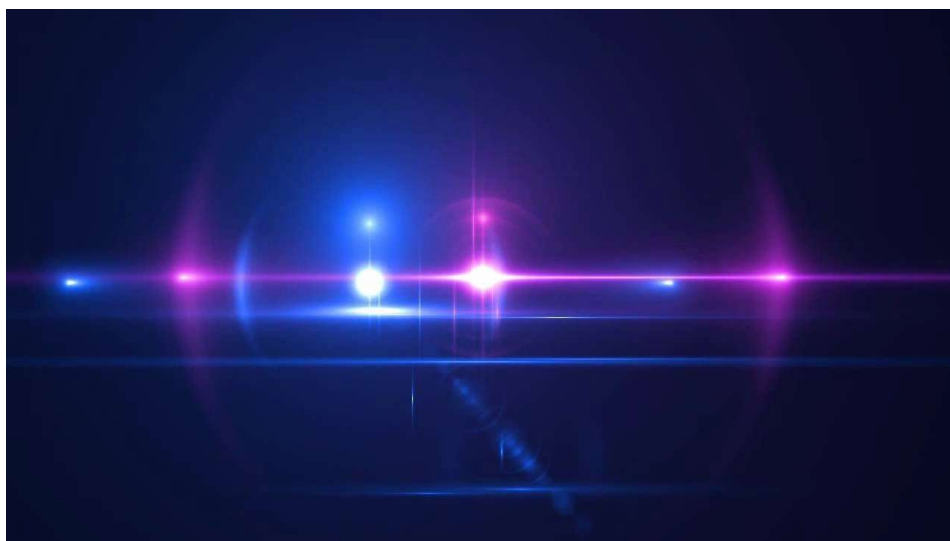


Рис. 2.11 – Приклад використання плагіну *Optical Flares*

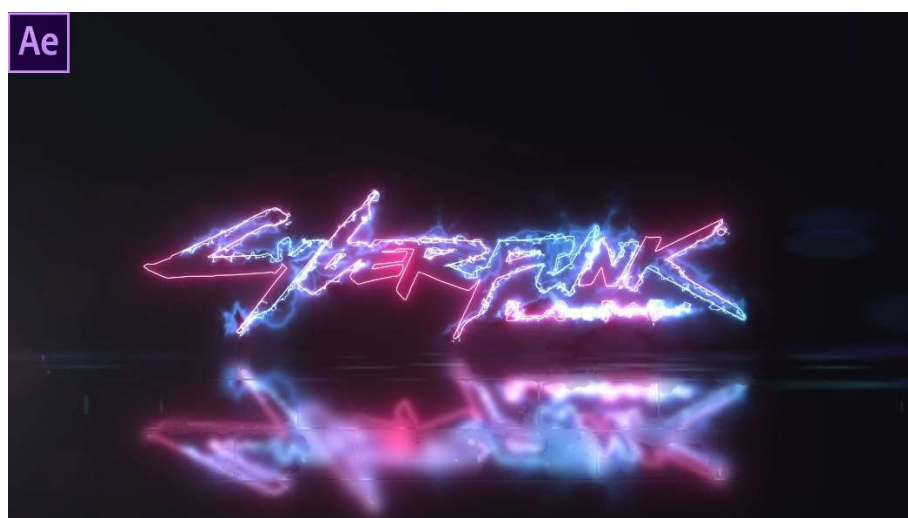


Рис. 2.12 – Приклад використання плагіну *Saber*

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Визначення методів та технологій для реалізації проєкту

2.3.1 *High-poly* та *Low-poly*

У міру того як світ 3D-моделювання продовжує розвиватися, два типи моделювання стали найпопулярнішими варіантами для художників і дизайнерів: *High-poly* та *Low-poly*. Хоча обидва вони мають відповідні переваги та недоліки, дуже важливо розуміти відмінності між ними, щоб досягти бажаного результату.

Low-poly моделювання – це створення 3D-моделей із меншою кількістю багатокутників або вершин [25]. Цей підхід підходить для мобільних ігор, середовищ віртуальної реальності та доповненої реальності, де продуктивність має вирішальне значення.

High-poly моделі можуть мати понад мільйон полігонів, що ускладнює їх рендеринг і займає багато місця для зберігання [26]. Щоб досягти оптимальної продуктивності у відеоіграх або інших інтерактивних носіях, важливо знати, як створювати *low-poly* моделі.

У 3D-моделюванні полігон – це плоска форма з трьома або більше сторонами, яка використовується для створення сітки [27]. Кількість полігонів означає кількість багатокутників, які використовуються для створення 3D-об'єкта. *Low-poly* сітка має менше полігонів, що забезпечує хорошу продуктивність у програмах реального часу та потребує менше пам'яті. Однак такій сітці може бракувати плавності та точності.

З іншого боку, *high-poly* моделі також можуть мати більшу кількість полігонів і досягти більшої плавності та точності. Такі *high-poly* моделі також можуть мати складніші деталі та поверхневі текстури, але вони вимагають більше пам'яті та обчислювальної потужності.

High-poly об'єкти зазвичай використовуються в попередньо відрендереній анімації та фільмах, де реалістичність і деталізація здебільшого статичні та найважливіші. Це може бути трудомістким і тривалим процесом, але результати можуть бути приголомшливими.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таким чином, вибір того, чи використовувати *low-poly* або *high-poly* 3D-модельовання, залежить від передбачуваного використання 3D-об'єкта та балансу, який необхідно знайти між обчислювальними ресурсами та бажаним рівнем деталізації.

Як *low-poly*, так і *high-poly* модельовання мають свої переваги. *High-poly* модельовання також використовує щільну геометрію, що дозволяє додавати деталі та точність, а також візуальну насиченість при збільшенні. Це ідеально підходить для створення візуальних зображень, які потребують високого рівня деталізації, наприклад ігрових персонажів, об'єктів та середовища.

З іншого боку, *low-poly* модельовання має на меті оптимізувати бюджет полігону, що може бути корисним для мобільних ігор або віртуальної реальності. *Low-poly* моделі пропонують спрощений дизайн, який скорочує час візуалізації, полегшує ретопологію та спрощує імпорт та експорт моделей між різними програмами.

Приклади *low-poly* та *high-poly* моделей представлені на рисунку 2.13.

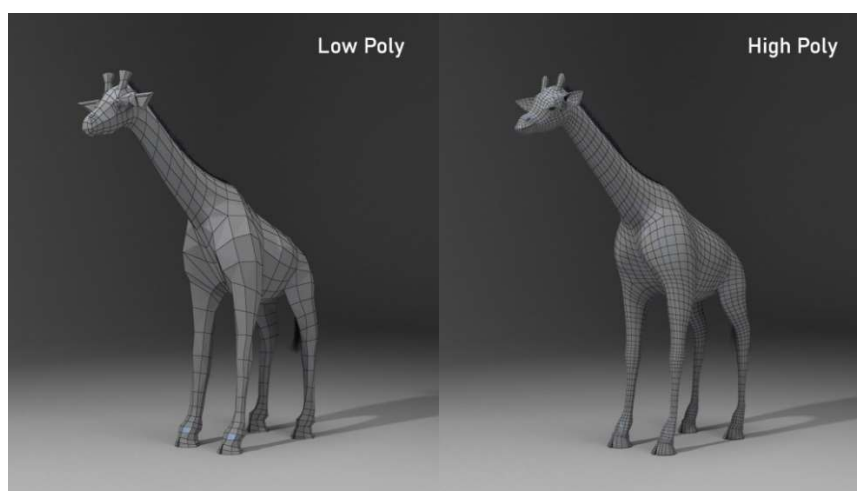


Рис 2.13 – *Low-poly* та *high-poly* моделі

2.3.2 UV розгортка

Кожна 3D модель складається з об'ємних форм, на які можна накласти матеріали, встановити колір та налаштувати відблиски, але для текстуровання необхідно використовувати UV розгортку моделі. Без розгортки редактор, в якому накладається текстура на модель, не зможе правильно накласти текстуру

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

на модель, оскільки редактор не може знати, як розмістити плоску текстуру на об'ємний об'єкт.

UV розгортка надає об'ємному об'єкту, який складається з полігонів, плоску форму, що надає змогу правильно накласти текстуру. Найчастіше розгортку використовують для *low-poly* моделей.

Полігони при *UV* розгортці мають своє відповідне місце в просторі, це необхідно для плавильного накладення текстури. У *UV* розгортки є кілька основних властивостей, які впливають на поведінку текстур на об'єкті:

- змінюючи положення об'єкта в просторі *UV* розгортки, змінюється положення текстури;
- обертаючи *shell* (полігони моделі, які формують острівці), змінюється орієнтація текстури на геометрії;
- змінюючи розмір на *UV*, змінюється масштаб текстури на моделі.

Приклад *UV* розгортки представлений на рисунку 2.14.

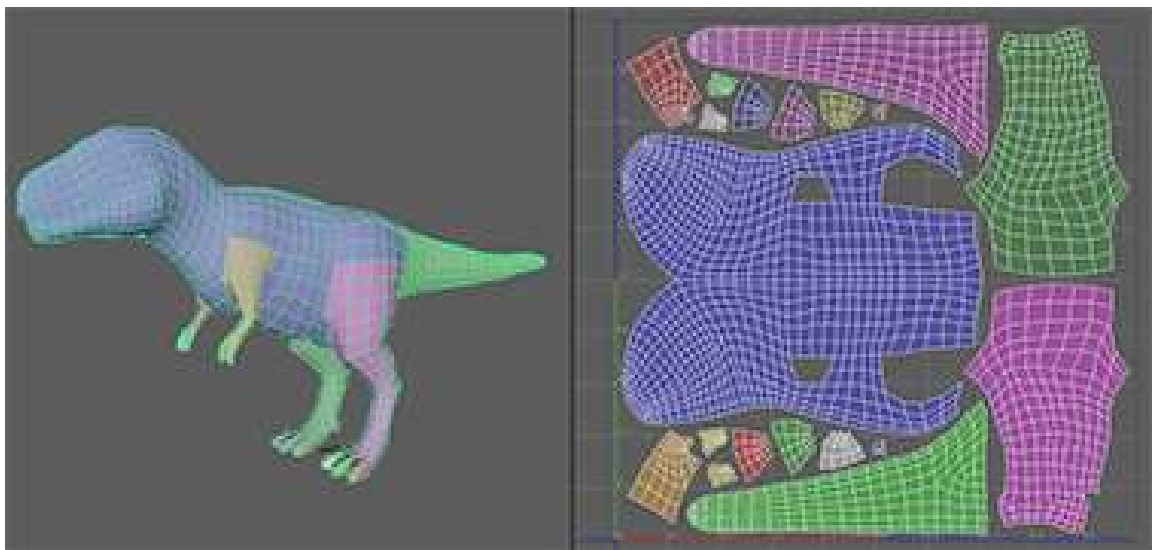


Рис. 2.14 – *UV* розгортка

2.3.3 Запікання карт

Запікання карт (*Baking map*) – це спосіб симуляції деталізації *high-poly* моделі на *low-poly* моделі [28]. Спочатку створюється та зберігається *normal map*, а потім вона накладається на *low-poly* модель.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Normal map (карта нормалей) – це текстура, яка створює віртуальні нормалі вертексів всередині кожного пікселя та має кольорове забарвлення [29]. Нейтральний блакитний колір (128, 128, 255 – *RGB*) – це колір, який відповідає за оригінальні нормалі, які не можуть бути змінені. Червоний канал надає змогу зсувати нормалі вліво або вправо, зелений надає змогу зсувати нормалі вгору або вниз, а синій канал відповідає за глибину.

Запікання карт є важливою технікою в графічному дизайні та реалістичному моделюванні. Крім *normal map*, також часто використовують такі типи карт, як:

1. *Diffuse Map* (Карта розсіяння) – це текстура, яка відображає базовий колір або текстуру поверхні моделі без врахування тіней, відблисків чи відтінків. Вона допомагає в створенні основного кольору або текстури для *low-poly* моделі, щоб підвищити реалізм [30].

2. *Ambient Occlusion Map* (Карта затінення) – це карта, як відображає тіні, які утворені об'єктами, що перекриваються, або їх крайніми областями, де світло має обмежений доступ. Вона додає глибину та деталізацію до моделі [31].

3. *Specular Map* (Карта блиску) – це карта, яка визначає де на поверхні об'єкта будуть відбиватися світлові джерела. Вона вказує на те, де поверхня є блискучою, матовою або полірованою, що додає реалізму до матеріалу, який буде відтворено [32].

4. *Emissive Map* (Карта смуг) – це карта, яка додає світіння до моделі. Вона вказує, які області повинні виглядати як джерела світла, такі як світлодіоди, лампи або вогні [33].

Разом ці карти дозволяють створити деталізовані та реалістичні *low-poly* моделі, які виглядають схожими на їх *high-poly* аналоги.

Приклад карт представлений на рисунках 2.15-2.19.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

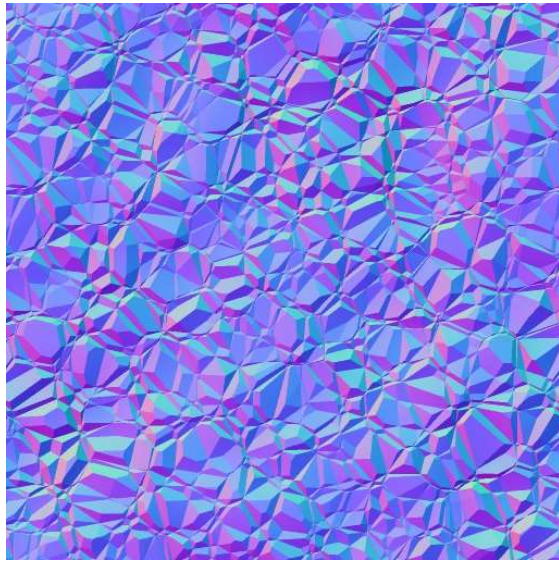


Рис. 2.15 – Приклад *Normal map*



Рис. 2.16 – Приклад *Diffuse Map*

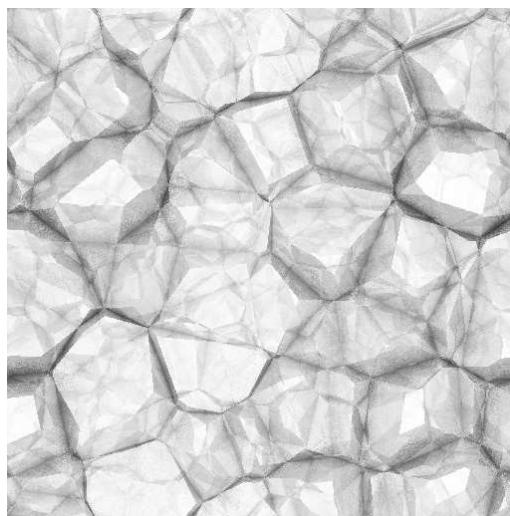


Рис. 2.17 – Приклад *Ambient Occlusion Map*

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

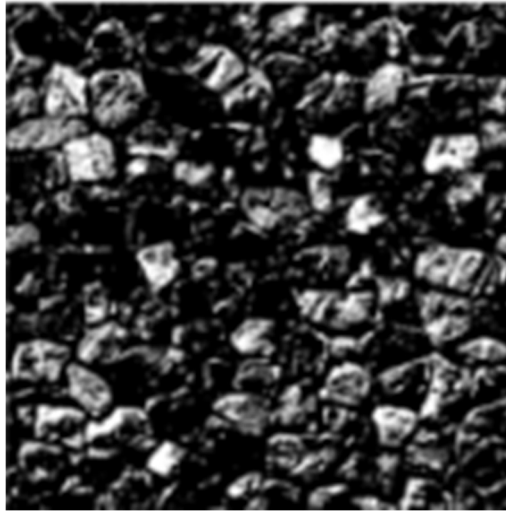


Рис. 2.18 – Приклад Specular Map

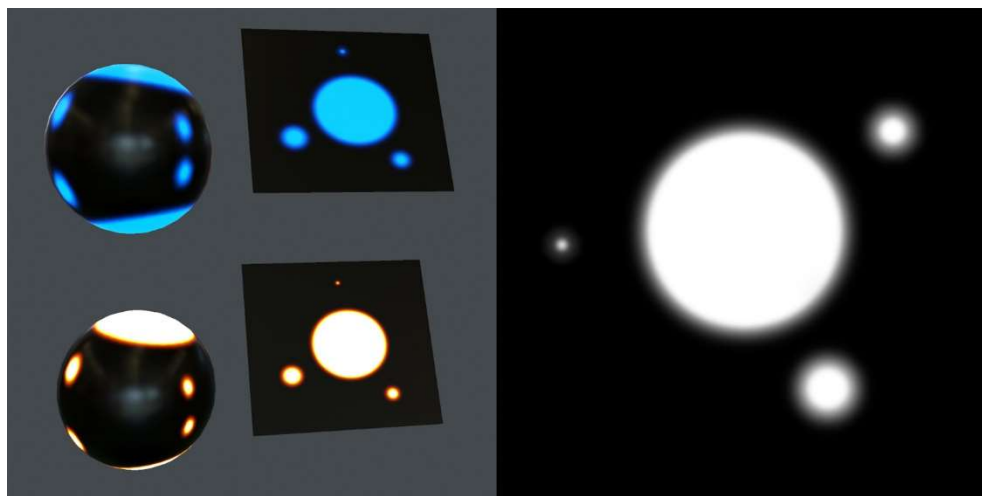


Рис. 2.19 – Приклад Emissive Map

2.3.4 Скелетна анімація

Техніка скелетної анімації заснована на ієрархічних структурах, складених із набору жорстких сполук, з'єднаних шарнірами. Тобто, моделюються шарнірні фігури або спрощені кістяки, на які можна натягнути зовнішні оболонки [34].

Виділяють три основні поняття в скелетній анімації:

- сетап;
- рігінг;
- скінінг.

Сетап – це процес налаштування 3D-об'єкта, наприклад, персонажа. Включає в себе рігінг, скінінг, налаштування рухів, динаміка волосся і т.д

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рігітінг – це процес створення та розміщення всередині тривимірної моделі віртуального «скелета» – набору «кісток» або «суглобів» (*bones, joints*), встановлення ієрархічної залежності між ними та значень можливих трансформацій для кожної з цих кісток [35].

Суглоби (*Joints*) – це зчленування, основні елементи скелету, які відображаються у вигляді сферичних шарнірів [36].

Кістки (*Bones*) – це зв'язок між суглобами, який виглядає як трикутні з'єднання між суглобами [37].

Скелет є ієрархією суглобів, де кожен вищий суглоб – батько для всього нижчого ланцюжка. Все тіло поділяють на умовні частини (*body parts*), кожна з яких функціонує системою кісткових ланцюгів. Якщо зміщується один суглоб, то тоді буде переміщено й весь нижній ланцюжок. Найвищий ланцюжок називають кореневим *Root Joint* і для кожного скелета він існує в однині.

Скелетна анімація дозволяє маніпулювати великою кількістю складових елементів за допомогою відносно малої кількості керуючих елементів – кісток та їх регулюючих елементів.

Приклад скелету та його ієрархії продемонстровано на рисунку 2.20.

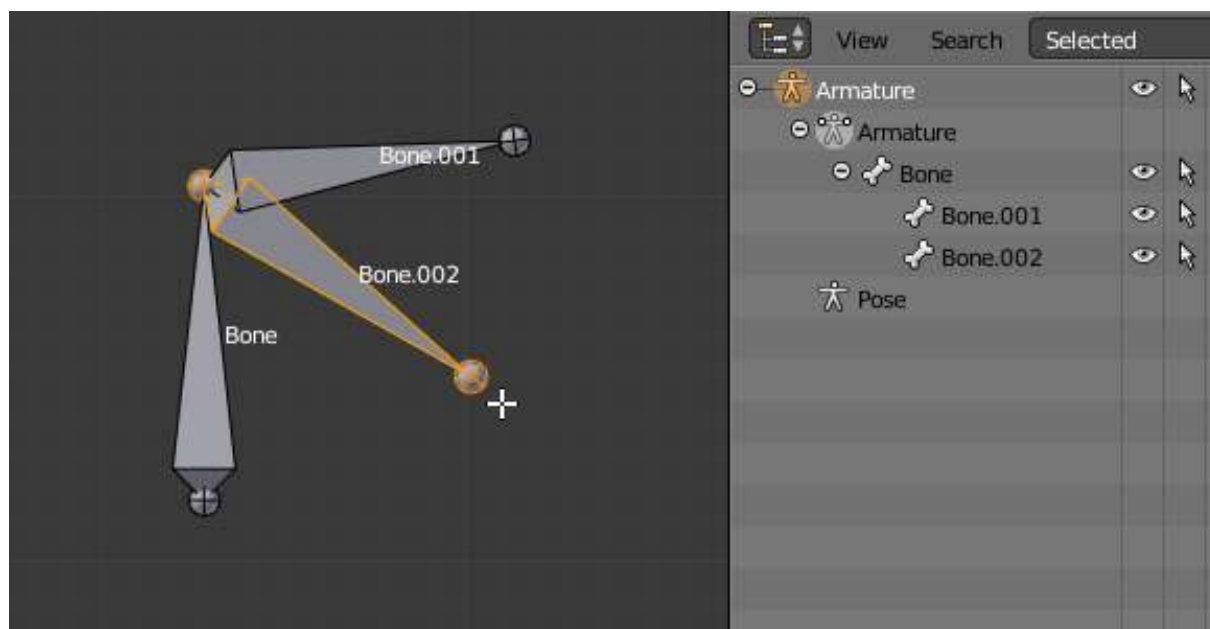


Рис. 2.20 – Скелет та його ієрархія

Для обчислення матриці перетворення B_i суглобу i скелета використовується наступна формула:

$$B_i = \prod_{j=0}^i T_j R_j \quad (2.1)$$

де: T_j – матриця зсуву суглобу j ;

R_j – матриця обертання суглоба j ;

Суглоб з індексом $j=0$ є кореневим, а суглоб з індексом j є батьківським відносно суглобу з індексом $j+1, j=\overline{0, i-1}$.

Скінінг – це процес встановлення залежності між скелетом об'єкта та його моделлю [38]. Треба розуміти те, що сітка персонажа і кістки – це різні об'єкти. Відразу після створення скелету між ними не буде взаємодії, тому наступним етапом є встановлення зв'язку створеного скелета з геометричною сіткою персонажа.

Ступінь залежності визначається ваговим коефіцієнтом (*blend weight* або), ці коефіцієнти задаються один раз і не змінюються під час анімації.

Точно визначити зони впливу кожного з'єднання на 3D-сітку моделі можна визначивши його вагу (*weigh*). Тобто треба розуміти, що анімація визначається лише для скелета, куди зміщуються точки сітки залежить від того, яке значення ваги призначено суглобу.

Для полегшення роботи з вагою можна використовувати графічне відображення ваги інструментом *Paint Skin Weights Tool*.

Формула, за якою визначається положення вертекса деформованої моделі при використанні лінійного скінінгу, виглядає наступним чином:

$$V_i = \sum_{i=1}^n w_i T_i P_i, \quad (2.2)$$

де: V_i – нове положення вершини після деформації;

n – кількість кісток;

w_i – вага кожної кістки, яка вказує на ступінь впливу цієї кістки на вершину;

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

T_i – матриця трансформації (або матриця скінінгу) для кожної кістки;

R_i – початкове положення вершини в просторі моделі.

Приклад графічного відображення ваги продемонстровано на рисунку 2.21.

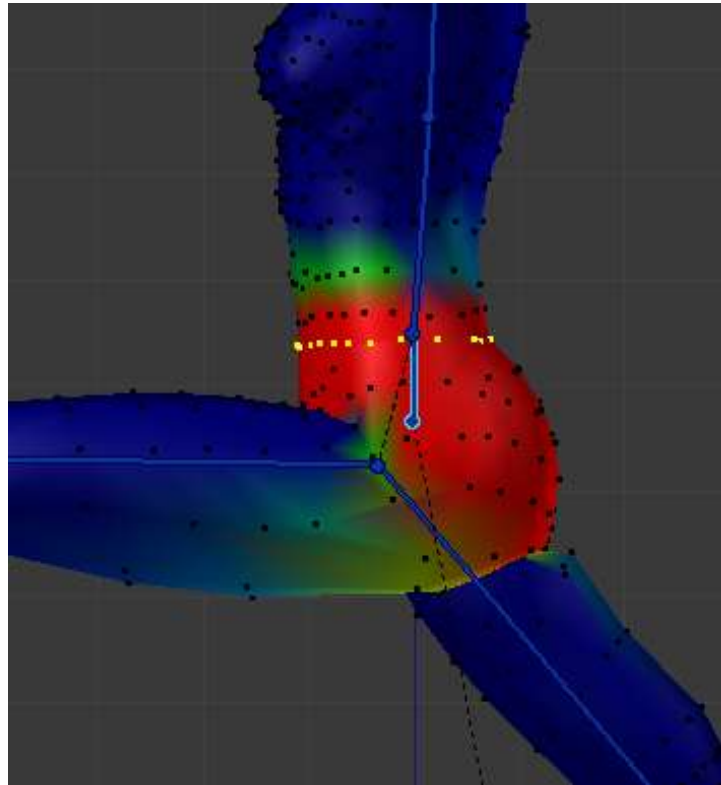


Рис. 2.21 – Графічне відображення ваги

2.3.5 Нелінійна анімація

Нелінійна анімація – це робочий процес програмного забезпечення для анімації, і походить від аналогічного терміну, що описує програмне редагування відео. Нелінійне редагування означало, що можна легко нарізати та редагувати кліпи на часовій шкалі, це відрізнялося від старих методів редагування [39].

В анімації це означає, що можна анімаційні кліпи та переставляти їх за своїм бажанням, при цьому програмне забезпечення створює переходи між кліпами, але ці переходи можуть бути не дуже якісними та їх треба редагувати.

З появою нелінійної анімації з'являється поняття *Character Set* – це набір атрибутів персонажа. Це інструмент управління структурою персонажа як єдиним цілим. Являє собою специфічний тип групи, що поєднує канали персонажа, що підлягають анімації.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання *Character Set* дозволяє встановити ключ анімації для всіх атрибутів відразу. *Character* може бути не лише скелетний персонаж, а взагалі будь-які об'єкти, які мають анімуватися разом. Можна створювати анімації незалежно від інших елементів сцени, які не включені до *Character Set*.

Різні набори атрибутів *Character Set* визначаються як «пози». *Character Set* дозволяє згрупувати разом кілька атрибутів персонажа так, що коли створюються пози, то можуть встановлюватися ключі для всіх атрибутів відразу.

Створюючи різні пози для персонажа в довільні моменти часу, можна отримати набори рухів, це може відбуватися як автоматично, так і вручну, редагуючи запропоновані програмою варіанти.

Приклад редагування кліпів нелінійної анімації представлений на рисунку 2.22.

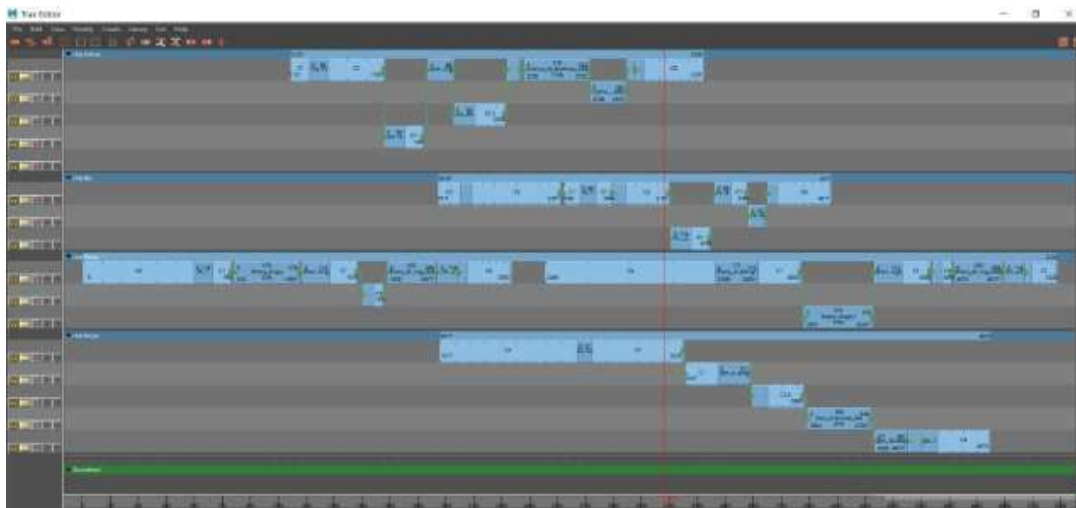


Рис. 2.22 – Редагування кліпів нелінійної анімації

2.4 Реалістичний одяг

2.4.1 Математична основа *nCloth* (*Cloth*)

nCloth (*Cloth*) – це модуль симуляції тканини, який створюється із змодельованої полігональної сітки, а його об'єктом може бути будь-яка полігональна сітка.

nCloth складається з мережі множини частинок, пов'язаних множиною ланок, які разом створюють динамічну сітку, а також у цій мережі є перехресні зв'язки, які додатково з'єднують частинки (рис 2.23).

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

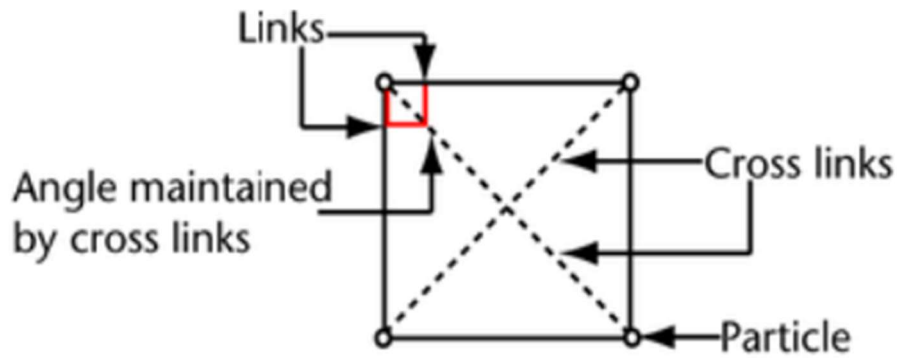


Рис. 2.23 – Складові сітки

Математична основа модифікатору *nCloth* є дуже важливою частиною при симуляції одягу. При цьому симулятори тканини засновані на двох видах моделей:

- маса-пружина;
- сили та положення.

Основа моделі «маса-пружина» *ODE* – це внутрішні сили пружини, що діють на вузли, та вплив гравітації і прикладені сили. Рівняння руху будуються на підставі другого закону Ньютона.

Але треба зауважити, що в основі моделі «маса-пружина» є декілька недоліків при створенні тканини високої роздільної здатності з реалістичною жорсткістю:

- за допомогою явних вирішувачів (таких як пряме інтегрування Ейлера), можливо лише за умови, що буде низька частота кадрів;
- за допомогою неявних вирішувачів (таких як метод сполучених градієнтів), можливо з нормальною частотою кадрів, але з використанням великої кількості потужності обладнання.

Пряме інтегрування Ейлера відбувається завдяки його формулі:

$$e^{ix} = \cos(x) + i \sin(x) \quad (2.3)$$

Підстановка $-x$ замість x дає рівняння:

$$e^{-ix} = \cos(x) - i \sin(x) \quad (2.4)$$

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Оскільки косинус – парна, а синус – непарна функції. Ці два рівняння можна розв'язати відносно синуса та косинуса:

$$\cos(x) = (e^{ix} + e^{-ix})/2 \quad (2.5)$$

$$\sin(x) = (e^{ix} - e^{-ix})/2i \quad (2.6)$$

В свою чергу, основа моделі «сили та положення» базується на динаміці з урахуванням становищі (PBD) – це підхід, який заснований на ослабленні обмежень. Використовується у багатьох симуляторах тканини у реальному часі:

- *PhysX*;
- *Havok Cloth*;
- *Maya nCloth*.

В даному підході модель «маса-пружина» перетворюється на систему обмежень, яка передбачає, що відстань між з'єднаними вузлами дорівнювала початковій відстані.

Також ця система вирішується послідовно та ітеративно за допомогою переміщення вузлів для задоволення кожного обмеження, поки не буде отримана досить жорстка тканина.

Можуть бути використані додаткові обмеження положення, наприклад, щоб утримати вузли в бажаному просторі або для підтримки бажаної форми.

2.4.2 Моделювання одягу

Для того щоб реалізувати реалістичний одяг, необхідно розуміти, яка в нього фізична поведінка, тобто як він повинен взаємодіяти з тілом, вітром та інше. А також необхідно визначити де та як саме буде реалізовано створення одягу.

Для створення одягу використовують різне програмне забезпечення (ПЗ), яке у своєму інструментарії має необхідні функції роботи з тканиною, такі як: *Marvelous Designer*, *Blender* та інші.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

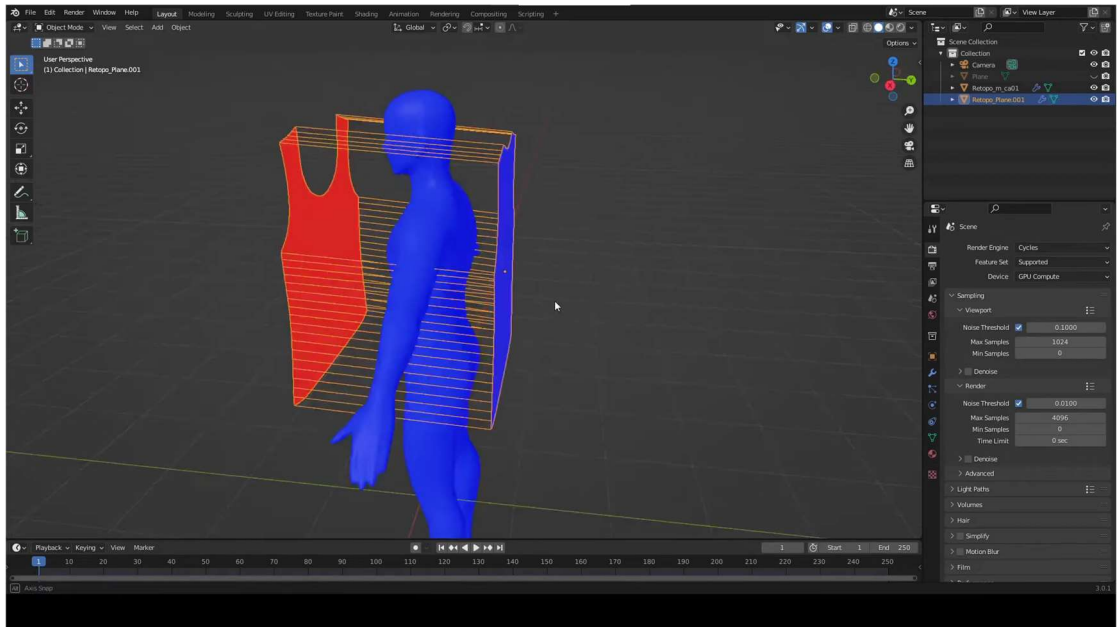


Рис. 2.25 – Налаштування нормалей

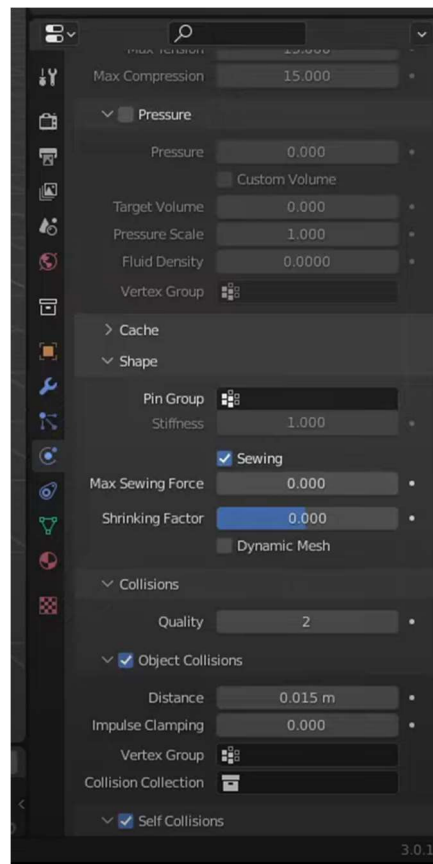


Рис. 2.26 – Налаштування Cloth

У *Marvelous Designer* моделювання відбувається тільки одним методом – це зшивання частин. Але для того щоб приступити до створення одягу, якщо використовується незвичайна модель, необхідно налаштувати «зелені циліндри». «Зелені циліндри» – це елементи, які надають змогу візуально

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

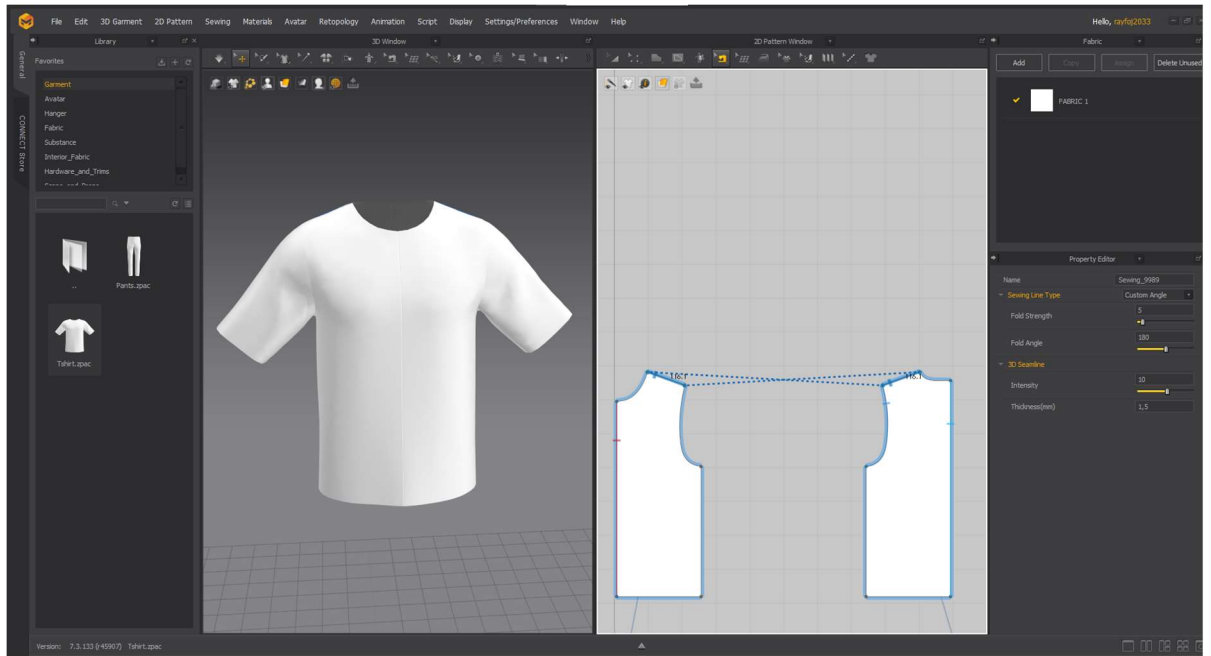


Рис. 2.29 – Приклад перехресного зшивання

Також є функції для створення ниток на швах. Для створення ниток для швів використовується функція *Segment Topstitch*, але для того щоб нитки з'явилися, треба спочатку виділити шви на одязі та обрати пункт *Edit Topstitch*, після чого натиснути на *Segment Topstitch*. Після появи ниток, їх можна налаштувати в розділі *Topstitch* (рис. 2.30).



Рис. 2.30 – Приклад використання функції *Segment Topstitch*

після чого записують симуляції. Після запису симуляції відбувається експорт одягу та його анімації для подальшого використання (рис. 2.32).

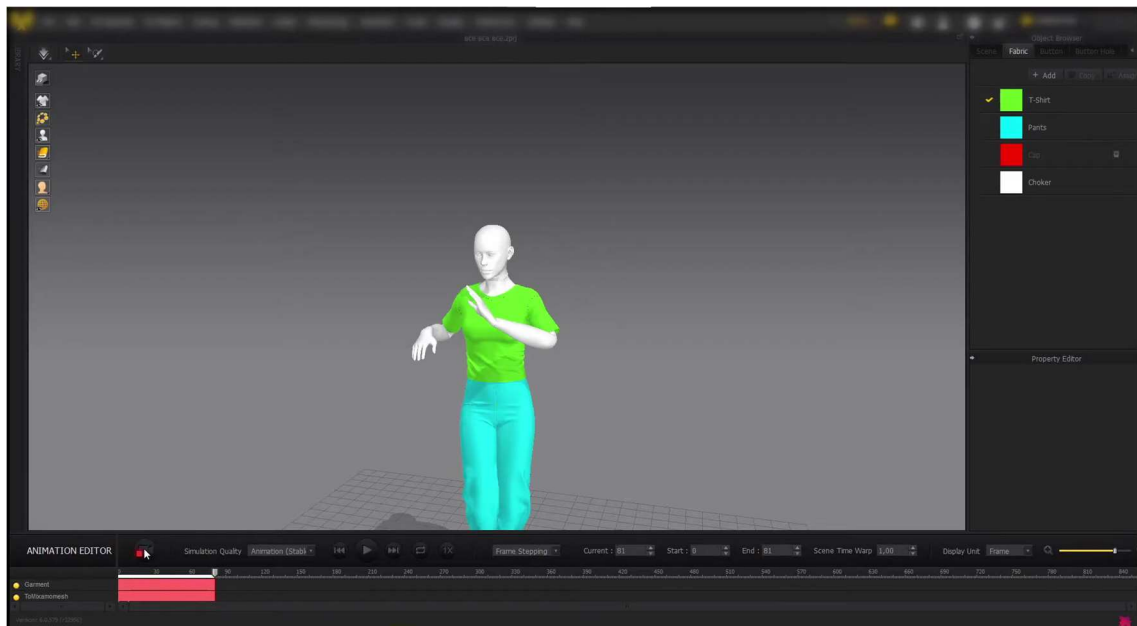


Рис. 2.32 – Приклад запису симуляції

Висновки до другого розділу

1. Розроблено та представлено пайплайн, який складається з препродакшну, продакшну та постпродакшну.
2. Представлено ідею та концепцію проєкту, розкадрування, референси та проведено проєктування відеодизайну.
3. Запропоновано методи та технології, які будуть використані при створенні моделі персонажа: *high-poly* та *low-poly* моделювання, *UV* розгортка, запікання карт, скелетна та нелінійна анімації.
4. Досліджено методи створення та анімації одягу на прикладі програм *Marvelous Designer* та *Blender*.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір засобів розробки

Для реалізації персонажу була обрана програма для моделювання та анімації *Blender 3D* – це програмний пакет, який дозволяє створювати тривимірну комп'ютерну графіку та включає в себе засоби для моделювання, анімації та рендерингу. Особливостями пакету є малий розмір, висока швидкість рендерингу, наявність версій для багатьох операційних систем – *FreeBSD, Linux, Mac OS X, SGI Irix 6.5, Sun Solaris 2.8 (sparc), Microsoft Windows, SkyOS, MorphOS* та *Pocket PC*. Пакет має такі функції, як симуляція динаміки твердих тіл (*Rigid Body*), рідин (*Liquid simulation*) та м'яких тіл (*Soft body*), редагування матеріалів і геометрії за принципом вузлів (*Nodes*), велику кількість легко доступних розширень, написаних мовою *Python*. Моделі, які були створені за допомогою цього програмного пакету, можуть бути використанні в іграх, анімаційних роликах та мультфільмах, або в *3D*-друці [40]. Інтерфейс програми представлений на рисунку 3.1.

Під час вибору програми для створення моделі та її анімації критеріями були:

1. Системні вимоги: *Blender 3D* відомий своїми не високими вимогами, а особливо виділяється вага пакету – 500 Мб.
2. Спільнота та підтримка: на платформі *YouTube* існує велике різноманіття гайдів та допоміжних відео, а також і на інших платформах.
3. Інструменти для моделювання та анімації: *Blender 3D* має величезний інструментарій для моделювання та анімації, наприклад – це скульптінг, який за допомогою різних «пензликів» надає можливість створювати складні форми.
4. Зручність та зрозумілий інтерфейсу: інтерфейс у *Blender 3D* є дуже зручним та інтуїтивно зрозумілим, усі кнопки та функції розташовані

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

так, щоб користувач міг швидко зрозуміти яку функцію він використовує чи де знаходиться.

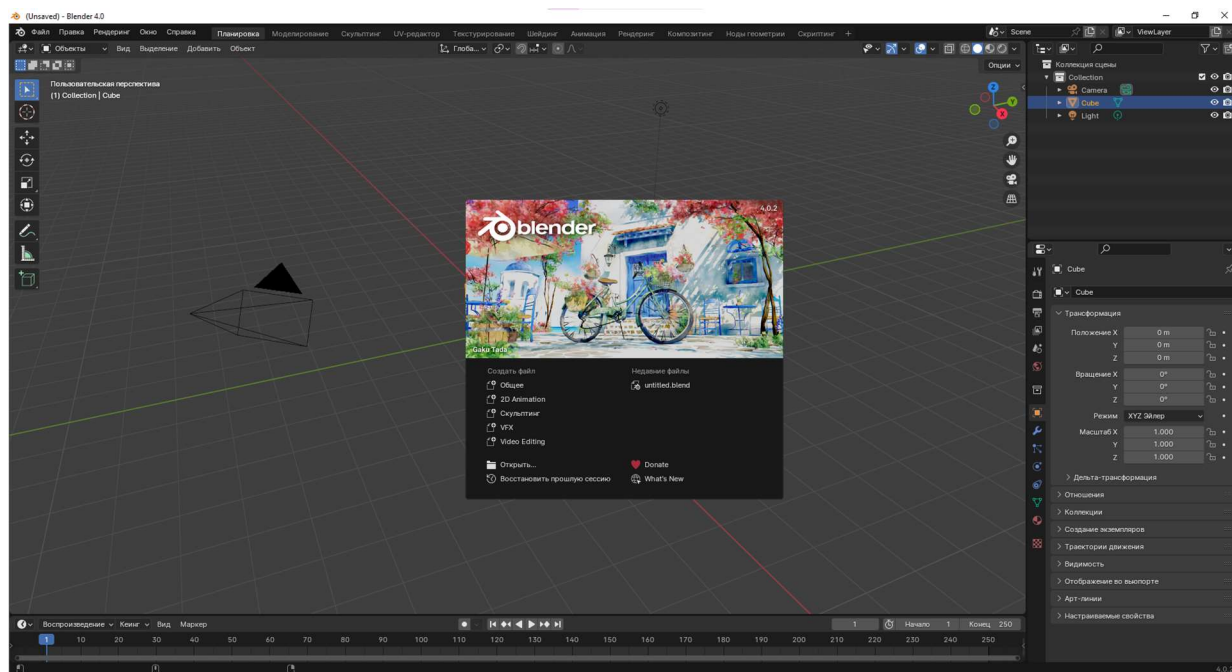


Рис. 3.1 – Інтерфейс *Blender 3D*

Для реалізації реалістичного одягу було обрано *Marvelous Designer* – це програмне забезпечення, яке надає змогу створювати статичні або анімовані предмети гардеробу. Одяг, який був створений у цій програмі може використовуватися для статичних та анімованих моделей, а також використовується у іграх або фільмах. Інтерфейс програми представлений на рисунку 3.2

Під час вибору програми для створення реалістичного одягу були такі критерії:

1. Інструментарій та можливості: *Marvelous Designer* має достатній інструментарій для створення різних видів одягу та їх анімації.
2. Спільнота та підтримка: існує велика кількість гайдів та допоміжного матеріалу на різних платформах.
3. Зручність та зрозумілий інтерфейсу: інтерфейс у *Marvelous Designer* є інтуїтивно зрозумілим, усі можливі додаткові елементи одягу відсортовані та підписані, а налаштування властивостей матеріалу та елементів одягу є достатньо зручним.

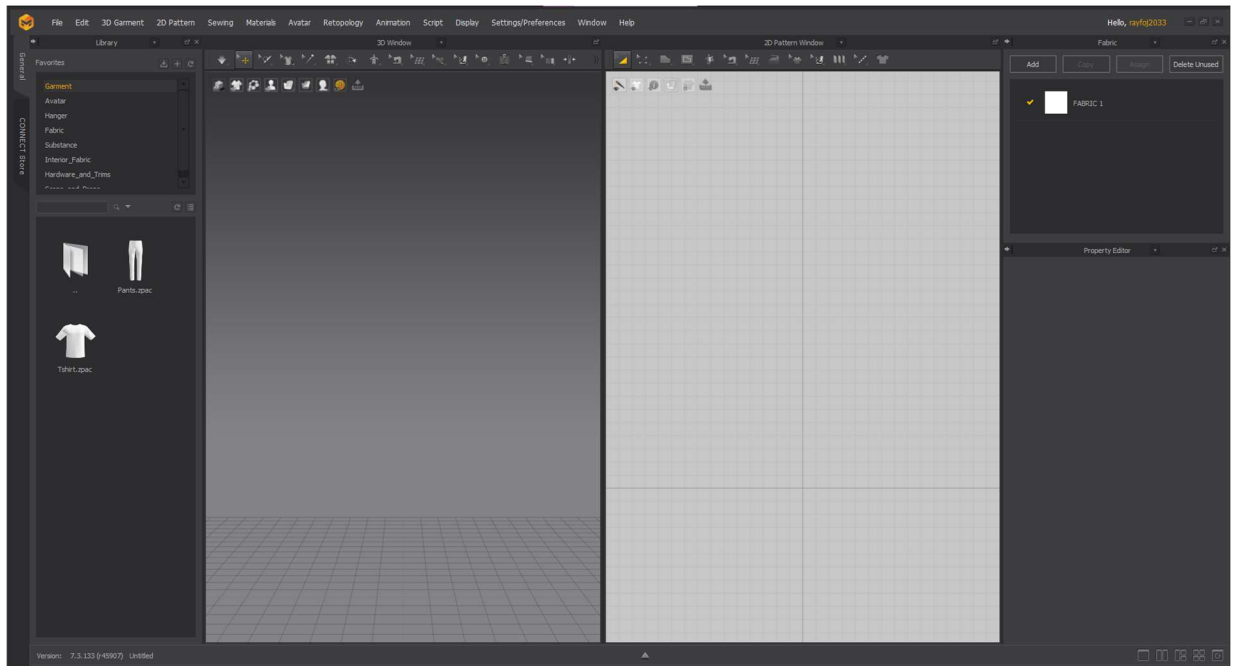


Рис. 3.2 – Інтерфейс *Marvelous Designer*

Для створення відео із кадрів рендеру було обрано програму *Adobe Premiere Pro* – професійна програма нелінійного відеомонтажу компанії *Adobe Systems*. Програма має велике різноманіття різних функцій для монтажу відео та для роботи зі звуком, а також має великий інструментарій інструментів для роботи з ефектами та великий вибір ефектів. Програма підтримується на таких платформах як: *Windows 8*, *Windows 7*, *Windows 10* або *Mac OS X*. Мова написання програми – це *C++*. Інтерфейс програми продемонстрований на рисунку 3.3.

Під час вибору програми для створення відео критеріями були:

1. Інструментарій та можливості: *Adobe Premiere Pro* має достатній інструментарій для створення якісних відео роликів.
2. Спільнота та підтримка: існує велика кількість гайдів та допоміжного матеріалу на різних платформах.
3. Зручність та зрозумілий інтерфейсу: інтерфейс у *Adobe Premiere Pro* є інтуїтивно зрозумілим, робота із кадрами, зі звуком та з ефектами не є дуже складною та є достатньо зрозумілою.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

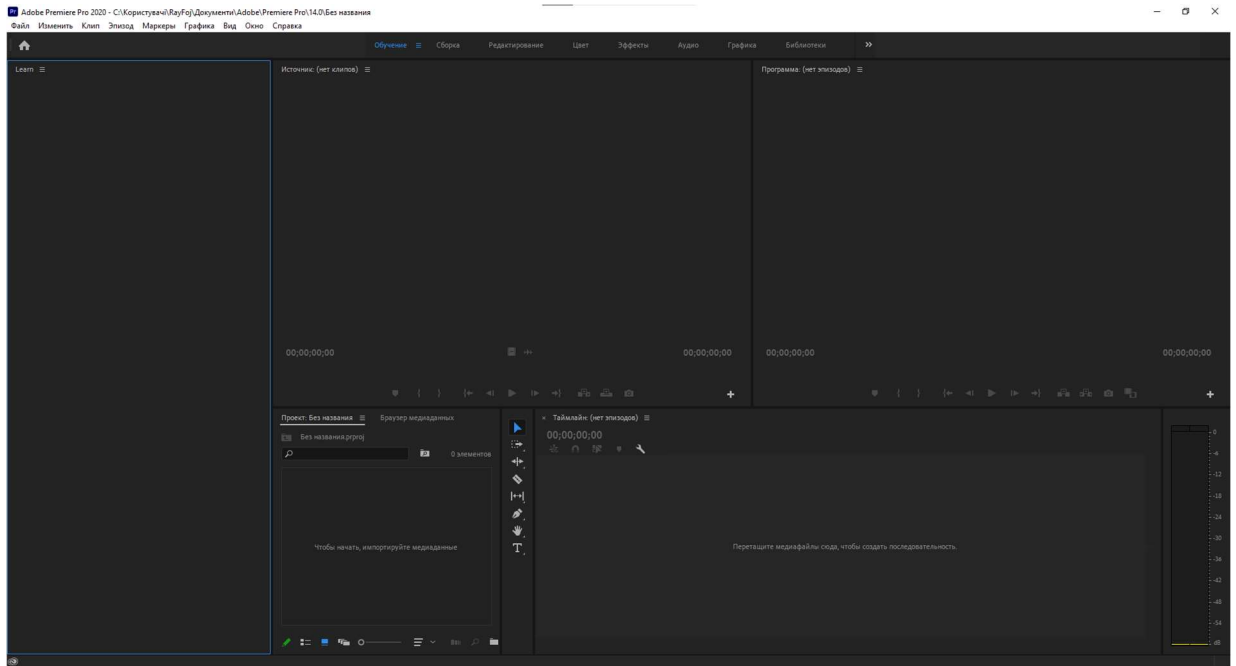


Рис. 3.3 – Интерфейс *Adobe Premiere Pro*

Для створення ефектів у відео було обрано *Adobe After Effects* – програмне забезпечення компанії *Adobe Systems* для редагування відео і динамічних зображень, розробки композицій (композицінг), анімації і створення різних ефектів. Програма має велике різноманіття різних функцій для створення різних ефектів. Програма підтримується на таких платформах як: *Windows 8*, *Windows 7*, *Windows 10* або *Mac OS X*. Мова написання програми – це *C++*. Інтерфейс програми продемонстрований на рисунку 3.4.

Під час вибору програми для створення відео критеріями були:

1. Інструментарій та можливості: *Adobe After Effects* має великий інструментарій для створення якісних ефектів та спецефектів у відео роликах, який може бути розширений плагінами.
2. Спільнота та підтримка: існує велика кількість гайдів та допоміжного матеріалу на різних платформах.
3. Зручність та зрозумілий інтерфейсу: інтерфейс у *Adobe After Effects* є інтуїтивно зрозумілим, робота із ефектами не є дуже складною та є достатньо зрозумілою.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

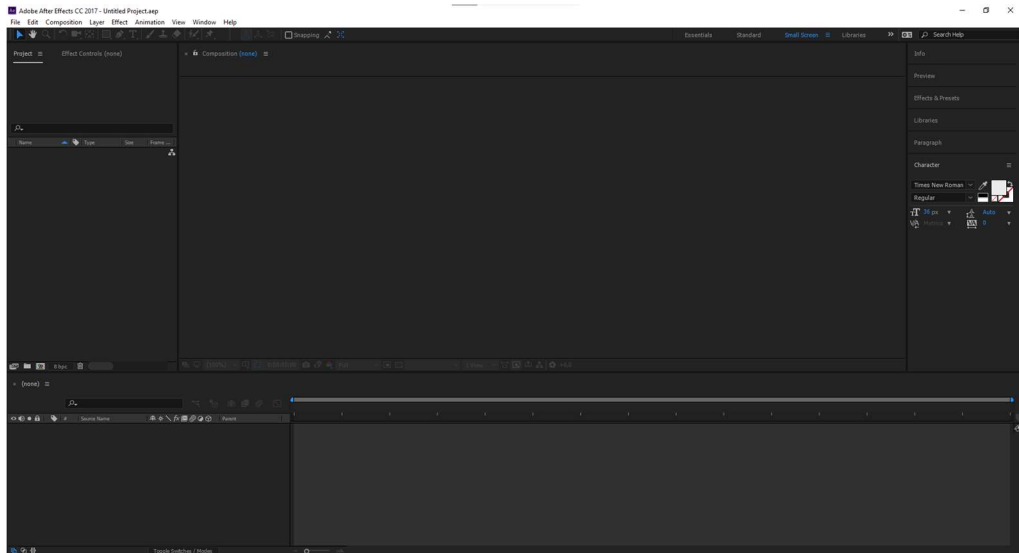


Рис. 3.4 – Інтерфейс *Adobe After Effects*

3.2 Моделювання персонажу

3.2.1 *High-poly* моделювання

High-poly моделюється двома способами: перший – це створення точок (вертексів) та їх об'єднання із подальшою деталізацією сітки, а другий – це скульптинг із готового об'єкту. Використовуючи перший спосіб, створюється обличчя персонажа, з початку вертексами створюється форма обличчя, після чого вертекси об'єднуються лініями та утворюються полігони, для створення полігонів треба виділити необхідні вертекси та натиснути клавішу *F*. Ця сітка з полігонів перетворюється на більш полігональну завдяки інструменту *Smooth* (рис. 3.5-3.7).

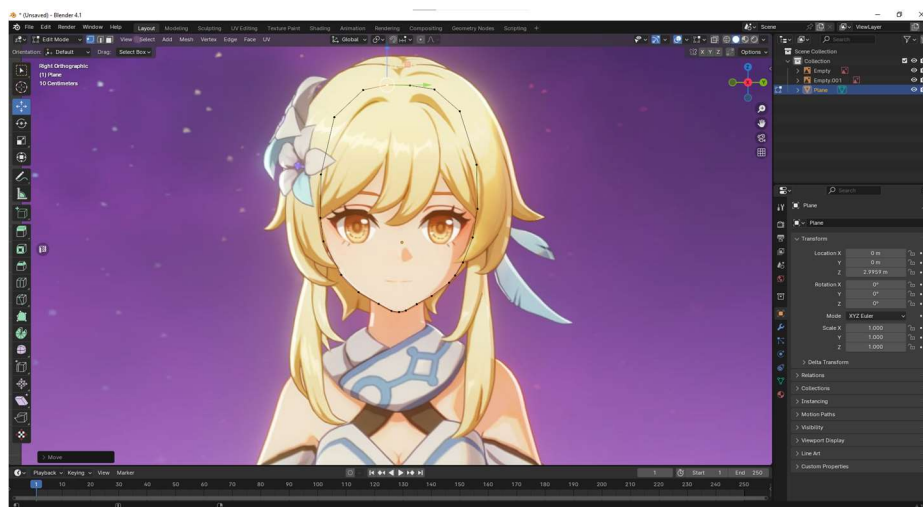


Рис. 3.5 – Створення форми вертексами

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

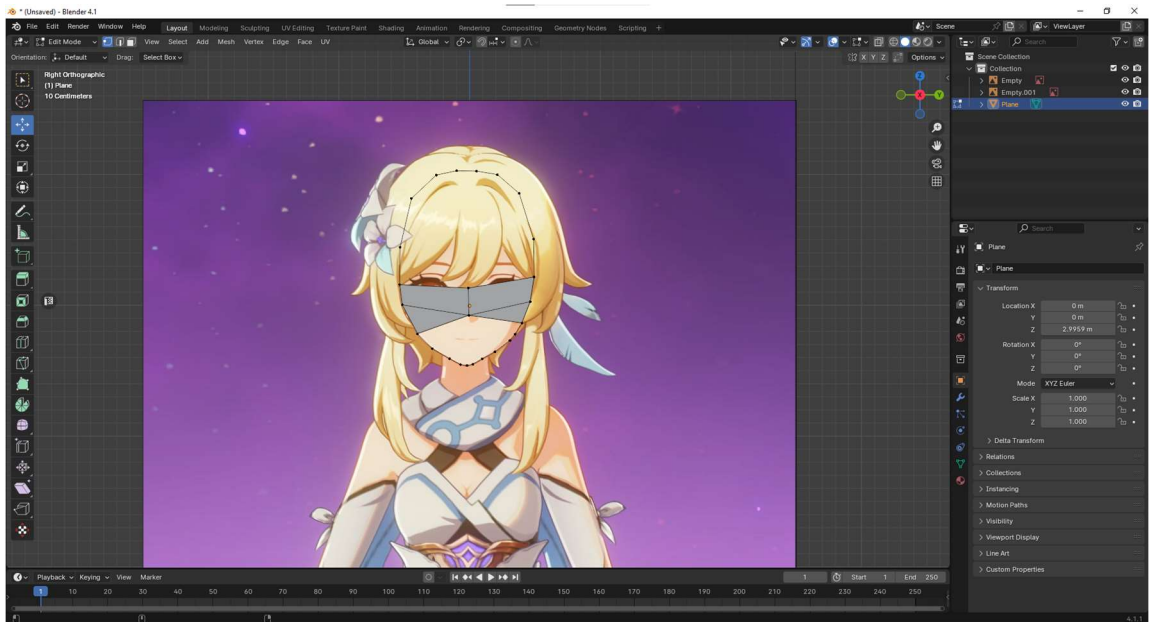


Рис. 3.6 – Об'єднання вертексів у полігони

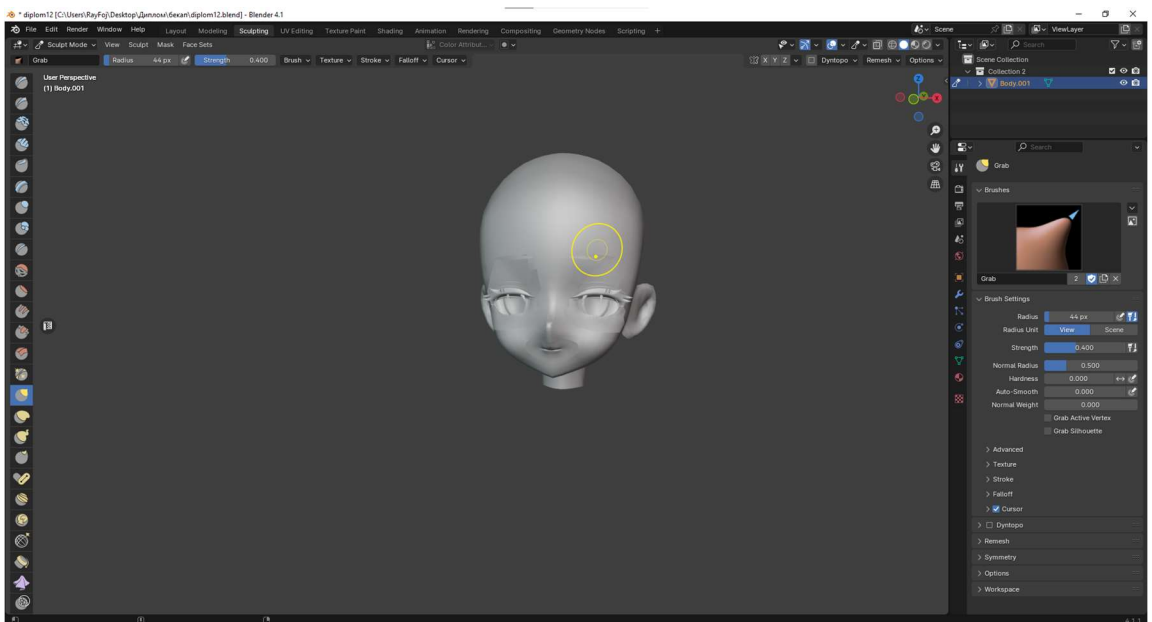


Рис. 3.7 – Голова персонажа

Завдяки другому способу створюється тіло, спочатку обираються об'єкти, з яких воно буде створено, після чого вони об'єднуються в одне ціле, для об'єднання необхідно обрати всі потрібні об'єкти та натиснути комбінацію клавіш *Ctrl+J*, таким чином отримується цільний об'єкт. Потім в режимі скульптінгу отриманому об'єкту надається форма завдяки наступним інструментам: *Draw* (малювання), *Flatten* (створення плоскості), *Grab* (витягування полігонів) та інші (рис. 3.8-3.9).

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Тепер додаються волосся та рога, які моделюються створенням точок та скульптінгом відповідно. Треба зауважити, що волосся створюється з копій одного локона, які згинаються під форму голови персонажа. Після закінчення їх створення, приєднуються до голови персонажа (рис. 3.11-3.12).



Рис. 3.11 – Модель волосся

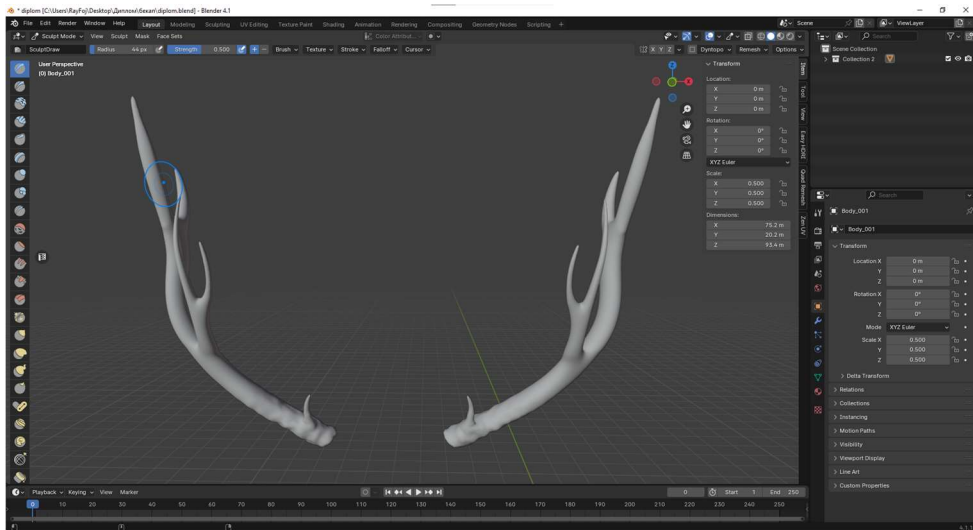


Рис. 3.12 – Модель рогів

3.2.2 *Low-poly* моделювання

Для створення *low-poly* використовується метод «оболонки» – це метод, який передбачає створення низько-полігональної моделі поверх високо-полігональної завдяки створенню полігонів та відштовхуючись від форми моделі, поверх якої створюється «оболонка».

Після створення та редагування *UV*-розгортки створюється *Normal-map*, для запікання треба переключитися в режим *Layout*. Після цього бокове вікно *Outliner* змінюється на *Shader Editor*, а потім обирається *Low-poly* модель та створюється *Image Texture*, в якому створюється порожнє зображення.

Тепер налаштовується пункт *Bake* (запікання) у вікні *Properties* -> *Render*. Обирається *Normal* у пункті *Bake Type* та активується пункт *Selected to Active*, в якому змінюється параметр *Extrusion* з 0 м на 0.1 м, після чого, в першу чергу обирається *Low-poly*, а потім обирається *High-poly* та натискається кнопка *Bake* (рис 3.17).

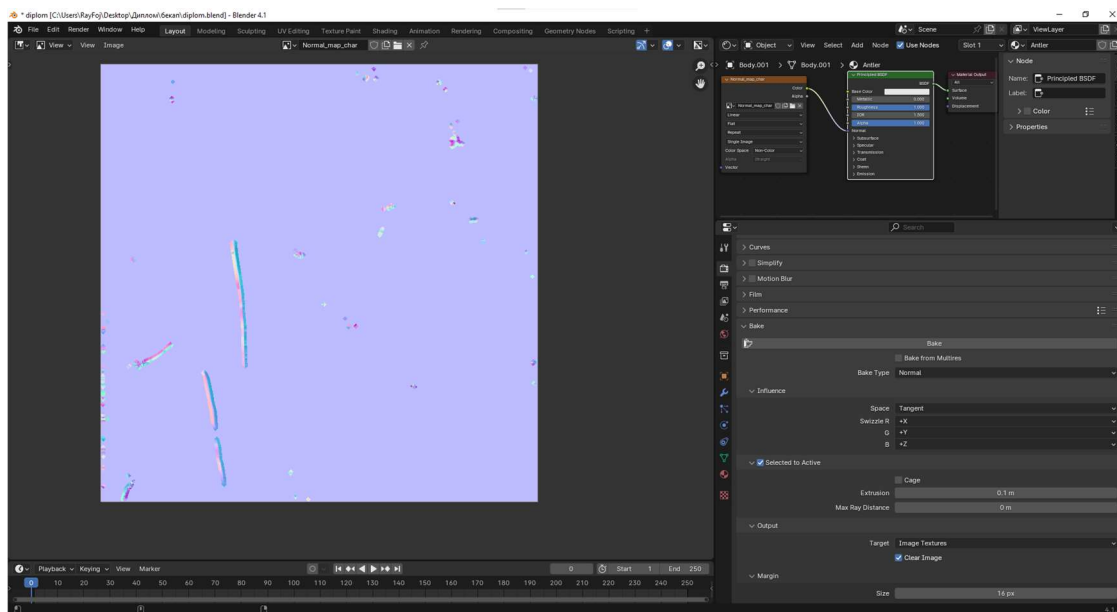


Рис. 3.17 – Отриманий *Normal map*

3.3 Анімація

Для того, щоб почати анімацію, спочатку створюється скелет. Спочатку створюється перша кістка *Add->Armature* та завдяки інструменту *Extrude* створюються нові кістки. Після створення кісток вони приєднуються до моделі, спочатку обирається скелет, а потім додатково обирається модель із зажатою клавішею *Shift*, після чого натискається комбінація клавіш *Ctrl+P* та обирається функція *With Automatic Weights*. Тепер необхідно налаштувати «вагу», якою кістки деформують модель, для цього необхідно зайти в режим *Weight Paint* та обираючи кожну кістку розмалювати «вагу» (синій – немає деформації, а червоний – найсильніша деформація) (рис 3.18-3.19).

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69



Рис. 3.18 – Скелет персонажа

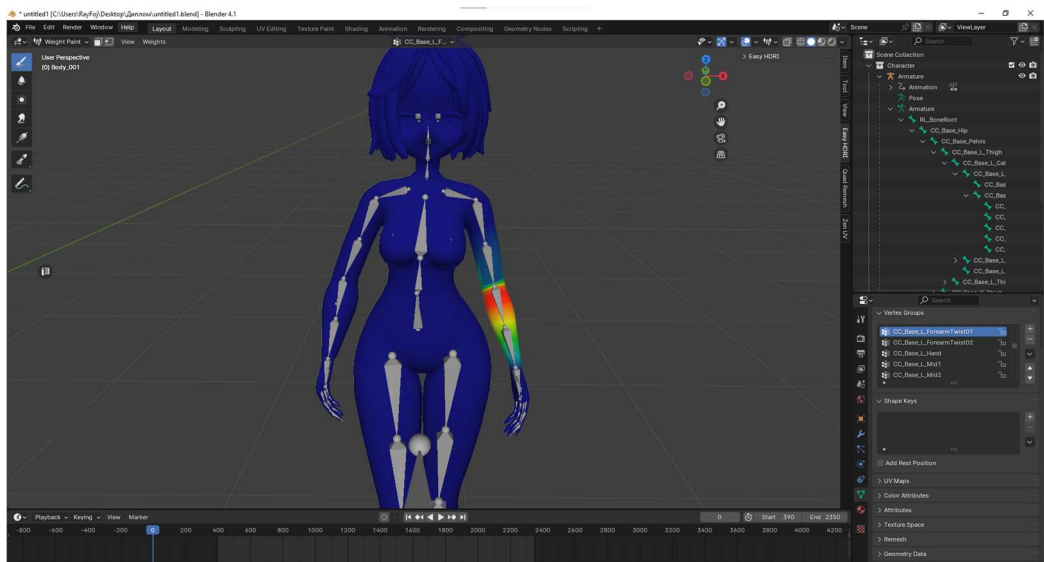


Рис. 3.19 – Вага кістки на модель

Тепер починається анімація і вона виконується двома методами – це нелінійна та скелетна. Для нелінійного методу модель із скелетом завантажується на сайт *ActorCore* та обираються необхідні анімаційні кліпи. Потім ці кліпи експортуються з сайту та імпортуються в проєкт.

Відкривається вкладка *Nonlinear Animation* та вкладка *Dope Sheet->Action Editor*, в яких відбувається редагування кліпів. Для того, щоб додати кліп на анімаційну доріжку необхідно в *Nonlinear Animation* обрати скелет та в *Action*

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

3.4 Створення реалістичного одягу

3.4.1 Моделювання одягу

Для того, щоб почати моделювання спочатку персонаж імпортується із *Blender* в *Marvelous Designer* та налаштовується його колізія. Це робиться через інструмент *Avatar->Avatar Editor->Arrangement*, де налаштовуються «зелені циліндри», які відповідають за поведінку одягу на моделі персонажа. Налаштовуються наступні «зелені циліндри» (рис. 3.22):

- права та ліва нога;
- права та ліва рука;
- зап'ястя;
- щиколотки;
- тіло;
- шия.

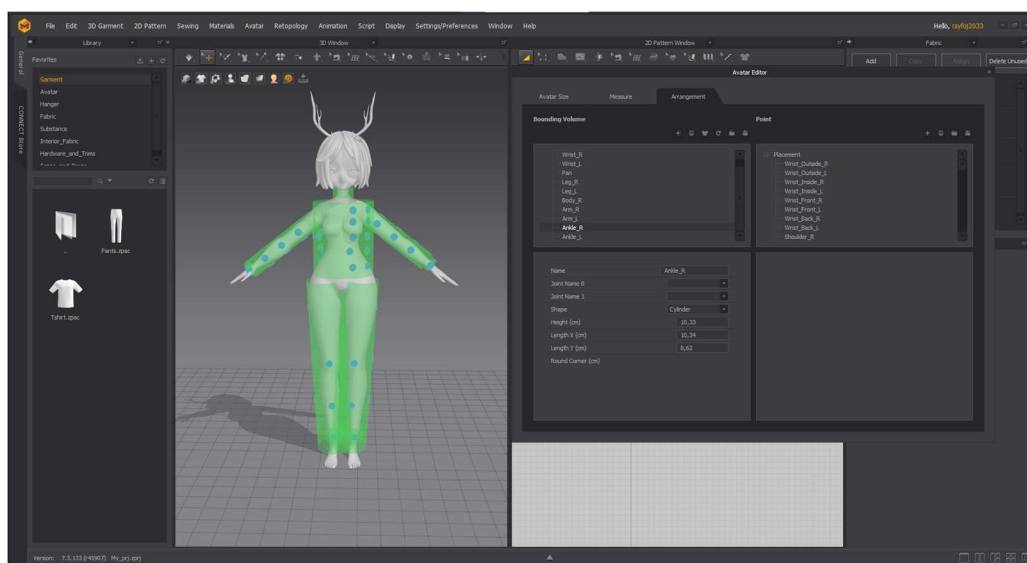


Рис. 3.22 – Налаштування «зелених циліндрів»

Після налаштування створюється одяг, спочатку створюється кофта. Створення відбувається за допомогою інструмента *Polygon*, який створює квадрати різних розмірів. Після створення 4 таких квадратів, вони редагуються інструментами *Transform Point/Segment* (переміщення точки або лінії в прострі), *Add Point/Split* (створення нової точки на лінії) та *Line Edit Curvature*

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Далі створюється ремінь, а для нього створюється новий *Fabric* (матеріал), в якому змінюється параметр *Thickness (mm)* – це параметр, який відповідає за товщину матеріалу в міліметрах, щоб ці зміни відобразилися при симуляції необхідно натиснути *Thick Texture Surface*. Далі створюються два прямокутники, яким додається цей матеріал та які зшиваються по краях. Для того, щоб ремінь не падав він прикріплюється завдяки *Tack* (голки) – це об'єкт, який прикріплює частину одягу до іншої в певній точці (рис. 3.25).

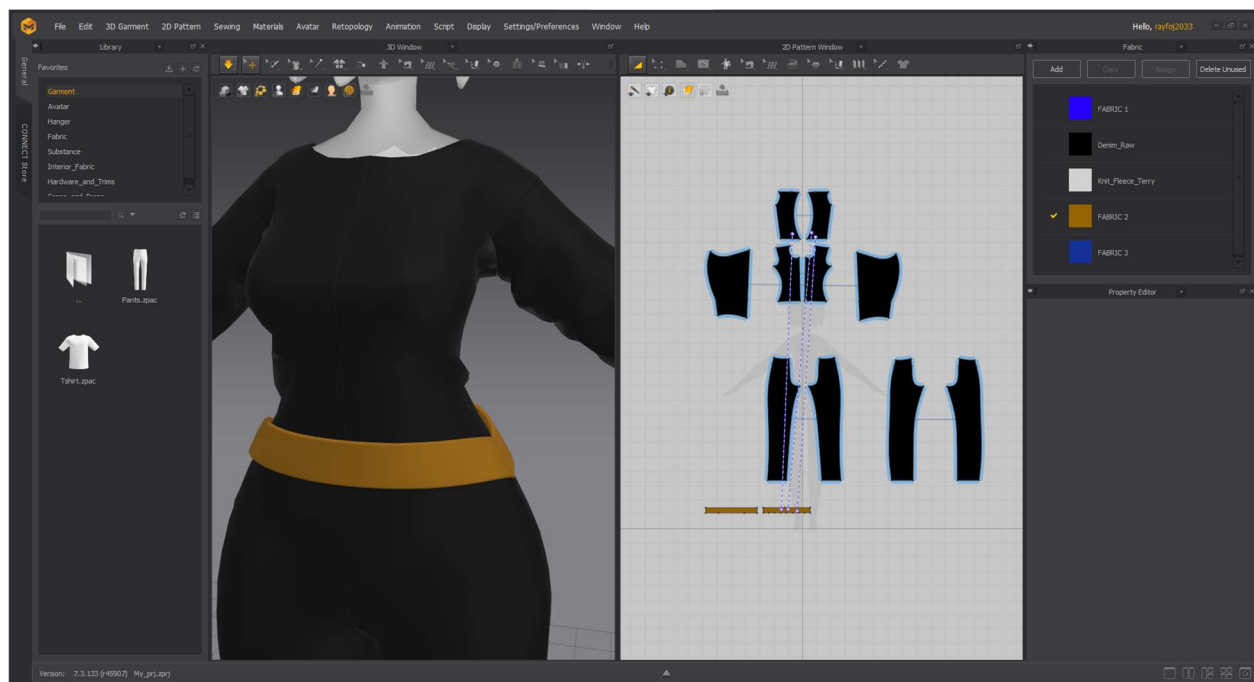


Рис. 3.25 – Ремінь та голки

Після ременю створюється накидка, яка складається з п'яти частин. Чотири прямокутники редагуються завдяки інструменту *Line Edit Curvature*, щоб на кінцях прямокутників отримати округлу форму, але перед редагуванням ці кінці об'єднуються зв'язком «батько-діти» завдяки інструменту *Symmetric Parent*. Далі створюється п'ята частина накидки – це квадрат, який редагується інструментом *Line Edit Curvature* та до якого додаються точки на верхній лінії інструментом *Add Point/Split* (рис. 3.26).

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Після створення юбки створюються наручі та наколінник з того ж матеріалу, як і ремінь. Спочатку створюються прямокутники, які налаштовуються завдяки інструментам *Line Edit Curvature*, *Symmetric Parent* та *Add Point/Split*, після отримання потрібних форм створюються маленькі прямокутники, які будуть обгортати руку. Завдяки цим прямокутникам створюються спеціальні лінії по краях до яких пришиваються ці ж прямокутники. Далі протилежні прямокутники по краях зшиваються та наручі та наколінник завдяки *Tack* (голки) кріплять на одязі в необхідних місцях, це робиться для того, щоб вони не падали (рис. 3.28).

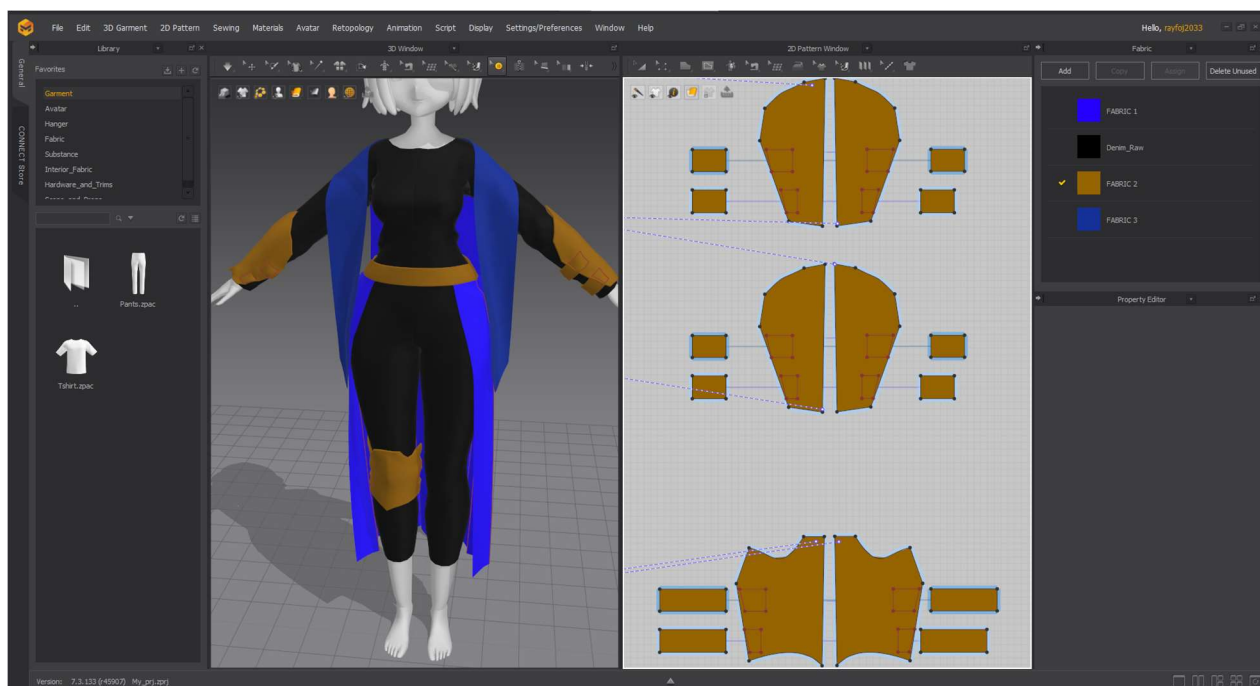


Рис. 3.28 – Наручі та наколінник

Далі створюються прямокутники для стрічок, які пришиваються в різних місцях одягу для надання більшої деталізації, а також завдяки інструменту *Button* створюються гудзики та завдяки інструменту *Segment Topstitch* створюються нитки по краях елементів одягу на місцях з'єднання. *Button* та *Topstitch* налаштовуються, щоб досягти необхідного результату по формі та розмірах (рис. 3.29-3.30).

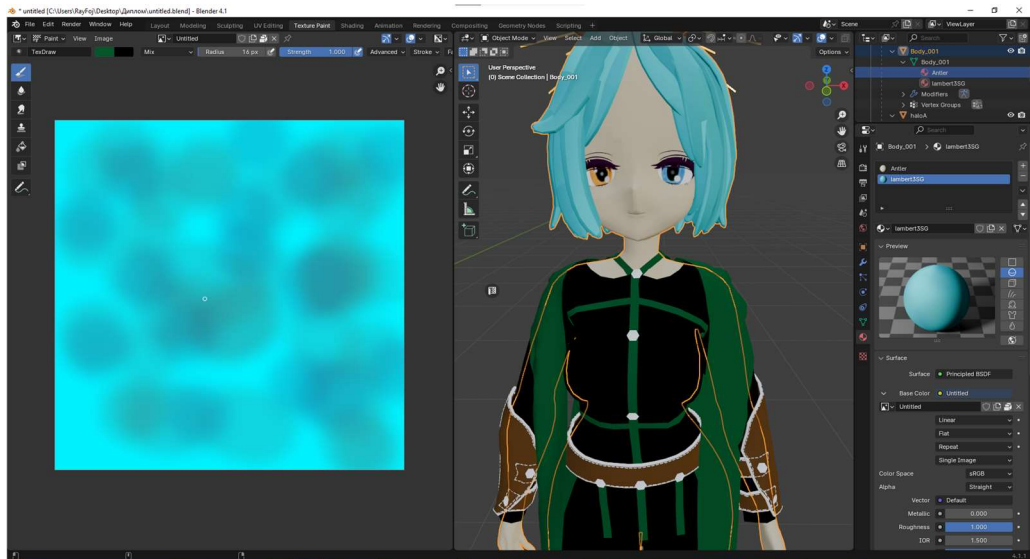


Рис. 3.37 – Текстура волосся

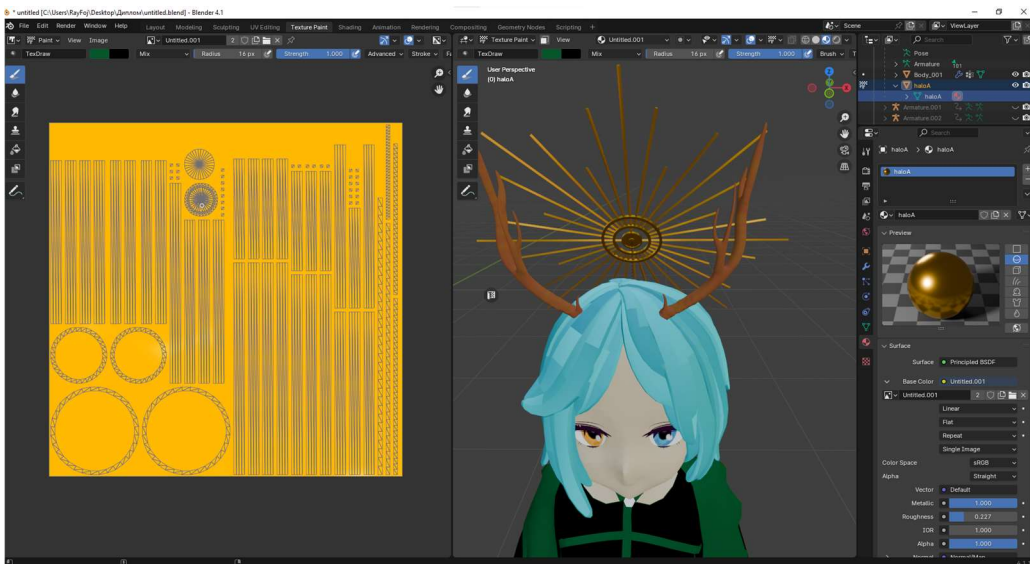


Рис. 3.38 – Текстура корони

3.6 Створення навколишнього середовища

Для створення навколишнього середовища використовуються наступні об'єкти: платформа для імітації землі з травою, дерева, трава, багаття, намет, стіни, каміння, кам'яний блок, губка та меч.

Спочатку створюється платформа із куба, на яку накладається текстура трави, далі знаходяться та додаються у проєкт дерева, трава, багаття, намет, стіни, каміння та кам'яний блок, вони вже мають свої текстури та розташовуються по платформі в різних місцях та в різній кількості (рис. 3.39-3.40).

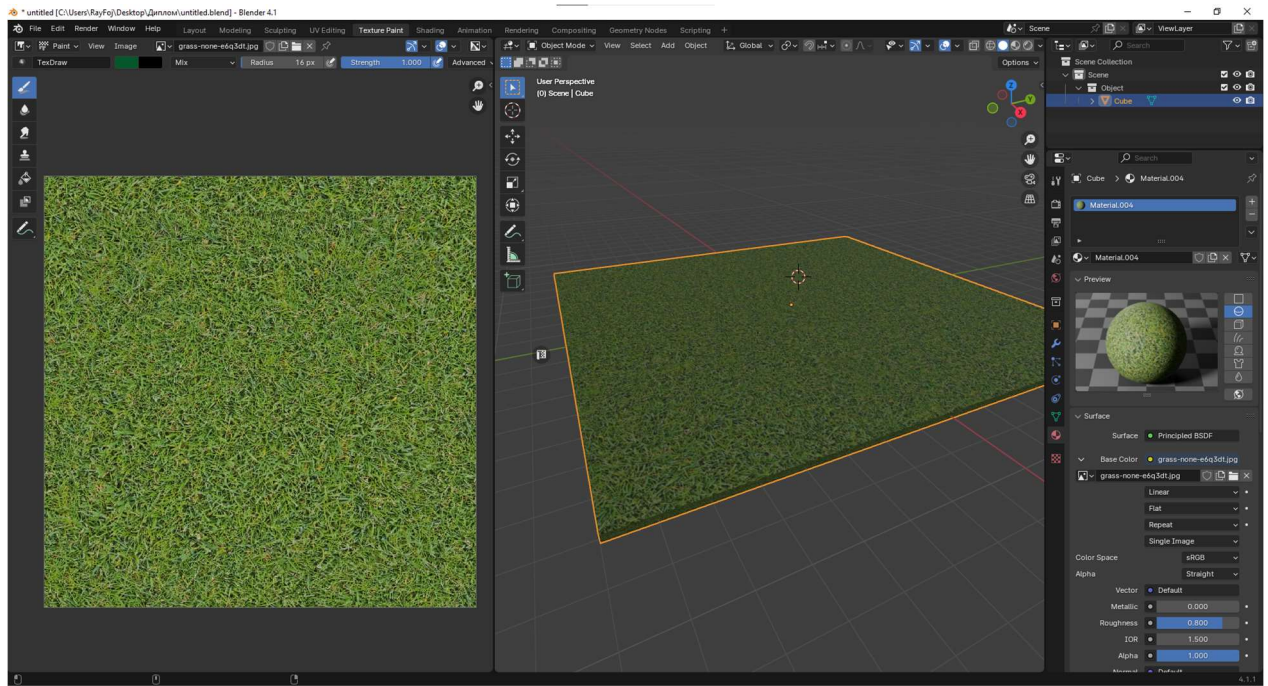


Рис. 3.39 – Платформа з текстурою

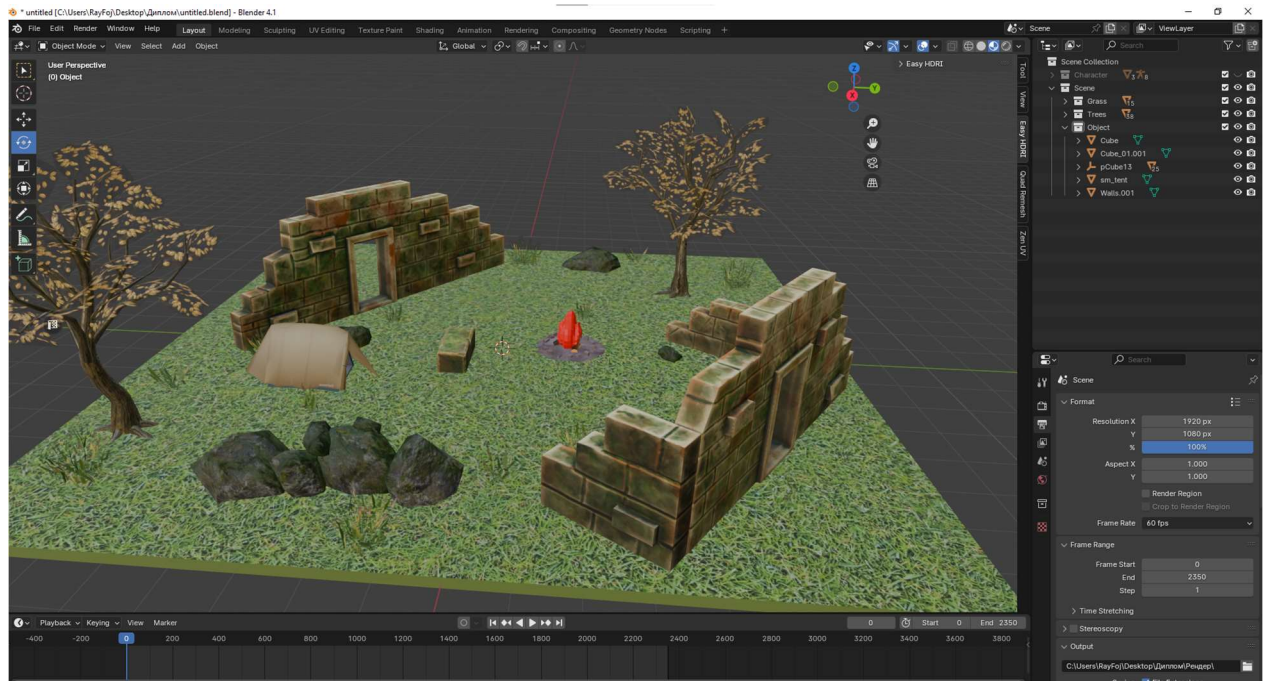


Рис. 3.40 – Остаточний вигляд навколишнього середовища

Меч та губка створюються власноруч та розташовуються на кам'яному блоці. Також для них створюється анімації, які пізніше перетворюються на кліпи та виставляються на доріжці із іншими кліпами (рис. 3.41-3.42).

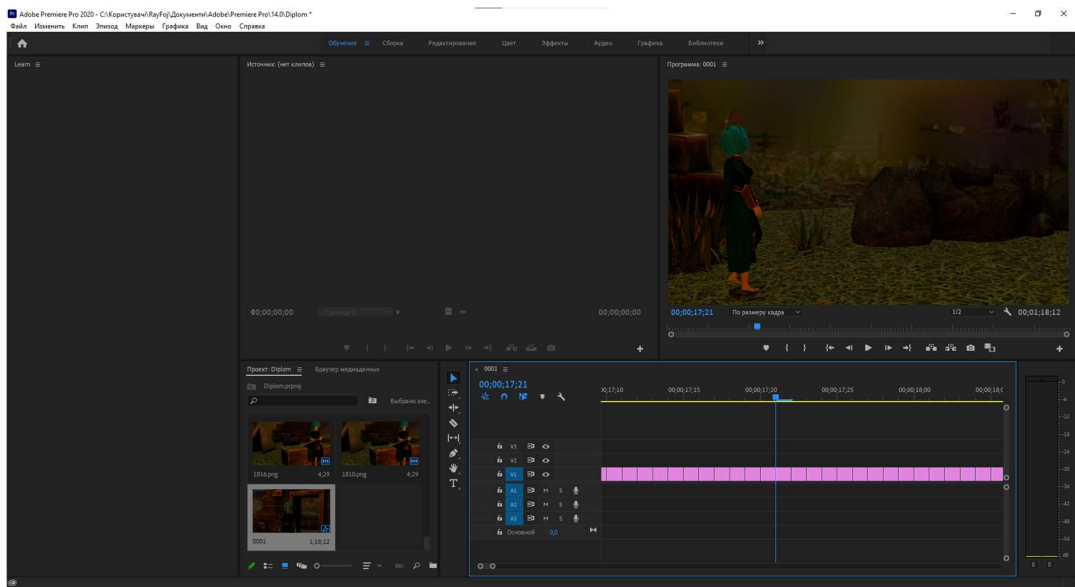


Рис. 3.51 – Работа з кадрами

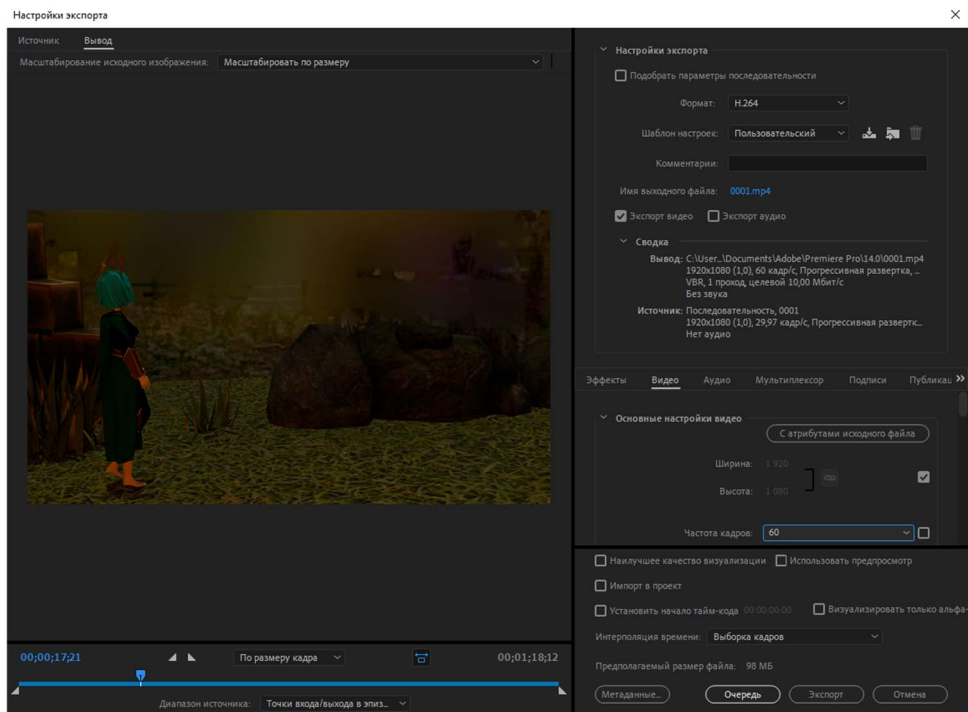


Рис. 3.52 – Налаштування експорту

Далі отримане відео імпортується в *Adobe After Effects*, після чого створюються три композиції. На першій композиції відбувається створення та налаштування ефекту *Saber*. Спочатку створюється *Solid* (фон) та *Text* (текст). Після написання тексту завдяки інструменту *Auto-trace* маска тексту, яка копіюється в *Solid*, після чого в нього додається ефект *Saber*. Налаштовується ефект зміними таких параметрів як: *Glow Color* (колір), *Core Size* (постійна яскравість), *Start Size* (початкова яскравість), *Start Offset* (початкове

									Арк.
									88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ.КІ.1.442-03.3.7

На третій композиції створюється остаточний варіант відео. В-першу чергу додається друга композиція, потім відео із кадрів рендеру, а в останню чергу додається музика, після чого ця композиція експортується (рис. 3.55).

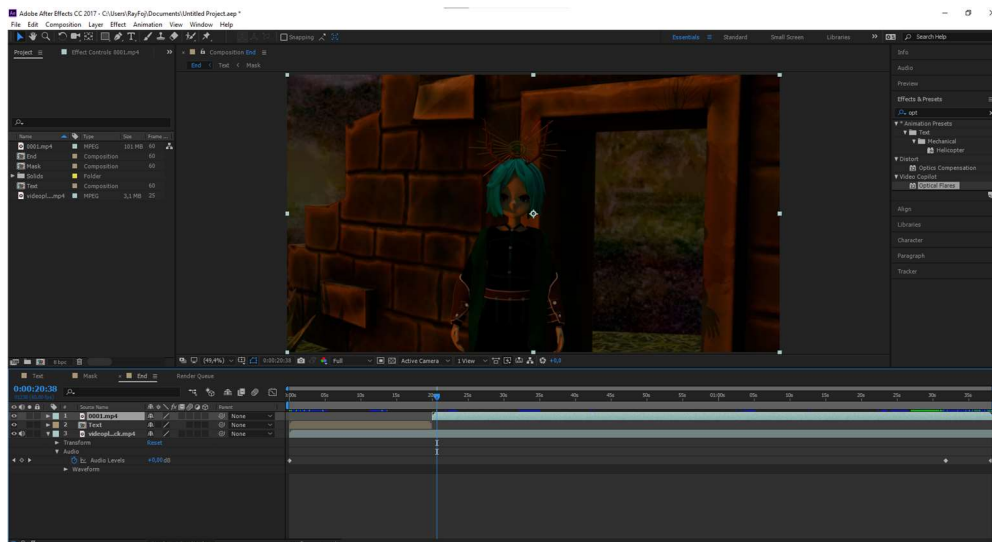


Рис. 3.55 – Створення кінцевого результату

Висновки до третього розділу

1. Були обрані засоби розробки моделей персонажу та одягу, розглянуті особливості *Blender 3D* та *Marvelous Designer*.
2. Було створено *High-poly* та *Low-poly* моделі персонажу, створено *UV*-розгортку та проведено запікання, в результаті якого отримано *Normal map*.
3. Створено скелет та проведено ригінг. Після чого імпортовано декілька анімаційних кліпів та створено власні анімації.
4. Створено одяг в *Marvelous Designer*, проведено симуляцію поведінки одягу на анімованому персонажі, а також симуляція була записана та імпортована в *Blender 3D*.
5. Завдяки *UV*-розгортці створено текстури для персонажа, одягу та інших елементів.
6. Створено навколишнє середовище з використанням різних об'єктів, додано освітлення та доданий фон завдяки *HDRI*.
7. Проведено рендер та із отриманих кадрів створено відео з використанням ефектів *Saber* та *Optical Flares*.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Організаційно-економічне та маркетингове обґрунтування проекту

4.1.1 Порівняльний аналіз пропонованого проекту

У даній кваліфікаційній роботі досліджено процес проектування та розробки анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу за допомогою програм *Blender 3D*, *Marvelous Designer*, *Adobe After Effects* та *Adobe Premiere Pro*. Головною метою проекту було створення демонстраційного ролику з унікальним анімованим персонажем в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу та з урахуванням усіх особливостей стилю.

У процесі розробки персонажа були використанні різноманітні технології та інструменти. Зокрема, для створення персонажа та його анімації використовувався *Blender 3D*, який надає можливість зробити якісні варіанти моделі – це *high-poly* та *low-poly* моделі, а також надає можливість якісно анімувати персонажа. В свою чергу, для створення одягу було використано *Marvelous Designer*, який надає великий інструментарій для створення якісного одягу з анімаціями. Для створення демонстраційного ролика були використані програми *Adobe After Effects* та *Adobe Premiere Pro*, які мають великий інструментарій для створення ефектів та обробки відео.

Перед початком розробки було проаналізовано де-кілька сучасних аналогів, визначені основні ознаки стилю *anime* та його характерні особливості, а також проаналізовано символіку стилю *anime* та здійснено постанову задачі.

В результаті розроблено анімованого персонажа в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу та демонстраційний ролик. Модель можна використовувати в іграх та в відео.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

В таблиці 4.1 представлена порівняльна характеристика моделей конкурентів та яка розробляється.

Таблиця 4.1

Порівняльна характеристика моделей конкурентів

Особливості	<i>Kafka</i> з гри <i>Honkai: Star Rail</i>	<i>Yae Miko</i> з гри <i>Genshin Impact</i>	Ліліт
Сеттінг	Далеке фентезі майбутнє з розвиненими технологіями	Фентезі натхнене різними середньовічними культурами реального світу	Фентезі натхнене середньовічною європейською культурою
Анімації	Плавна анімація рухів, одяг частково анімований	Плавна анімація рухів, одяг частково анімований	Плавна анімація рухів, одяг анімований з упором на реалістичну поведінку
Символіка	Присутній символізм в зовнішності та в одязі, а також в музичному супроводі у відео, як презентує персонажа	Має символізм в одязі та зовнішності, який пов'язаний із японською культурою та міфологією	Символізм в одязі та зовнішності, який пов'язаний з лицарями та демонструє зв'язок персонажа з природою

Загальна таблиця 4.2 з перевагами та недоліками використання *Blender 3D* та *Maya* для розробки анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу:

Особливості	<i>Blender 3D</i>	<i>Maya</i>
	Стабільність: оскільки розробка <i>Blender</i> відбувається відкрито, програма може бути менш стабільною та має менш передбачуваний графік випуску оновлень порівняно з комерційними альтернативами.	Інтерфейс: інтерфейс <i>Maya</i> може бути складним для новачків та вимагати значного часу та зусиль для оволодіння всіма його функціями та можливостями.
	-	Спільнота: <i>Maya</i> має дуже неактивну спільноту, отже меншу кількість ресурсів для навчання та вдосконалення навичок, які створюються користувачами.

4.1.2 Організаційне обґрунтування

Таблиця 4.3

Класифікаційна оцінка проекту

клас	монопроект
тип	змішаний
вид	комбінований
тривалість	короткостроковий
за ступенем складності	проект високої складності
рівень	галузевий

Мета – розробка анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

Результат – розроблена анімована модель та демонстраційний ролик.

Етапи виконання розділів кваліфікаційної роботи з орієнтованими термінами:

- збір інформації по предметній області (10 днів);
- постановка задачі (4 днів);
- детальне дослідження предметної області (8 днів);
- планування структури проєкту (10 днів);
- розробка пояснювальної записки (10 днів);
- розробка пайплайну (15 днів);
- створення моделей персонажа, одягу та сцени (30 днів);
- створення скелету та анімацій (15 днів);
- створення текстур та їх накладання на моделі (10 днів);
- додавання спецефектів (8 днів);
- створення відео (5 днів);
- доробка пояснювальної записки (8 днів);
- здача проєкту (8 днів).

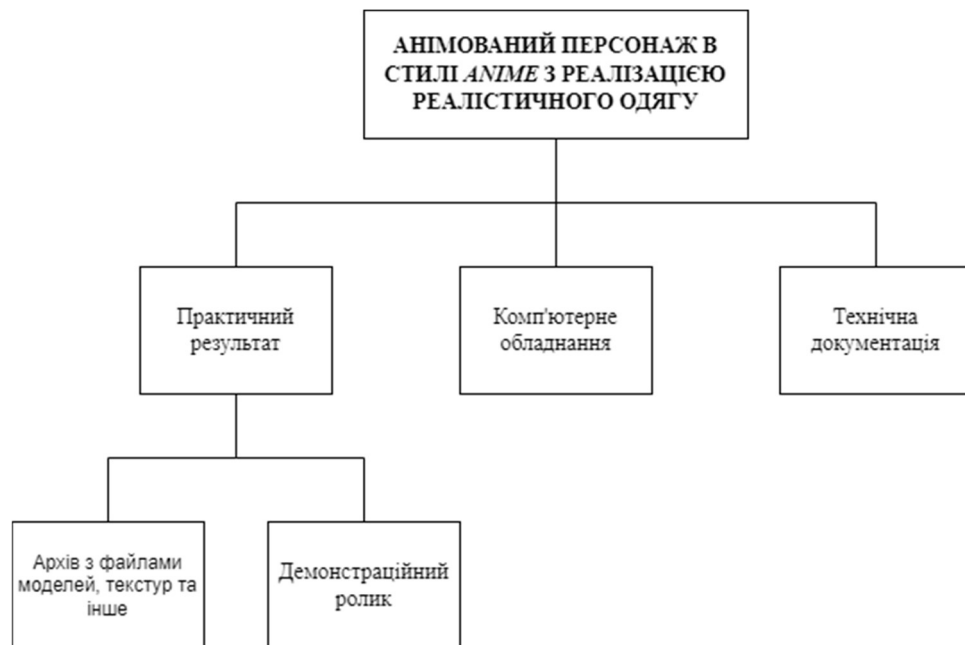


Рис. 4.1 – Структура (декомпозиція) проєкту

4.1.3 Маркетингове обґрунтування проєкту.

Під час розробки проєкту були проведені глибокі дослідження стилю *anime*, основних ознак стилю, його характерних особливостей та символіки стилю, проведений аналіз існуючих аналогів, а також використані передові технології моделювання та анімації. Створена модель та демонстраційне відео надають можливість глядачам відчувати атмосферу фентезі світу.

Персонажі в стилі *anime* мають великий потенціал в ігровій індустрії та в індустрії анімації, оскільки стиль *anime* є дуже популярним у всьому світі. Унікальні зовнішність та одяг персонажа, плавна та якісна анімація рухів, атмосферна сцена та два варіанти моделі (*high-poly* та *low-poly*) можуть бути цікавими для розробників ігор в стилі *anime* та для аніматорів, які працюють в цьому стилі.

Незважаючи на конкуренцію на ринку моделей, дана модель здобуде популярність завдяки своїй унікальності та якості. Закладений символізм у зовнішність та одяг, наявність *high-poly* та *low-poly* варіантів моделі, якісні текстури, наявність анімації можуть привернути додаткову увагу користувачів, а якісний демонстраційний ролик забезпечить успіх на ринку.

Досліджуючи ринок моделей персонажів було виділено наступні типи моделей, які знаходяться в продажі: базові моделі, моделі з текстурами, моделі з анімаціями, а також моделі з текстурами та анімаціями.

1. Базова модель – це моделі, які потребують доопрацювання зі сторони покупця, оскільки створені для того, щоб їх використовували, як основу для інших моделей.
2. Модель з текстурами – це моделі, які мають текстури та готові для подальшої анімації покупцем.
3. Модель з анімаціями – це вид моделей виглядає, як базовий, але при цьому мають скелет та/або унікальні анімації.
4. Модель з текстурами та анімаціями – це модель, яка має завершений статус, текстури та скелет, а також в комплекті бувають унікальні якісно опрацьовані анімації.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

Кожен тип моделей має свою власну аудиторію та різний попит, але самою головною відмінністю є ціна. Для порівняння були обрані ринок України та держав Європейського Союзу (ЄС). В Україні ціни достатньо стабільні, але при цьому майже однакові моделі будуть дешевшими на Українському ринку порівняно за державами ЄС, але не завжди так. Така різниця в цінах, пов'язана з тим, що більшість моделерів в Україні виставляють ціну залежно від середньої ціни на ринку та якості моделі, в свою чергу великі коливання цін на моделі в ЄС пов'язані з тим, що там ціну встановлюють спираючись і на середню ціну, і на якість моделі, і на витрачений час при розробці, що додає вартості моделі.

Порівняння цін моделей представлені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Порівняння цін різних типів моделей на ринках України та ЄС

Тип	Складові	Ціна, грн Україна	Ціна, \$ ЄС
Базова модель	модель	приблизно 150 грн	1\$ – 10\$
Модель з текстурами	модель та текстури	приблизно 400 грн	15\$ – 20\$
Модель з анімаціями	модель, скелет та анімації	приблизно 800-1200 грн	20\$ – 25\$
Модель з текстурами та анімаціями	модель, текстури, скелет, анімації	приблизно 1500 грн	10\$ – 120\$

4.2 Економічні розрахунки

4.2.1 Визначення трудомісткості розробки програмного продукту (ПП)

Тривалість розробки ПП залежить від обсягу інформаційної системи(ІС), трудомісткості її розробки, кваліфікації кадрів, а також планових термінів, що диктуються умовами ринку. У якості вихідних даних для визначення

трудомісткості розробки ПП визначається обсяг програмних засобів в тисячах умовних машинних команд програми-аналога. Вибравши аналог програмного засобу (ПЗ), що містить V_0 в умовних машинних командах. У даному проекті розробляється новий програмний продукт, який відповідає аналогу ПЗ оптимізаційних розрахунків с $V_0 = 6000$ умовних машинних команд із трудомісткістю $T_p = 330$ чол/год.

Трудомісткість розроблювального ПП визначається на кожному етапі окремо на підставі трудомісткості аналога з урахуванням складності розробки, ступеня новизни й ступеня використання в розробці стандартних модулів на підставі формул 4.1 – 4.4

$$T_{ТЗ} = T_p * L_1 * K_H \quad (4.1)$$

$$T_{ТП} = T_p * L_2 * K_H \quad (4.2)$$

$$T_{РП} = T_p * L_3 * K_H * K_T \quad (4.3)$$

$$T_{ВН} = T_p * L_4 * K_H \quad (4.4)$$

де: T_p – укрупнення норма часу на розробку аналога ПЗ, чол/год, що коректується поправочним коефіцієнтом, що враховує умови розробки ПЗ, тобто в умовах комп'ютера, $K_H=0.7$.

Тобто:

$$T_p = 385 * 0.7 = 269,5 \text{ люд/год}$$

Даний проект можна віднести до ступеня новизни: Б

L_j – питома вага j -го етапу розробки (залежно від ступеня новизни й відповідних стадій):

$$L_1 = 0,12;$$

$$L_2 = 0,15;$$

$$L_3 = 0,58;$$

$$L_4 = 0,15.$$

K_H – поправочний коефіцієнт, що враховує ступінь новизни, у цьому випадку $K_H = 0,7$;

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_T – поправочний коефіцієнт, що враховує ступінь використання в розробці типових програм $K_T = 0,6$.

Тоді:

$$T_{ТЗ} = 269,5 * 0,12 * 0,7 = 23 \text{ (дні)}$$

$$T_{ТП} = 269,5 * 0,15 * 0,7 = 28 \text{ (дні)}$$

$$T_{РП} = 269,5 * 0,58 * 0,7 * 0,6 = 66 \text{ (дні)}$$

$$T_{ВН} = 269,5 * 0,15 * 0,7 = 28 \text{ (дні)}$$

Тривалість розробки ПП у роках визначається за формулою 4.5.

$$T_{ПП} = T_{ТЗ} + T_{ТП} + T_{РП} + T_{ВН} \quad (4.5)$$

де $T_{ПП}$ – сумарна тривалість розробки, розрахуємо:

$$T_{ПП} = 23 + 28 + 66 + 28 = 145 \text{ (дні)} = 0,396 \text{ (р.)}$$

4.2.2 Визначення ціни ПП

Оскільки ПП розглядається й створюється як продукція виробничо-технічного призначення, що допускає багаторазове тиражування й відчуження від безпосередніх розроблювачів, значить:

$$Ц = C * K + П_p \quad (4.6)$$

де: C – витрати на розробку програмної продукції (кошторисна собівартість);

K – коефіцієнт обліку витрат на виготовлення досвідченого зразка ПП як продукції виробничо-технічного призначення.

$П_p$ – нормативний прибуток, що розраховується по формулі:

$$П_p = (C - C_M) * P_H / 100 \quad (4.7)$$

де: P_H – норматив рентабельності, 25%;

C_M – матеріальні витрати, грн./вироб.

Витрати на розробку програмної продукції можуть бути представлені у вигляді кошторису витрат, що включає в себе наступні статті:

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Матеріали. Витрати на матеріали визначаються по формулі 4.8:

$$C_M = K_{MP} * \sum C_i * V_i \quad (4.8)$$

де: K_{MP} – коефіцієнт транспортно-заготівельних видатків;

C_i – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.;

V_i – придбана кількість і-го матеріалу.

В таблиці 4.5 представлено витрати на матеріали.

Таблиця 4.5

Витрати на матеріали

Найменування товару	Опис матеріалу	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
Упаковка паперу	Упаковка офісного паперу А4	1	120	120
Флеш-накопичувач	Флеш пам'ять <i>USB Goodram UTS2 8GB</i>	1	129	129
Картридж для принтеру	картридж <i>HP No.305 DJ 2320/2710/2720/4120 Black</i>	1	607	607
Усього				856
$K_{MP} = 0,1$				85,6
Разом:				941,6

2. Спеціальні устаткування.

Витрати, які пов'язані з використанням обчислювальної техніки, визначаються по формулі:

$$C^{EOM} = t^{EOM} * K_{И}^{EOM} * C^{EOM} * K_E^{EOM} * K_{БД}^{EOM} \quad (4.9)$$

де: t^{EOM} – час використання ЕОМ для розробки даного ПО, год (150);

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{И}^{EOM}$ – поправочний коефіцієнт обліку часу використання ЕОМ (1,08);
 $Ц^{EOM}$ – ціна 1-ої години роботи ЕОМ, грн. (8);
 $K_E^{EOM} = 1,0$;
 $K_{БД}^{EOM} = 1,0$ (не використовується).

Тоді:

$$C^{EOM} = 941,6 * 1,08 * 8 = 8135,42 \text{ грн.}$$

3. Основна заробітна плата

У статтю включається основна заробітна плата двох виконавців, безпосередньо зайнятих розробкою даного ПП (керівник, нормо контроль), з обліком їхнього посадового окладу (6800 та 12000 грн. відповідно) і часу участі в розробці. Розрахунок ведеться по формулі 4.10:

$$C_{30} = \sum \frac{Z_i * K_0 * \tau_i}{D_p} \quad (4.10)$$

де: Z_i – середньомісячний оклад і-го виконавця, грн.;

D_p – середня кількість робочих днів у місяці (21);

τ_i – трудомісткість робіт, виконуваних і-м виконавцем. Люд/дні.

Тоді:

$$C_{30} = \frac{6800 * 86}{21} = 27847 \text{ грн. (розробка)}$$

$$C_{30} = \frac{12000 * 0,1 * 31}{21} = 1771 \text{ грн. (розробка)}$$

$$C_{30} = 27847 + 1771 = 29618 \text{ грн. (розробка)}$$

4. Додаткова заробітна плата. Розрахунок по формулі 4.11:

$$C_{3д} = C_{30} * K_d \quad (4.11)$$

де: K_d – коефіцієнт відрахувань на додаткову заробітну плату (0,1).

$$C_{3д} = 29618 * 0,1 = 2961,8 \text{ грн (загальне)}$$

5. Відрахування на соціальне страхування.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У статті враховуються відрахування в бюджет соціального страхування по встановленому законодавством тарифу від суми основних й додаткової заробітної плати, тобто:

$$C_{CC} = K_{CC} * (C_{зо} + C_{зд}) \quad (4.12)$$

де: K_{CC} – коефіцієнт відрахувань на соціальне страхування (22%).

Тоді:

$$C_{CC} = 0,22 * (29618 + 2961,8) = 7167,5 \text{ грн}$$

6. Накладні витрати

У статті враховуються витрати на загальногосподарські витрати, поза-виробничі (комерційні) витрати й витрати на керування. Накладні витрати визначають у відсотковому відношенні до основної заробітної плати, тобто:

$$C_H = K_H * C_{зо} \quad (4.13)$$

де: K_H – коефіцієнт накладних видатків (50%).

Тоді:

$$C_H = 0,5 * 29618 = 14809 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку кошторисної вартості ПП можна продемонструвати у вигляді таблиці в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Результати розрахунку вартості

Найменування статті	Значення собівартості, грн.	Питома вага, %
Матеріали	941,6	1,48
Спеціальне устаткування	8135,42	12,78
Основна заробітна плата	29618	46,55
Додаткова заробітна плата	2961,8	4,65

Найменування статті	Значення собівартості, грн.	Питома вага, %
Відрахування на соціальне страхування	7167,5	11,27
Накладні витрати	14809	23,27
Разом	63633,32	100

Тепер можемо розрахувати формули описані вище:

$$C = C_M + C_{EOM} + C_{ZO} + C_{ZD} + C_{CC} + C_H = 63633,32 \text{ грн.}$$

$$P_p = (63633,32 - 941,6) * 0,25 = 15672,93 \text{ грн.}$$

$$Ц = 1,1 * 63633,32 + 15672,93 = 85669,58 \text{ грн}$$

4.2.3 Визначення показника економічної ефективності

Очікуваний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_O = E_T - E_H * K_P \quad (4.14)$$

де: E_T – річна економія на поточних витратах (грн.);

K_P – одноразові витрати на проєкт (грн.). У цьому випадку: вартість комп'ютера – 50 000 грн та ПП – 85669,58 грн;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності одноразових витрат (рекомендований $E_H = 0,25$; може бути також заданий господарюючим суб'єктом, або приймається на рівні процентної ставки по депозитних рахунках банку).

Річна економія складається з поточних витрат до і після впровадження ПП, у такий спосіб:

$$E_T = (C_1 - C_2) + \Delta П \quad (4.15)$$

де: C_1, C_2 – відповідно поточні витрати, відповідно до й після впровадження проєкту (грн.);

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ΔΠ – приріст прибутку господарюючого суб'єкта або його структурного підрозділу при впровадженні проекту (грн.) визначається експертним шляхом. В цьому випадку вона складе 0 грн.

$$C_1 = (C_{30} + C_{3д} + C_{CC}) * K_p \quad (4.16)$$

Під час проведення аналізу предметної області за базовий варіант було обрано діяльність компанії «*HoYoverse*» без використання спеціалізованої програми. Весь процес контролю виконують два співробітника, заробітна плата кожного складає 7000 грн. Розрахунок річного фонду основної і додаткової оплати праці персоналу з нарахуванням. Розрахуємо річну зарплату одного працівника:

$$C_{30} = 7000 * 12 = 84000 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить:

$$C_{3д} = 84000 * 0,1 = 8400 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування складає:

$$C_{CC} = 0,22 * (84000 + 8400) = 20328 \text{ грн.}$$

Таким чином, поточні витрати до розробки гри ПП, становлять:

$$C_1 = (84000 + 8400 + 20328) * 2 = 225456 \text{ грн.}$$

Одноразові витрати на проект складають:

$$K_{\Pi} = 50000 + 85669,58 = 135669,58 \text{ грн.}$$

$$C_2 = C_{EOM} + C_A + (C_{30} + C_{3д} + C_{CC}) * K_p + C_p + C_{всп} \quad (4.17)$$

Витрати, пов'язані з використанням обчислювальної техніки, становлять:

$$C_{EOM} = t^{EOM} * K_{И}^{EOM} * Ц^{EOM} \quad (4.18)$$

де: t^{EOM} – річний фонд часу роботи EOM, який визначається виходячи з кількості робочих днів в році, тривалості робочого дня і з урахуванням часу на профілактичні огляди за рік:

$$t^{EOM} = 8 * 365 = 2920(\text{год})$$

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{И}^{EOM}$ – поправочний коефіцієнт обліку часу використання ЕОМ (1,08);

$Ц^{EOM}$ – ціна за 1 кВт світла, грн. (2,64);

$$C_{EOM} = 2920 * 1,08 * 2,64 = 8326 \text{ грн}$$

C_A – сума річних амортизаційних відрахувань від вартості основного й допоміжного устаткування ІС (КМ) (25% від вартості устаткування);

$$C_A = 0.25 * 5630 = 1409 \text{ грн}$$

C_p – вартість річного ремонту основного й допоміжного устаткування (6% $K_{ко}$);

$C_{всп}$ – річна вартість допоміжних матеріалів, пов'язаних з експлуатацією ІС (КМ) (2% $K_{ко}$);

Таким чином, поточні витрати після впровадження ПП, становлять:

$$C_2 = 5630 + 1409 + (84000 + 8400 + 20328) + 50000 * (0,06 + 0,02) = 123767 \text{ грн}$$

$$E_T = (225456 - 123767) + 0 = 101689 \text{ грн}$$

$$E_o = 101689 - 0,25 * 123767 = 70747,25 \text{ грн}$$

Потім розраховується коефіцієнт ефективності одноразових витрат за формулою:

$$E = E_T / K_{п} \quad (4.19)$$

Якщо $E > E_{н}$, то проєкт ефективний. Розрахуємо по формулі:

$$E = (101689) / (135669,58) = 0,74$$

Розраховується строк окупності одноразових витрат проєкту, років:

$$T = 1/E \quad (4.20)$$

Розрахуємо:

$$T = 1/0,74 = 1,35$$

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні економічні показники проєкту надані в таблиці 4.7

Таблиця 4.7

Економічні показники проєкту

№	Показники	Числове значення	Одиниці виміру
1	Тривалість розробки	145	Дні
2	Ціна ПП	85669,58	Грн
3	Капітальні затрати	135669,58	Грн
4	Річна економія на поточних витратах після введення ПП	101689	Грн
5	Економічний ефект	70747,25	Грн
6	Коефіцієнт ефективності	0,74	–
7	Термін окупності проєкту	1,35	Рік

4.3 Бізнес план стартап-проєкту

Таблиця 4.8

Бізнес план стартап – проєкту анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу

Ключові пункти	Опис
Основна ціль проєкту	Основною ціллю проєкту анімованого персонажу в стилі <i>anime</i> з реалізацією реалістичного одягу є створення унікального персонажу та особливої атмосфери фентезі світу. Ми прагнемо погрузити глядачів в атмосферу магічного світу натхненого середньовічною Європою та надати змогу глядачам відчувати емоції персонажа через показ певної ситуації. Таким чином, ми прагнемо навчити глядачів дивитися на ситуацію з різних сторін.
Аналіз ринку	Персонажі в стилі <i>anime</i> мають велику популярність, яка з кожним днем росте, все більше людей цікавляться

Ключові пункти	Опис
Висновки	Наша мета – створити успішного анімованого персонажу в стилі <i>anime</i> з реалізацією реалістичного одягу, який буде цікавим для користувачів і принесе прибуток нашому стартапу.

Висновки до четвертого розділу

1. Розробка цього проєкту є вигідним кроком, оскільки вона має швидку окупність та має можливості для додаткового прибутку у майбутньому. Галузь моделювання стабільно просувається вперед, а також стиль *anime* має велику популярність та його популярність продовжує зростати.

2. Цей проєкт має вражаючі перспективи завдяки своєму популярному стилю, якісним моделі, текстурам та анімації, а також завдяки особливій атмосфері, які приваблюють широку аудиторію. Крім того, можливість легкої адаптації та інтеграції в інші проєкти приваблює додаткову аудиторію.

3. Був розроблений план стартап-проєкту анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу. Були описані наступні пункти плану: основна ціль проєкту, аналіз ринку, розробка продукту, фінансові доходи, маркетинг та реклама, а також зроблені висновки, як останній пункт плану.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		108

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Правила використання комп'ютера

Робота за персональним комп'ютером (ПК) хоч і здається легкою та звичайною справою, але може зашкодити здоров'ю користувача, якщо не дотримуватися норм та де-яких правил роботи з ПК.

Для того, щоб запобігти появі проблем зі здоров'ям необхідно виконувати наступні дії:

- правильно облаштувати робоче місце;
- обмежити робочий час за ПК;
- виконувати вправи для спини та очей.

Почати треба з облаштування робочого місця та першою дією у цьому буде обрання столу та крісла. Стіл повинен мати висоту в межах 0,65-0,8 м, а ширину – таку, щоб забезпечити виконання операцій в зоні досяжності. Також повинен бути й простір для ніг в межах не менше 0,6 м заввишки, не менше 0,5 м завширшки, не менше 0,45 м завглибшки (на рівні колін) та не менше 0,65 м на рівні простягнутої ноги.

В свою чергу, крісло повинно мати функції підйому та повороту, регуляцію висоти та кутів нахилу сидіння та спинки, регуляцію відстані спинки від переднього краю сидіння, а також, треба зауважити, що регулювання всіх цих параметрів повинно здійснюватися незалежно один від одного, повинно легко здійснюватися та надійно фіксуватися.

Висота сидіння повинна мати регуляцію від 0,4 м до 0,5 м, а ширина і глибина становити приблизно 0,4 м, при цьому кут нахилу сидіння повинен бути 15° вперед та 5° назад. Висота спинки має становити $(0,3 \pm 0,02)$ м, а ширина – не менше 0,38 м. Регулювання кута нахилу спинки має відбуватися в межах 1-30°

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

від вертикального положення, а регулювання відстані спинки до переднього краю сидіння – в межах 0,26-0,4 м.

Далі необхідно правильно розташувати клавіатуру та монітор. Встановлювати монітор необхідно на відстані 60-100 см від обличчя, і нижче рівня очей залежно від розмірів екрану.

Відстань від екрану до очей, при розмірі екрану по діагоналі, повинна бути з наступним співвідношенням [41]:

- 35/38 см (14"/15") – 0,6-0,7 м;
- 43 см (17") – 0,7-0,8 м;
- 48 см (19") – 0,8-0,9 м;
- 53 см (21") – 0,9-1,0 м.

Клавіатуру треба розташовувати на поверхні столу на відстані 0,2 м від краю, звернутого до користувача. Також клавіатура повинна мати опорний пристрій, який виготовлений із матеріалу з високим коефіцієнтом тертя, цей пристрій дає змогу змінювати кут нахилу клавіатури на 5-15°.

Треба зауважити, що робоче місце повинно забезпечувати підтримання оптимальної робочої пози [42]:

- ступні ніг – на підлозі або на підставці для ніг;
- стегна – в горизонтальній площині;
- передпліччя – вертикально;
- лікті – під кутом 70-90° до вертикальної площини;
- згин зап'ястя – під кутом не більше 20° відносно горизонтальної площини;
- нахил голови – 15-20° відносно вертикальної площини.

Після облаштування робочого місця необхідно встановити обмеження часу роботи з ПК. Це необхідно для виділення часу на вправи для очей та м'язів спини, оскільки безперервна робота за ПК може викликати такі захворювання:

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

остеохондроз, захворювання дрібних суглобів, погіршення зору, застій крові, геморої та інші.

Вправи для м'язів спини – це звичайна зарядка, або комплекс спеціальних вправ. В свою чергу для вправи для очей – це комплекс вправ, який називають «гімнастикою для очей». Всі вправи та їх правильне виконання можна знайти в інтернеті.

5.2 Електробезпека

Загальні правила та вимоги безпечного користування щодо комп'ютерної техніки надаються наступними ДСТУ [43] [44]:

1. ДСТУ EN 61140:2019 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання».
2. ДСТУ EN 62368-1:2017 «Обладнання аудіо-, відео-, інформаційних та комунікаційних технологій. Частина 1. Вимоги щодо безпеки».
3. ДСТУ EN 60335-1:2017 «Прилади побутові та аналогічні електричні. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги».
4. ДСТУ EN 61140:2019 «Захист від ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання».
5. ДСТУ EN 41003:2014 «Обладнання, яке підключають до телекомунікаційних мереж та/або кабельних розподільчих систем. Додаткові вимоги щодо безпеки».

Вони передбачають, що уся комп'ютерна техніка за виконанням та ступенем захисту повинна відповідати 1-ому класу та мати апаратуру захисту від струму короткого замикання. Також передбачається, що лінії комп'ютерної мережі повинні бути розраховані на відповідне навантаження та захищені ізоляцією, виконуватися як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників, а також передбачати прокладання нульового захисного провідника від стійки групового розподільного щита, розподільного пункту до розеток

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

електроживлення. Ще важливим є те, що до одного контактного затискача не повинні підключатися на щиті нульовий робочий та нульовий захисний провідники.

Також передбачається необхідність встановлення аварійного резервного вимикача, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, де одночасно експлуатуються понад п'ять комп'ютерів з окремими екранними та периферійними пристроями на помітному та доступному місці.

Зауважується також, що не можна підключати комп'ютерну техніку до звичайної двопровідної електромережі та необхідно підключати комп'ютерну техніку до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. У них, крім контактів фазового та нульового робочого провідників, мають бути спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника.

5.3 Пожежна безпека

Існує 7 пунктів, які є вимогами протипожежного режиму при роботі з комп'ютером [45]:

1. Куріння у робочому приміщенні заборонено, а для куріння на підприємстві облаштовують спеціальні місця для куріння.

2. Користування електронагрівальними приладами, тобто приготування кип'ятку, розігрівання та приготування їжі, повинно здійснюватися в спеціально обладнаному для цього місці із застосуванням приладів з автоматичними пристроями відключення нагрівальних елементів.

3. Робота з електроприладами передбачає заборону залишати без нагляду увімкнені в електромережу електроприлади.

4. План евакуації, повинен бути розроблений досвідченим фахівцем, а також для дотримання цього плану працівники повинні пройти інструктаж евакуації. Окрім цього, ще усі входи та коридори повинні бути постійно вільні, щоб не перешкоджати евакуації.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Порядок на робочому місці дуже важлива частина безпеки, оскільки на столі часто присутні легкозаймисті речі (папір, картон і т.д.). Також треба слідкувати і за тим, щоб колеса крісел не їздили по проводах, які лежать на підлозі – це може нашкодити як внутрішній частині провода, так і його ізоляції, а далі – удар струмом і загоряння.

6. Пожежна сигналізація та вогнегасники повинні знаходитися в кожному приміщенні підприємства, а вогнегасники додатково повинні розташовуватися на видному та легкодоступному місці.

7. Перевірка робочого місця та приміщення наприкінці робочого дня – це дуже важлива справа, оскільки по закінченню роботи та перед закриттям приміщень особа, яка відповідає за протипожежний стан приміщення, зобов'язана перевірити стан приміщень, вимкнути напругу з усіх електроустановок та електроприладів, а також з мереж їх живлення, закрити вікна та кватирки. А усі виявлені порушення правил пожежної безпеки потрібно усунути до зачинення приміщень.

5.4 Освітлення

Відомо, що тривала робота за комп'ютером при недостатньому рівні освітленості може призвести до значного перенапруження зору, тому правильне освітлення приміщення є дуже важливим. Робоче місце необхідно розміщувати таким чином, щоб уникнути попадання прямого світла в очі. Вікна в робочих приміщеннях повинні мати регульовані пристрої, такі як: жалюзі, занавіски, тощо.

Також рекомендується застосування спеціальних окулярів для індивідуального захисту очей, щоб забезпечити необхідний захист від комп'ютерних випромінювань.

Приміщення, де розміщений комп'ютер повинно мати природне та штучне освітлення. Для штучного освітлення приміщення варто застосовувати переважно люмінесцентні лампи, а використання світильників без розсіювачів та екрануючих решіток не допускається. Світильники місцевого освітлення слід

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

встановлювати таким чином, щоб не створювати відблисків на поверхні екрана, в свою чергу освітленість екрана має бути не більше 300 люкс, а освітленість робочих поверхонь столів має становити не менше 400 люкс.

5.5 Кондиціонування

Робоче приміщення повинно бути обладнано вентиляцією або кондиціонером для організованого повітрообміну. Допустима температура приміщення складає 22-25°C, швидкість руху повітря не більше 0,1 м/с. Стосовно вологості, фізіологічно оптимальна відносна вологість становить 40-60%, допустиме значення не більше 75%. Всі ці норми наведені у ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [46].

Також треба щоденно проводити вологе прибирання, тому підлогу у кімнаті не слід накривати килимом, а усі дроти бажано організувати так, щоб вони не знаходилися на підлозі.

Рекомендується до і після роботи на комп'ютері протирати екран спеціальними серветками із нанесенням спеціально засобу.

5.6 Перша допомога

Самою головною при роботі з ПК є перша допомога при ураженні струмом і з початку треба визволити потерпілого від електричного струму, після чого вже в залежності від його стану надавати першу допомогу. Обов'язково у всіх випадках необхідно викликати швидку.

Для визначення стану потерпілого необхідно зробити наступні кроки:

- покласти потерпілого спиною на підлогу;
- перевірити наявність дихання у потерпілого;
- перевірити наявність пульсу у потерпілого;
- з'ясувати стан зіниць, оскільки широка зіниця вказує на погіршення кровопостачання.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо потерпілий знаходиться у свідомості, його треба покласти у зручне положення і до прибуття швидкої забезпечувати його спокій при цьому спостерігаючи за його станом (дихання та пульс). Потерпілий не повинен рухатися чи продовжувати роботу. В разі неможливості швидко викликати швидку допомогу, треба доставити потерпілого у лікарню.

Якщо потерпілий знаходиться у непритомному стані, його необхідно покласти на спину, розстебнути одяг, забезпечити приплив свіжого повітря, дати понюхати нашатирний спирт, бризнути на нього водою і забезпечити спокій. У той же час потрібно викликати швидку. Якщо потерпілий дихає погано, рідко і судомно, йому необхідно робити штучне дихання і непрямий масаж серця.

Якщо у потерпілого відсутні ознаки життя не можна вважати його померлим, а треба надати негайну першу допомогу у вигляді штучного дихання і зовнішнього масажу серця, щоб не наступила остаточна смерть. Починати штучне дихання слід негайно після вивільнення потерпілого від електричного струму і проводити безперервно до досягнення позитивного результату. Штучне дихання необхідно робити безперервно, до прибуття швидкої допомоги.

Висновки до п'ятого розділу

1. Робота з комп'ютером повинна відбуватися на правильно облаштованому місці та з дотриманням правил роботи та використання комп'ютера.
2. Електробезпека та пожежна безпека повинні дотримуватися для уникнення аварій та небезпечних ситуацій, для цього створені нормативні документи затверджені державними органами.
3. Правильні освітлення та кондиціонування в приміщенні є необхідністю для забезпечення комфортних та безпечних умов для працівників.
4. Перша допомога повинна надаватися в правильній послідовності з дотриманням правил надання допомоги, а також обов'язковим є виклик швидкої допомоги.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.3.7</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		115

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У результаті аналізу предметної області було дано визначення аніме культури та стилю аніме. Показано основні віхи історії розвитку аніме та стилю аніме.

2. Проаналізовано особливості та характерні ознаки стилю *3D-anime*. До них відносяться: характерний стиль зображення очей, кольори волосся та очей в які закладається певний символізм, символізм, який пов'язаний з поведінкою персонажа та реакція персонажу на якусь ситуацію, одяг персонажу.

3. Проаналізовано сучасні аналоги персонажів в стилі аніме та розібрано символізм в їх зовнішності та одязі.

4. Здійснено постанову задачі, в якій зазначається бажаний результат, що буде відображений у вигляді пайплайну на етапі проектування та при розробці анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу.

5. Розроблено та представлено пайплайн, який складається з препродакшну, продакшну та постпродакшну.

6. Представлено ідею та концепцію проєкту, розкадрування, референси та проведено проектування відеодизайну.

7. Запропоновано методи та технології, які будуть використані при створенні моделі персонажа: *high-poly* та *low-poly* моделювання, *UV* розгортка, запікання карт, скелетна та нелінійна анімації.

8. Досліджено методи створення та анімації одягу на прикладі програм *Marvelous Designer* та *Blender*.

9. Були обрані засоби розробки моделей персонажу та одягу, розглянуті особливості *Blender 3D* та *Marvelous Designer*.

10. Було створено *High-poly* та *Low-poly* моделі персонажу, створено *UV*-розгортку та проведено запікання, в результаті якого отримано *Normal map*.

11. Створено скелет та проведено ригінг. Після чого імпортовано де-кілька анімаційних кліпів та створено власні анімації.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Створено одяг в *Marvelous Designer*, проведено симуляцію поведінки одягу на анімованому персонажі, а також симуляція була записана та імпортована в *Blender 3D*.

13. Завдяки *UV*-розгортці створено текстури для персонажа, одягу та інших елементів.

14. Створено навколишнє середовище з використанням різних об'єктів, додано освітлення та доданий фон завдяки *HDRI*.

15. Проведено рендер та із отриманих кадрів створено відео з використанням ефектів *Saber* та *Optical Flares*.

16. Розробка цього проєкту є вигідним кроком, оскільки вона має швидку окупність та має можливості для додаткового прибутку у майбутньому. Галузь моделювання стабільно просувається вперед, а також стиль *anime* має велику популярність та його популярність продовжує зростати.

17. Цей проєкт має вражаючі перспективи завдяки своєму популярному стилю, якісним моделі, текстурам та анімації, а також завдяки особливій атмосфері, які приваблюють широку аудиторію. Крім того, можливість легкої адаптації та інтеграції в інші проєкти приваблює додаткову аудиторію.

18. Був розроблений план стартап-проєкту анімованого персонажу в стилі *anime* з реалізацією реалістичного одягу. Були описані наступні пункти плану: основна ціль проєкту, аналіз ринку, розробка продукту, фінансові доходи, маркетинг та реклама, а також зроблені висновки, як останній пункт плану.

19. Робота з комп'ютером повинна відбуватися на правильно облаштованому місці та з дотриманням правил роботи та використання комп'ютера.

20. Електробезпека та пожежна безпека повинні дотримуватися для уникнення аварій та небезпечних ситуацій, для цього створені нормативні документи затверджені державними органами.

21. Правильні освітлення та кондиціонування в приміщенні є необхідністю для забезпечення комфортних та безпечних умов для працівників.

22. Перша допомога повинна надаватися в правильній послідовності з дотриманням правил надання допомоги, а також обов'язковим є виклик швидкої допомоги.

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		117

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Genshin Impact* URL: <https://genshin.hoyoverse.com/en/home> (дата звернення: 01.03.2024)
2. Хлопчик і чапля URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Хлопчик_і_чапля (дата звернення: 01.03.2024)
3. Термінологія аніме URL: <https://termin.in.ua/anime/> (дата звернення: 01.03.2024)
4. «Як краб помстився мавпі» URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Аніме#/media/Файл:Saru_Kani_Gassen.jpg (дата звернення: 01.03.2024)
5. *Tetsuwan Atom* URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Tetsuwan_Atom (дата звернення: 01.03.2024)
6. *Gundam* URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Гандам_\(франшиза\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Гандам_(франшиза)) (дата звернення: 01.03.2024)
7. *Akira* URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Akira_\(аніме\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Akira_(аніме)) (дата звернення: 01.03.2024)
8. Хаяо Міядзакі URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Міядзакі_Хаяо (дата звернення: 02.03.2024)
9. *Tales of Zestiria* URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Tales_of_Zestiria (дата звернення: 05.03.2024)
10. *Tales of Zestiria the X* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Tales_of_Zestiria_the_X (дата звернення: 05.03.2024)
11. *Tales of Berseria* URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Tales_of_Berseria (дата звернення: 05.03.2024)
12. Берсерк URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Берсерк_\(манга\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Берсерк_(манга)) (дата звернення: 06.03.2024)
13. *Honkai Impact 3rd* URL: https://store.steampowered.com/app/1671200/Honkai_Impact_3rd/ (дата звернення: 06.03.2024)
14. *Honkai: Star Rail* URL: <https://hsr.hoyoverse.com/en-us/home> (дата звернення: 06.03.2024)

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		118

15. *Aether* та *Lumine* URL: <https://genshin-impact.fandom.com/wiki/Traveler> (дата звернення: 08.03.2024)
16. *Yae Miko* URL: https://genshin-impact.fandom.com/wiki/Yae_Miko (дата звернення: 09.03.2024)
17. Божественна кіцюне URL: <https://www.youtube.com/watch?v=4yFiBhNIWYo> (дата звернення: 09.03.2024)
18. *Kafka* URL: <https://honkai-star-rail.fandom.com/wiki/Kafka> (дата звернення: 10.03.2024)
19. Іронія драми URL: <https://www.youtube.com/watch?v=AEUffI4nAIM> (дата звернення: 10.03.2024)
20. *Topaz* URL: https://honkai-star-rail.fandom.com/wiki/Topaz_and_Numby (дата звернення: 11.03.2024)
21. Посібник для фахівців URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Vf8xtB9k9Ws> (дата звернення: 11.03.2024)
22. Розкадрування URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Розкадрування> (дата звернення: 12.04.2024)
23. *Optical Flares* URL: <https://www.videocopilot.net/products/opticalflares/> (дата звернення: 13.04.2024)
24. *Saber* URL: <https://www.videocopilot.net/blog/2016/03/new-plug-in-saber-now-available-100-free/> (дата звернення: 13.04.2024)
25. *Low-poly* моделювання URL: <https://cgifurniture.com/high-poly-models-vs-low-poly-ones/> (дата звернення: 13.04.2024)
26. *High-poly* моделі URL: <https://cgifurniture.com/high-poly-models-vs-low-poly-ones/> (дата звернення: 13.04.2024)
27. Полігон URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Polygonal_modeling (дата звернення: 14.04.2024)
28. Запікання карт (*Baking map*) URL: <https://www.military-references.com/2022/10/01/baking-materials-in-marmoset-toolbag-4/> (дата звернення: 15.04.2024)

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		119

29. *Normal map* (карта нормалей) URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Normal_mapping (дата звернення: 15.04.2024)
30. *Diffuse Map* (Карта розсіяння) URL: <https://www.modding-forum.com/guide/17-diffuse-specular-and-normal-maps/> (дата звернення: 15.04.2024)
31. *Ambient Occlusion Map* (Карта затінення) URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ambient_occlusion (дата звернення: 15.04.2024)
32. *Specular Map* (Карта блиску) URL: <http://wedesignvirtual.com/what-does-a-specular-map-do/> (дата звернення: 15.04.2024)
33. *Emissive Map* (Карта смуг) URL: http://wiki.polycount.com/wiki/Emissive_map (дата звернення: 15.04.2024)
34. Скелетна анімація URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Skeletal_animation (дата звернення: 16.04.2024)
35. Рігінг URL: <https://jak.koshachek.com/articles/rigging-3d-modeli-svit-3d.html> (дата звернення: 16.04.2024)
36. Суглоби (*Joints*) URL: <https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2024/ENU/?guid=GUID-1B59334F-2605-44C3-B584-A55B239A2CBE> (дата звернення: 16.04.2024)
37. Кістки (*Bones*) URL: <https://help.autodesk.com/view/MAYAUL/2024/ENU/?guid=GUID-1B59334F-2605-44C3-B584-A55B239A2CBE> (дата звернення: 16.04.2024)
38. Скінінг URL: <https://tech.metail.com/introduction-to-skinning-and-3d-animation/> (дата звернення: 16.04.2024)
39. Нелінійна анімація URL: https://www.cineversity.com/wiki/Non-Linear_Animation/ (дата звернення: 16.04.2024)
40. *Blender 3D* URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Blender> (дата звернення: 15.03.2024)
41. Відстань від очей до екрану URL: <https://www.slideshare.net/oksanadobr/ss-32555820> (дата звернення: 26.04.2024)
42. Робоча поза URL: <https://www.slideshare.net/oksanadobr/ss-32555820> (дата звернення: 26.04.2024)

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		120

- 43.Каталог ДСТУ та інших нормативних документів URL: <http://katalog.uas.org.ua> (дата звернення: 27.04.2024)
- 44.Національний орган стандартизації ДП «УкрНДНЦ» URL: <https://uas.gov.ua> (дата звернення: 27.04.2024)
- 45.Вимоги протипожежного режиму URL: <https://ohoronapraci.kiev.ua/article/news/pozezna-bezpeka-na-robotomi-misci> (дата звернення: 28.04.2024)
- 46.Норми ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» URL: <https://op.expertus.com.ua/laws/18148#4de7a13b02> (дата звернення: 28.04.2024)

					КРБ.КІ.1.442-03.3.7	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		121