

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем
(повна назва)

Кафедра Медіасистем та технологій
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

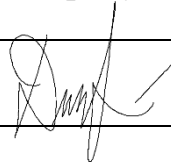
рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробка 3D персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror
(тема)

Виконав:

здобувач 4 року навчання,

групи ВПВПС-22-3



Єлизавета ДЗЕНІС

(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма

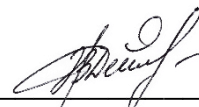
Видавничо-поліграфічна справа

(повна назва освітньої програми)

Керівник ВВ доц. Олександр ВОВК

(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри МСТ


(підпис)

Жанна ДЕЙНЕКО

(власне ім'я, прізвище)

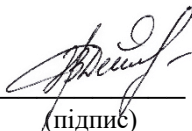
2026 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем
Кафедра Медіасистем та технологій
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Видавничо-поліграфічна справа
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри МСТ



(підпис)

« 8 » червня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві Дзеніс Єлизавети Сергіївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка 3D персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror

затверджена наказом по університету від 1 червня 2026 р. № 454 Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 8 липня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи

Blender; програмні засоби для створення 3D-графіки; сучасні технології моделювання, текстурування, ригінгу та рендерингу; жанр survival horror; методичні матеріали та наукові джерела з розробки ігрових 3D-персонажів.

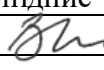
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Аналіз предметної області; Визначення мети розробки та постановка завдання; Вимоги до ігрового 3D-персонажа; Аналітичний огляд літератури за темою; Різновиди комп'ютерних ігор; Особливості жанру survival horror; Аналіз аналогів; Аналіз стилістичних рішень у дизайні персонажів; Вибір інструментальних засобів розробки; Огляд програмних засобів для створення 3D-персонажів; Порівняння рушіїв рендерингу; Основні етапи розробки та оптимізації 3D-персонажів; Розробка концепт-арту персонажа; Створення базової 3D-моделі; Скульптинг моделі; Ретопологія; UV-розгортка; Текстурування персонажа; Ригінг персонажа; Фінальна візуалізація моделі; Економічна частина; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п. 5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)

Титульний слайд; Мета та завдання роботи; Аналіз аналогів; Обґрунтування вибору стилістики; Вибір інструментальних засобів розробки; Порівняння рушіїв рендеру; Скетчування; Моделювання базових форм; Скульптинг; Ретопологія, Ригінг; UV-розгортка; Текстурування; Візуалізація; Економічна частина; Висновки..

6. Консультанти розділів роботи (п. 6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п. 1)

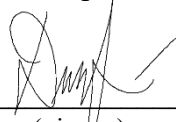
Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	доц. Вовк О.В.		04.07.2026
Економічна частина	доц. Потій О.О.		30.06.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	08.06	виконано
2	Аналіз предметної області та завдання	10.06	виконано
3	Аналітичний огляд літератури за темою роботи	12.06	виконано
4	Розробка концепт-арту та створення 3D-моделі персонажа	15.06	виконано
5	Ретопологія, UV-розгортка, запікання текстур, текстурзування та ригінг	18.06	виконано
6	Фінальна візуалізація моделі та створення базової анімації	20.06	виконано
7	Економічна частина	23.06	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки	26.06	виконано
9	Оформлення графічної частини	02.07	виконано

Дата видачі завдання 8 червня 2026 р.

Здобувач


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

доц Олександр ВОВК
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 69 с., 5 табл., 24 рис., 1 дод., 27 джерел.

3D-ПЕРСОНАЖ, SURVIVAL HORROR, КОМП'ЮТЕРНА ГРА, BLENDER, СКУЛЬПТИНГ, РЕТОПОЛОГІЯ, UV-РОЗГОРТКА.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка ігрового 3D-персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror, який відповідає сучасним художнім і технічним вимогам до створення ігрових моделей та придатний для подальшого використання в ігровому середовищі.

У роботі проведено аналіз предметної області, досліджено особливості жанру survival horror, виконано аналіз стилістичних рішень у дизайні персонажів, розглянуто сучасні програмні засоби для створення ігрових 3D-моделей та обґрунтовано вибір програмного забезпечення і рушія рендерингу. У практичній частині розроблено концепт персонажа, створено базову тривимірну модель, виконано високополігональний скульптинг, ретопологію, UV-розгортку, запікання текстур, текстуровання із застосуванням процедурних матеріалів, ригтінг, базову анімацію ходьби та фінальну візуалізацію моделі.

Галузь застосування – розробка комп'ютерних ігор, створення ігрових 3D-персонажів для проєктів різних масштабів, підготовка моделей до інтеграції в сучасні ігрові рушії, а також використання у мультимедійних і візуалізаційних проєктах.

ABSTRACT

Explanatory note of the qualification work: 69 p., 5 tab., 24 pic., 1 app., 27 sources.

3D CHARACTER, SURVIVAL HORROR, BLENDER, SCULPTING, RETOPOLOGY, UV UNWRAPPING

The purpose of the qualification thesis is to develop a game-ready 3D character for a survival horror computer game that meets modern artistic and technical requirements and is suitable for further integration into a game environment.

The thesis includes an analysis of the research area, examines the characteristics of the survival horror genre, analyzes stylistic approaches to character design, reviews modern software tools for 3D character creation, and justifies the choice of software and rendering engine. The practical part covers the development of a character concept, creation of a base 3D model, high-poly sculpting, retopology, UV unwrapping, texture baking, texturing using procedural materials, rigging, creation of a basic walking animation, and final rendering of the character.

The developed 3D character can be used in computer game development, integrated into modern game engines, and applied in multimedia, visualization, and other interactive digital projects.

ЗМІСТ

	С.
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	8
ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ.....	11
1.1 Аналіз предметної області	11
1.2 Мета розробки та постановка завдання.....	12
1.3 Вимоги до ігрового 3D-персонажа	13
2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ	17
2.1 Різновиди комп'ютерних ігор	17
2.2 Особливості жанру survival horror	19
2.3 Аналіз аналогів	21
2.4 Аналіз стилістичних рішень у дизайні персонажів	25
3 ВИБІР ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ	28
3.1 Огляд програмних засобів для створення 3D-персонажів	28
3.2 Порівняння рушіїв рендерингу Eevee та Cycles	32
3.3 Основні етапи розробки та оптимізації 3D-персонажів	35
4 ОПИС ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ	37
4.1 Визначення цілей та задач	37
4.2 Розробка концепт-арту персонажа	38
4.3 Створення базової 3D-моделі персонажа.....	40
4.4 Скульптинг високополігональної моделі.....	41
4.5 Ретопологія	43
4.6 UV-розгортка та запікання текстур	46
4.7 Текстурування персонажа.....	49
4.8 Риггінг персонажа	51
4.9 Візуалізація та анімація моделі.....	54
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	57
5.1 Розрахунок собівартості розробки	58

5.2 Конкуренція та оцінка конкурентоспроможності розробки	61
ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	67
ДОДАТОК А Рендеринг персонажа	70

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

PBR (Physically Based Rendering) – технологія фізично коректного відтворення матеріалів, що забезпечує реалістичну взаємодію світла з поверхнями об'єктів.

Скульптинг – процес деталізації тривимірної моделі за допомогою інструментів цифрового ліплення.

Ретопологія – процес створення оптимізованої полігональної сітки на основі високополігональної моделі для її подальшого використання в ігровому середовищі.

UV-розгортка – процес розгортання поверхні 3D-моделі на двовимірну площину для коректного нанесення текстур.

Карта нормалей (Normal Map) – текстурна карта, що імітує дрібні деталі поверхні моделі без збільшення кількості полігонів.

Запікання текстур (Texture Baking) – процес перенесення інформації про деталі поверхні з високополігональної моделі на низькополігональну у вигляді текстурних карт.

Процедурні матеріали – матеріали, що створюються за допомогою вузлової системи та математичних алгоритмів без використання готових растрових текстур.

Риггінг (Rigging) – процес створення скелетної структури 3D-моделі для забезпечення її подальшої анімації.

Рендеринг (Rendering) – процес формування фінального двовимірного зображення або анімації на основі тривимірної сцени.

ВСТУП

Сучасна індустрія комп'ютерних ігор є однією з найбільш динамічних галузей цифрових технологій, що поєднує досягнення комп'ютерної графіки, програмної інженерії, дизайну та мультимедійних технологій. З кожним роком зростають вимоги до якості візуального оформлення ігор, рівня деталізації тривимірних моделей та реалістичності віртуального середовища.

Особливо важливу роль дизайн персонажів відіграє у комп'ютерних іграх жанру survival horror. Основною особливістю цього жанру є створення атмосфери постійного психологічного напруження, тривоги та невизначеності. Саме тому зовнішній вигляд персонажа, його пропорції, силует, кольорова гама, деталізація та загальна стилістика безпосередньо впливають на сприйняття ігрового процесу. Якісно розроблений персонаж допомагає підсилити емоційний вплив гри, забезпечує цілісність художньої концепції та сприяє зануренню гравця у віртуальний світ.

Створення сучасного ігрового 3D-персонажа є складним багатоступеневим процесом, що поєднує художню та технічну складові. Повний цикл розробки включає створення концепції персонажа, побудову базової геометрії, високополігональний скульптинг, ретопологію, UV-розгортку, текстуркування, риггінг, підготовку до анімації та фінальну візуалізацію.

Однією з актуальних задач сучасної індустрії комп'ютерних ігор є досягнення балансу між високою візуальною якістю моделей та їх оптимізацією для роботи в режимі реального часу. Використання високополігонального моделювання дозволяє створювати деталізовані персонажі, однак для інтеграції в ігровий рушій необхідно виконувати ретопологію, запікання текстур та оптимізацію геометрії без помітної втрати якості зображення. Саме тому особливого значення набуває правильний вибір

програмного забезпечення та дотримання сучасного виробничого пайплайну створення ігрових 3D-персонажів..

Актуальність теми кваліфікаційної роботи [1] обумовлена зростанням потреби у створенні якісних та оптимізованих 3D-персонажів для комп'ютерних ігор, які поєднують високий рівень художнього виконання з відповідністю технічним вимогам сучасних ігрових платформ. Використання сучасних технологій моделювання, текстурування, ригінгу та рендерингу дозволяє створювати ігрові моделі, придатні для використання як у незалежних, так і у комерційних проєктах.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Аналіз предметної області

Розробка 3D-персонажів для комп'ютерних ігор є складовою частиною сучасної індустрії цифрового контенту. Типовий процес створення персонажа включає етапи концептуального дизайну, побудови тривимірної моделі, скульптингу, текстуровання, ригінгу та підготовки до анімації [2].

У сучасній практиці ігрового виробництва значна увага приділяється стандартизації етапів розробки та забезпеченню сумісності між різними інструментами. Це зумовлено необхідністю інтеграції 3D-об'єктів у різні ігрові рушії, що вимагає дотримання єдиних технічних підходів до побудови моделей та їх оптимізації [3].

Важливою складовою предметної області є питання оптимізації 3D-моделей. Сучасні підходи передбачають зменшення полігональної складності при збереженні візуальної якості, а також побудову правильної топології, що забезпечує коректну деформацію моделі під час анімації [4-7]. Такі методи є необхідними для забезпечення стабільної роботи персонажа в реальному часі.

Окремо слід відзначити специфіку жанру survival horror, для якого характерне активне використання візуальних та композиційних засобів впливу на гравця. Дизайн персонажів у цьому жанрі часто підпорядковується завданню створення емоційного напруження, що досягається через стилізацію, деформацію пропорцій та акцент на виразності силуету.

Здійснений аналіз дозволяє зробити висновок, що предметна область розробки 3D-персонажів для комп'ютерних ігор поєднує художні, технологічні та оптимізаційні аспекти, що формують єдиний виробничий процес. Її комплексний характер вимагає врахування як естетичних вимог жанру, так і технічних обмежень сучасних ігрових рушіїв.

1.2 Мета розробки та постановка завдання

Розробка 3D-персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror передбачає визначення комплексу вимог, які формують основу подальшого виробничого процесу. У межах сучасного ігрового пайплайну створення персонажа розглядається як послідовність взаємопов'язаних етапів, що повинні забезпечити як художню виразність моделі, так і її технічну придатність для використання в ігровому рушії.

Основною особливістю жанру survival horror є необхідність формування специфічної візуальної атмосфери, що базується на відчутті напруження, невизначеності та психологічного дискомфорту. У цьому контексті 3D-персонаж виступає ключовим елементом емоційного впливу на гравця, тому його зовнішній вигляд, силует та пропорції повинні бути підпорядковані вимогам жанрової стилістики.

Технічна частина задачі передбачає врахування обмежень, пов'язаних із використанням ігрових рушіїв у режимі реального часу. Зокрема, необхідно забезпечити оптимальну полігональну складність моделі, коректну топологічну структуру та підготовку геометрії до подальшої анімації. Це визначає необхідність виконання оптимізації моделі без втрати її візуальної цілісності [8].

Додатково важливим є вибір програмних засобів, які дозволяють реалізувати повний цикл створення персонажа – від концептуального опрацювання до підготовки до інтеграції в ігрове середовище. Узгодженість етапів виробничого процесу є критично важливою для забезпечення стабільності та ефективності розробки [3].

Метою кваліфікаційної роботи є розробка ігрового 3D-персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror, який відповідає сучасним художнім і технічним вимогам та придатний до використання в ігровому середовищі.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- виконати аналіз предметної області та сучасних підходів до створення ігрових 3D-персонажів;
- дослідити особливості жанру survival horror та стилістичні рішення, характерні для нього;
- здійснити аналіз сучасних програмних засобів для створення 3D-графіки та обґрунтувати вибір програмного забезпечення;
- розробити концепт персонажа відповідно до обраної стилістики;
- створити базову та високополігональну моделі персонажа;
- виконати ретопологію, UV-розгортку, запікання текстур і текстурування моделі;
- створити риг персонажа та виконати базову анімацію ходьби;
- здійснити фінальну візуалізацію розробленої моделі.
- провести економічне обґрунтування виконаної розробки.

Об'єктом проєктування є процес створення ігрових 3D-персонажів для комп'ютерних ігор.

Предметом проєктування є розробка 3D-персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror із використанням сучасних технологій моделювання, текстурування, ригтінгу та рендерингу.

1.3 Вимоги до ігрового 3D-персонажа

Створення ігрового 3D-персонажа є багатокomпонентним процесом, що поєднує художні, технічні та технологічні аспекти. На відміну від моделей, призначених для статичної візуалізації, ігрові персонажі функціонують у середовищі реального часу, тому до них висуваються значно жорсткіші вимоги щодо продуктивності, оптимізації, можливості анімації та сумісності із сучасними програмними засобами. Відповідність цим вимогам безпосередньо впливає на якість візуального сприйняття гри, стабільність її роботи та комфорт взаємодії користувача з ігровим середовищем [2, 8].

Однією з ключових вимог є відповідність персонажа загальній художній концепції гри. Дизайн моделі повинен гармонійно поєднуватися зі стилістикою ігрового світу, підтримувати атмосферу проєкту та сприяти формуванню цілісного візуального образу. Особливо важливим це є для ігор жанру survival horror, де зовнішній вигляд персонажа виступає одним із засобів передачі емоційної напруги, відчуття небезпеки та невизначеності. Для досягнення такого ефекту використовуються характерні силуетні рішення, пропорції, деталізація окремих елементів, а також відповідна кольорова гама, здатна посилювати психологічний вплив на гравця [9-11].

Важливу роль у формуванні образу відіграє силует персонажа. Він повинен залишатися легко впізнаваним незалежно від ракурсу спостереження, рівня освітлення або відстані до камери. Чіткий силует дозволяє гравцю швидко ідентифікувати персонажа в ігровому просторі, що є особливо актуальним для динамічного ігрового процесу. Не менш важливими є пропорції моделі, які повинні відповідати обраній стилістиці та забезпечувати природне сприйняття рухів під час анімації. Сукупність цих факторів формує художню виразність персонажа та визначає його візуальну унікальність [2].

Поряд із художніми характеристиками суттєве значення мають технічні вимоги до геометрії моделі. Ігровий персонаж повинен мати оптимальну полігональну складність, яка забезпечує баланс між рівнем деталізації та продуктивністю роботи гри. Надмірна кількість полігонів призводить до збільшення навантаження на графічний процесор, тоді як надмірне спрощення геометрії негативно впливає на якість візуального сприйняття. Тому сучасний процес створення персонажів передбачає використання високополігональної моделі для опрацювання дрібних деталей із подальшим перенесенням інформації на оптимізовану низькополігональну модель за допомогою технології запікання карт [4, 8].

Окремою вимогою є правильна організація топології моделі. Геометрична сітка повинна мати впорядковану структуру з рівномірним розподілом полігонів та переважним використанням чотирикутних полігонів.

Особлива увага приділяється формуванню топологічних петель у місцях згинання кінцівок, шиї, пальців та інших рухомих частин тіла. Такий підхід забезпечує коректну деформацію поверхні під час анімації, зменшує ризик появи графічних артефактів і полегшує виконання подальшого ригінгу персонажа.

Важливою складовою процесу розробки є створення якісної UV-розгортки, яка визначає спосіб проєктування двовимірних текстур на поверхню тривимірної моделі. Раціональне розташування UV-островів, мінімізація їхніх спотворень та ефективне використання площі текстурного атласу безпосередньо впливають на якість кінцевого результату. Після створення UV-розгортки виконується запікання допоміжних карт, зокрема карт нормалей та Ambient Occlusion, що дозволяє передати деталі високополігональної моделі на оптимізовану геометрію без збільшення кількості полігонів [2, 8].

Текстурування є одним із завершальних етапів формування зовнішнього вигляду персонажа. За допомогою текстур визначаються колір поверхні, особливості матеріалів, ступінь шорсткості та інші візуальні характеристики моделі. Грамотно виконане текстурування забезпечує високу деталізацію персонажа та підсилює його художню виразність без необхідності ускладнення геометрії. Для сучасних комп'ютерних ігор важливим є використання фізично коректного підходу до створення матеріалів, що забезпечує реалістичну взаємодію поверхонь із освітленням [2, 3].

Наступною важливою вимогою є підготовка моделі до анімації. Для цього виконується ригінг – створення кісткової структури персонажа та налаштування зв'язку між скелетом і геометрією моделі. Якість ригінгу безпосередньо визначає природність рухів персонажа, точність деформації окремих частин тіла та можливість використання моделі в різних анімаційних сценаріях. Некоректне налаштування ваг вершин або топології може призвести до небажаних деформацій під час руху, тому цей етап є одним із ключових у виробничому процесі [12, 13].

Крім художніх і технічних характеристик, сучасний ігровий персонаж повинен відповідати вимогам програмної сумісності. Усі етапи розробки мають виконуватися із застосуванням програмних засобів, що підтримують сучасні формати обміну даними та забезпечують безперешкодний перехід між моделюванням, текстуруванням, анімацією й фінальною візуалізацією. Використання комплексних програмних середовищ дозволяє оптимізувати виробничий процес, скоротити кількість помилок під час експорту моделі та підвищити ефективність створення цифрового контенту [3, 14].

Тож, розробка ігрового 3D-персонажа передбачає комплексне врахування художніх, технічних та технологічних вимог. Лише поєднання продуманого дизайну, оптимізованої геометрії, правильної топології, якісного текстурування, коректного ригінгу та використання сучасних програмних засобів дозволяє створити персонажа, який одночасно відповідає вимогам жанру survival horror, забезпечує високу якість візуального представлення та придатний для використання у сучасних комп'ютерних іграх.

2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ

2.1 Різновиди комп'ютерних ігор

Комп'ютерні ігри як явище сучасної цифрової індустрії сформувалися у вигляді багаторівневої системи жанрів і піджанрів, кожен з яких визначається особистою специфікою ігрової механіки, структурою взаємодії з користувачем, а також вимогами до візуального та технічного наповнення. Жанрова класифікація у даному контексті виконує не лише описову функцію, але й є основою для проєктування всіх компонентів ігрового продукту, включаючи 3D-персонажів, середовище та анімаційні системи [15].

Однією з найбільш розповсюджених категорій є екшн-ігри, у яких основний акцент робиться на динаміці ігрового процесу, швидкості реакції користувача та інтенсивності взаємодії з ігровим середовищем. Для даного жанру характерною є висока щільність об'єктів у сцені, активне використання анімацій та часта зміна ігрових ситуацій. Це, у свою чергу, висуває підвищені вимоги до оптимізації 3D-моделей та ефективності їх рендерингу, оскільки продуктивність системи безпосередньо впливає на ігровий досвід.

Рольові ігри (RPG) формують інший підхід до побудови ігрового процесу, де ключову роль відіграє розвиток персонажа, сюжетна взаємодія та глибина ігрового світу. У таких проєктах значна увага приділяється деталізації моделей персонажів, їх зовнішньому вигляду, а також системам анімації, які повинні забезпечувати широкий спектр емоційних і поведінкових станів.

Пригодницькі ігри характеризуються поєднанням дослідницького геймплею та сюжетної взаємодії. Основним завданням таких проєктів є створення цілісного ігрового середовища, яке сприяє зануренню користувача у світ гри. У цьому випадку важливу роль відіграє візуальна узгодженість усіх елементів сцени, включаючи персонажів, оточення та освітлення, що формує загальну атмосферу проєкту.

Окрему групу становлять симулятори, у яких ігровий процес спрямований на відтворення реальних або умовно реалістичних процесів. Для таких ігор характерною є висока увага до фізичної достовірності об'єктів, а також точності їх поведінки у віртуальному середовищі. Це передбачає використання більш складних систем анімації та фізичного моделювання.

Стратегічні ігри відрізняються акцентом на плануванні та управлінні ресурсами. У таких проєктах персонажі часто мають менш деталізовану індивідуальну модель, однак велике значення має їх кількість та оптимізація для роботи з великою кількістю об'єктів одночасно. Це формує специфічні вимоги до легкості геометрії та ефективності обробки сцени.

Особливе місце в загальній класифікації займає жанр survival horror, який є ключовим для даної роботи. Даний жанр поєднує елементи дослідження, виживання та психологічного напруження, формуючи унікальний тип ігрового досвіду. Основною метою survival horror є створення атмосфери страху та невизначеності, що досягається через поєднання візуальних, звукових та ігрових засобів впливу. У цьому контексті 3D-персонажі набувають особливої ролі, оскільки вони не лише виконують функцію ігрових об'єктів, але й виступають носіями емоційного та психологічного впливу на гравця.

Візуальна стилістика survival horror зазвичай характеризується приглушеними кольорами, високим рівнем контрасту, деформованими або гіперреалістичними формами персонажів, що підсилює ефект тривожності. Крім того, обмеженість ресурсів гравця, таких як здоров'я, світло або боєприпаси, підсилює значення кожного ігрового об'єкта, включаючи персонажів, які можуть виступати як загроза.

Таким чином, різновиди комп'ютерних ігор визначають не лише структуру ігрового процесу, але й формують комплекс вимог до розробки 3D-персонажів, їх деталізації, стилістики та технічної реалізації. Саме жанрова специфіка є одним із ключових факторів, що впливає на прийняття рішень у процесі створення ігрового контенту.

2.2 Особливості жанру survival horror

Жанр survival horror є одним із напрямів індустрії комп'ютерних ігор, основною метою якого є створення атмосфери психологічної напруги, невизначеності та постійного відчуття небезпеки. На відміну від традиційних екшн-ігор, у яких основна увага приділяється активним бойовим діям, ігри жанру survival horror орієнтовані на емоційний вплив на гравця, формування відчуття вразливості та необхідності виживання в умовах обмежених ресурсів. Саме поєднання елементів дослідження навколишнього середовища, обмежених можливостей персонажа та постійної загрози формує характерні особливості цього жанру [11].

Однією з визначальних рис survival horror є створення відповідної атмосфери. Значна увага приділяється художньому оформленню ігрового середовища, освітленню, кольоровим рішенням, звуковому супроводу та дизайну персонажів [16-18]. Усі ці складові працюють як єдина система, спрямована на формування психологічного дискомфорту, напруження та очікування небезпеки. Особливе значення має використання приглушеної кольорової палітри, контрастного освітлення та виразних художніх акцентів, що підсилюють емоційне сприйняття подій у грі [9, 11].

Важливу роль у побудові атмосфери відіграють персонажі. На відміну від багатьох інших жанрів, у survival horror зовнішній вигляд персонажа виконує не лише декоративну функцію, а й є засобом візуального оповідання. Особливості одягу, силуету, пропорцій, пластики тіла та деталізації дозволяють передати характер героя, його фізичний або психологічний стан, а також підкреслити особливості навколишнього світу. Завдяки цьому навіть без використання текстових пояснень гравець отримує додаткову інформацію про персонажа та його роль у сюжеті [2].

Для жанру характерною є відносно стримана деталізація головного героя порівняно з художньо акцентованими елементами, які мають сюжетне або емоційне значення. Такий підхід дозволяє привертати увагу гравця до

важливих деталей зовнішності, не перевантажуючи модель надлишковою кількістю декоративних елементів. Водночас дизайн персонажа повинен залишатися впізнаваним незалежно від ракурсу камери чи рівня освітлення, що досягається завдяки виразному силуету, продуманим пропорціям та гармонійній композиції [2, 11].

Ще однією характерною особливістю survival horror є необхідність забезпечення високого рівня занурення гравця у віртуальний світ. Це висуває додаткові вимоги до якості 3D-моделей, текстур та матеріалів. Використання карт нормалей та інших методів запікання текстур дозволяє створити візуально деталізованого персонажа без суттєвого збільшення полігональної складності моделі. Завдяки цьому досягається баланс між продуктивністю гри та якістю графічного представлення [2, 8].

Не менш важливим фактором є оптимізація персонажа для роботи в режимі реального часу. Сучасні комп'ютерні ігри повинні забезпечувати стабільну частоту кадрів навіть за значної кількості об'єктів у сцені. Тому під час розробки персонажів використовуються оптимізована топологія, раціональна кількість полігонів, ефективна UV-розгортка та сучасні методи текстурування. Дотримання цих вимог дозволяє забезпечити коректну роботу персонажа під час анімації та його інтеграцію до ігрового середовища без втрати продуктивності [4, 8].

Сучасний розвиток технологій тривимірної графіки суттєво вплинув на підходи до створення персонажів для survival horror. Використання спеціалізованого програмного забезпечення дає можливість реалізувати повний цикл виробництва – від концептуального проєктування до фінальної візуалізації та підготовки моделі до використання у комп'ютерній грі. Комплексне застосування сучасних інструментів моделювання, скульптингу, текстурування та ригтінгу забезпечує високу якість кінцевого результату й скорочує час розробки цифрового контенту [3, 14].

Підсумовуючи, жанр survival horror висуває до процесу створення 3D-персонажів комплекс вимог, що охоплюють художні, технічні та технологічні

аспекти розробки. Персонаж повинен не лише відповідати загальній стилістиці гри, а й сприяти формуванню атмосфери психологічної напруги, забезпечувати емоційний зв'язок із гравцем та одночасно відповідати сучасним вимогам оптимізації й продуктивності. Саме тому під час розробки 3D персонажа для гри цього жанру необхідно поєднувати принципи художнього дизайну з сучасними технологіями тривимірного моделювання та оптимізації [2, 8, 11].

2.3 Аналіз аналогів

Дослідження існуючих аналогів у межах розробки 3D-персонажа для жанру survival horror дозволяє визначити технологічні тренди та художні стандарти, що безпосередньо впливають на пайплайн проектування. Аналіз доцільно проводити на основі конкретних проектів, що репрезентують різні етапи еволюції методів комп'ютерної графіки.

Одним із найбільш релевантних прикладів високої технологічної складності є персонаж Леон С. Кеннеді з проекту Resident Evil 4 Remake (2023) (рис. 2.1). Його модель є еталоном сучасного підходу до створення цифрового двійника, де поєднано методи високополігонального скульптурингу з подальшою глибокою оптимізацією топології. Технічна досконалість досягається через використання складної ієрархії кісткових структур та систем лицьової анімації, що забезпечують передачу мікроемоцій у кінематографічних сценах.

Для порівняльного аналізу історичної ретроспективи методів моделювання розглянуто модель Джеймса Сандерленда з оригінальної версії Silent Hill 2 (2001) (рис. 2.2). Цей аналог демонструє роботу в умовах жорсткого полігонального бюджету та обмеженої роздільної здатності текстурних карт. Основний акцент тут зміщено з геометричної деталізації на використання методів вертексної анімації та спрощених шейдерів, що, втім, дозволило створити психологічно виразний образ навіть за низької деталізації мешу.



Рисунок 2.1 – Ігрова модель персонажа Леона С. Кеннеді
(Resident Evil 4 Remake, 2023)

Джерело: Patreon [19]



Рисунок 2.2 – Ігрова модель персонажа Джеймса Сандерленда
(Silent Hill 2, 2001)

Джерело: Steamcommunity [20]

У проєкті Dead Space Remake (2023) модель Айзека Кларка представлена як складна інженерна система (рис. 2.3). З точки зору 3D-моделювання, цей аналог цікавий високим рівнем деталізації Hard-surface елементів (костюму-скафандра). Розробниками застосовано багат шарові PBR-матеріали (Physically Based Rendering), що дозволяють достовірно відтворювати оптичні властивості металу, пластику та зношеності поверхонь, інтегруючи елементи ігрового інтерфейсу безпосередньо в геометрію моделі.



Рисунок 2.3 – Ігрова модель персонажа Айзека Кларка

(Dead Space 1 Remake, 2023)

Джерело: Room 8 Studio [21]

Аналіз персонажа Себастьяна Кастелланоса з The Evil Within (2014) дозволяє виділити модульний підхід до проєктування (рис. 2.4). Технічна реалізація передбачає можливість варіативності зовнішнього вигляду через заміну окремих меш-компонентів та текстурних атласів без деформації базового ригу. Це підкреслює важливість розробки універсальної антропоморфної сітки на етапі базового моделювання.



Рисунок 2.4 – Ігрова модель персонажа Себастьяна Кастеллано
(The Evil Within 1, 2014)

Джерело: Steamcommunity [22]

Сучасний стандарт високого реалізму демонструє проект Alan Wake 2 (2023) (рис. 2.5). Модель головного героя характеризується екстремальною щільністю мікродеталей (рис. 2.6). Використання систем симуляції волосся та складних підповерхневих розсіювань у шейдерах шкіри встановлює актуальну планку якості для розробки нових персонажів.



Рисунок 2.5 – Ігрова модель персонажа Алана Уейка (Alan Wake 2, 2023)

Джерело: ArtStation [23]



Рисунок 2.6 – Деталізація обличчя ігрової моделі персонажа Алана Уейка

Джерело: ArtStation [23]

Ефективне проектування тривимірного персонажа для проектів у жанрі survival horror повинно базуватися на комплексному поєднанні кількох критично важливих чинників.

Першочерговим є впровадження сучасного PBR-пайплайну, що забезпечує високий рівень візуальної достовірності матеріалів шляхом фізично коректної взаємодії поверхонь зі світлом, що є базовою вимогою для створення гнітючої атмосфери.

Поряд із художньою складовою, технологічна доцільність моделі диктує необхідність застосування суворих методів ретопології та оптимізації геометрії, що дозволяє підтримувати стабільну частоту кадрів навіть за умови значної деталізації мешу.

Крім того, специфіка жанру вимагає глибокої інтеграції психологічних аспектів хоррору безпосередньо в анатомічні пропорції та динамічні характеристики моделі, де кожна деталь візуального образу має працювати на посилення емоційного відгуку гравця та його занурення в ігровий простір.

2.4 Аналіз стилістичних рішень у дизайні персонажів

Стилістичне оформлення є одним із ключових елементів дизайну ігрового персонажа, оскільки саме воно визначає особливості його візуального сприйняття, впізнаваність та відповідність художній концепції комп'ютерної

гри. Вибір стилістичного рішення впливає не лише на зовнішній вигляд персонажа, а й на спосіб передавання його характеру, ролі в сюжеті та емоційного сприйняття гравцем. Саме тому процес проектування персонажа починається з визначення художнього напрямку, який повинен відповідати жанру гри, цільовій аудиторії та загальній концепції ігрового світу [2].

У сучасній індустрії комп'ютерних ігор застосовується велика кількість художніх стилів, кожен із яких має власні принципи побудови форми, кольорової палітри, рівня деталізації та способів передавання матеріалів.

Вибір стилістики визначається не лише художнім задумом розробників, але й технічними можливостями проєкту, особливостями виробничого процесу та вимогами до продуктивності гри [14].

Одним із найбільш поширених напрямів є реалістична стилістика, яка ґрунтується на максимально точному відтворенні анатомії людини, фізичних властивостей матеріалів і природного освітлення. Такі персонажі характеризуються високим рівнем деталізації, використанням фізично коректних матеріалів та складною структурою текстур. Реалістичний стиль найчастіше використовується у сучасних AAA-проєктах, де особлива увага приділяється зануренню гравця у віртуальний світ та створенню правдоподібного візуального середовища.

Іншим поширеним напрямом є стилізована графіка, що не ставить за мету повне відтворення реальності. У такому випадку дизайн персонажа будується на свідомому спрощенні або художньому перебільшенні окремих елементів форми. Змінюються пропорції тіла, риси обличчя, кольорові рішення та рівень деталізації, що дозволяє створити більш виразний і легко впізнаваний образ. Завдяки цьому персонажі набувають індивідуальності, а їхній зовнішній вигляд стає важливою складовою загального художнього стилю гри [2].

Особливе місце займає напівреалістична стилістика, яка поєднує характерні риси реалістичного та стилізованого підходів. У цьому випадку анатомічна будова персонажа зберігає природні пропорції, однак окремі

елементи можуть бути навмисно акцентовані для підсилення художньої виразності. Подібний підхід дозволяє підтримувати баланс між високою деталізацією моделі та її естетичною привабливістю, що робить напівреалістичний стиль одним із найпоширеніших у сучасній індустрії комп'ютерних ігор [24].

Для жанру survival horror вибір стилістичного рішення має особливе значення. Основною метою є не лише створення візуально привабливого персонажа, а й формування відчуття психологічної напруги, небезпеки та невизначеності. Цього досягають завдяки використанню стриманої кольорової палітри, контрастного освітлення, характерних деталей одягу, природних пропорцій та виразного силуету. Велике значення має також передавання емоційного стану персонажа через міміку, поставу та пластику форми.

Під час вибору художньої стилістики необхідно враховувати й технічні аспекти розробки. Високий рівень деталізації потребує збільшення кількості полігонів, складніших текстур і більшої кількості матеріалів, що може негативно вплинути на продуктивність гри. Тому сучасний процес створення персонажів передбачає пошук оптимального балансу між художньою виразністю та технічною ефективністю. Досягнення такого балансу забезпечується використанням сучасних технологій моделювання, оптимізації геометрії та текстурування [8, 14].

Отже, можна стверджувати, що, вибір стилістичного рішення є одним із найважливіших етапів проєктування ігрового персонажа. Саме художній стиль визначає характер моделі, особливості її візуального сприйняття та відповідність жанровій концепції гри. Для жанру survival horror найбільш доцільним є використання стилістики, яка поєднує реалістичність, виразність силуету та стриману кольорову гаму, що дозволяє максимально ефективно передати атмосферу психологічної напруги та забезпечити цілісність художнього образу персонажа.

3 ВИБІР ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ

3.1 Огляд програмних засобів для створення 3D-персонажів

Сучасний процес проектування тривимірних персонажів у комп'ютерній ігровій індустрії базується на застосуванні комплексних спеціалізованих систем, що забезпечують виконання взаємопов'язаних етапів розробки. До ключових технологічних задач належать формування високодеталізованої геометрії, оптимізація топологічної структури сітки, розробка фізично коректних матеріалів та підготовка моделі до динамічної деформації.

Визначальним фактором ефективності розробника є не лише володіння окремим інструментарієм, а й забезпечення функціональної узгодженості даних у межах обраного виробничого процесу (табл. 3.1) [14].

З точки зору функціонального призначення, програмні засоби для 3D-моделювання можна розглядати як систему спеціалізованих рішень, кожне з яких орієнтоване на виконання окремого класу задач. Інструменти цифрового скульптингу, такі як ZBrush, використовуються для створення високополігональних моделей та опрацювання дрібних деталей форми [14]. Їх основною особливістю є можливість роботи з великою кількістю геометричної інформації без суворих топологічних обмежень, що дозволяє досягати високого рівня деталізації персонажа, однак вимагає подальшої оптимізації для використання в ігровому рушії.

Полігональні моделювальні середовища, зокрема Blender та Autodesk Maya, забезпечують формування оптимізованої топології моделі. Вони дозволяють контролювати структуру сітки, що є критично важливим для подальшої анімації та роботи в режимі реального часу. Autodesk Maya традиційно використовується у професійних виробничих середовищах завдяки розвиненим можливостям ригінгу та анімації, тоді як Blender

характеризується універсальністю та можливістю охоплення повного циклу створення 3D-об'єктів [14].

Таблиця 3.1 – Порівняльний аналіз програмних засобів для створення 3D-персонажів

Програмне забезпечення	Функціональне призначення	Ліцензування	Продуктивність	Складність навчання	Роль у виробничому процесі
ZBrush	Високо-полігональне скульптування	Комерційне	Висока	Висока	Деталізація геометрії персонажа
Autodesk Maya	Моделювання / ригінг / анімація	Комерційне	Висока	Висока	Основний виробничий інструмент
Blender	Повний цикл 3D-розробки	Безкоштовне	Висока	Середня	Універсальне середовище розробки
Substance 3D Painter	PBR-текстурування	Комерційне	Висока	Середня	Створення матеріалів, текстур
3ds Max	Моделювання твердотільних об'єктів	Комерційне	Висока	Середня	Альтернативне моделювання

Окрему функціональну категорію становлять програмні засоби для текстурування, зокрема Substance 3D Painter. Вони призначені для створення фізично коректних матеріалів, що описуються наборами карт властивостей поверхні [14]. Це дозволяє відокремити геометричну складову моделі від її візуального вигляду та забезпечити реалістичну взаємодію поверхні з освітленням у реальному часі.

Системи ригінгу та анімації забезпечують побудову скелетної структури персонажа та керування деформацією моделі під час руху. Вони базуються на використанні ієрархії кісток та системи вагових коефіцієнтів, що визначають вплив кісток на вершини сітки [14, 25]. Якість реалізації цих

систем безпосередньо впливає на коректність рухів та загальне сприйняття персонажа в ігровому середовищі.

Аналіз рівня використання програмного забезпечення в цифровій індустрії показує, що Blender, Maya та ZBrush мають найвищі показники поширення (рис. 3.1), фактично встановлюючи де-факто стандарт у галузі 3D-графіки [2, 14]. Розподіл використання інструментів є нерівномірним і визначається специфікою виробничих завдань та типом проектів [14].

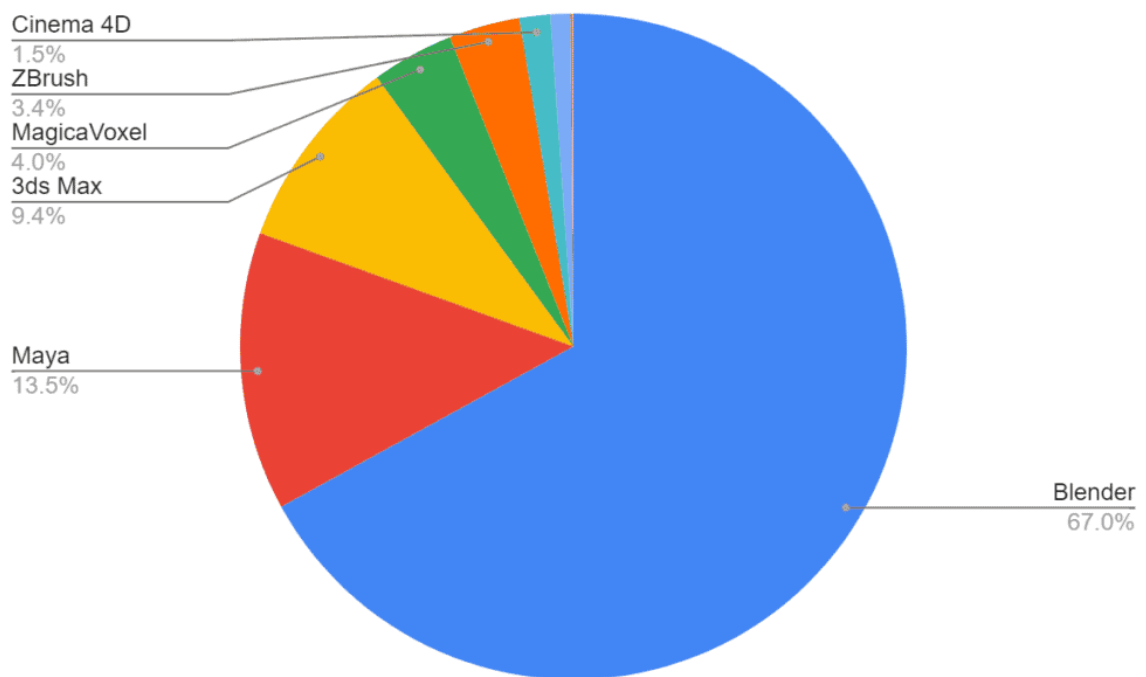


Рисунок 3.1 – Діаграма використання програмного забезпечення для створення персонажів

Джерело: Analysis of software tools for 3D character modeling [14]

На основі проведеного дослідження можна зробити висновки, що сучасний процес створення 3D-персонажів базується на чіткому розподілі функцій між спеціалізованими інструментами. ZBrush використовується для високодеталізованого скульптингу, Blender та Autodesk Maya – для побудови та оптимізації топології, а Substance 3D Painter – для формування матеріалів і текстур. Ефективність виробництва визначається не можливостями окремих програм, а їх взаємодією в межах єдиної технологічної системи.

Також визначено, що для інді-розробки доцільним є використання Blender як універсального середовища, тоді як у рамках AAA-виробництва більш ефективним є підхід із використанням спеціалізованих програмних засобів. Така організація процесу дозволяє досягти оптимального балансу між візуальною якістю 3D-моделі та її продуктивністю в реальному часі [14].

Проведений порівняльний аналіз сучасного програмного забезпечення дозволяє зробити висновок, що кожен із розглянутих інструментів має свої специфічні переваги залежно від поставлених завдань, проте для реалізації практичної частини даного проекту автором було обрано програмний комплекс Blender. Дане рішення базується на низці критично важливих факторів, серед яких першочергове значення має універсальність та комплексність софту, оскільки він поєднує в собі повний цикл виробництва персонажа – від початкового блокового моделювання та скульптинга до розгортки, текстурування та ригінга в межах одного програмного середовища.

Вибір також обумовлений високим рівнем технологічної сумісності, що проявляється в ефективності експорту моделей у форматі FBX та повній підтримці стандартів ігрового рушія Unreal Engine, що своєю чергою забезпечує безперешкодну інтеграцію активів без втрати геометричних даних чи параметрів матеріалів.

Важливим аспектом виступає оптимізація робочих процесів завдяки наявності потужних інструментів неруйнівного моделювання та вбудованого рушія рендерингу в реальному часі, що дозволяє оперативно перевіряти візуальну відповідність моделі концепт-арту на будь-якому етапі розробки.

Додатковим аргументом на користь обраного пакету є його економічна доцільність, адже безкоштовна ліцензія Blender дозволяє значно знизити витрати на розробку, що є важливим показником для незалежних ігрових проектів та стартапів.

У результаті проведеного дослідження стає очевидним, що залучення Blender як основного інструментарію є найбільш раціональним кроком для

створення персонажа у жанрі survival horror, оскільки це забезпечує необхідну гнучкість та відповідність сучасним технічним вимогам індустрії.

3.2 Порівняння рушіїв рендерингу Eevee та Cycles

Сучасне програмне середовище Blender містить два основні рушії рендерингу – Eevee та Cycles, які відрізняються принципами формування зображення, швидкістю роботи та сферою практичного застосування. Вибір рушія рендерингу безпосередньо впливає на якість візуалізації моделі, точність відображення матеріалів, освітлення, а також можливість виконання окремих технологічних операцій, необхідних під час створення ігрового 3D-персонажа [14].

Рушієм Eevee працює за принципом рендерингу в реальному часі (Real-Time Rendering). Його головною перевагою є висока швидкість формування зображення, що дозволяє практично миттєво переглядати результати моделювання, текстурювання та налаштування матеріалів. Завдяки цьому Eevee широко використовується під час попередньої візуалізації сцен, створення анімацій та роботи над композицією, коли важливо оперативно оцінювати внесені зміни. Водночас для досягнення високої продуктивності рушієм використовує наближені алгоритми розрахунку освітлення, відбиттів і тіней, що може призводити до менш точного відображення складних матеріалів та світлових ефектів [14].

На відміну від Eevee, Cycles є фізично коректним рушієм рендерингу, який використовує метод трасування променів (Ray Tracing). Такий підхід забезпечує точніше моделювання поширення світла, відбиттів, заломлення та глобального освітлення, завдяки чому отримується більш реалістичне зображення. Недоліком Cycles є значно більший час рендерингу порівняно з Eevee, що пов'язано зі складністю виконуваних обчислень [14].

Під час розробки ігрових 3D-персонажів особливого значення набуває не лише фінальна якість візуалізації, а й можливість виконання технологічних

операцій, необхідних для підготовки моделі до використання в ігровому середовищі. Однією з таких операцій є запікання текстур (Texture Baking), яке дозволяє перенести інформацію з високополігональної моделі на оптимізовану низькополігональну модель. У процесі запікання створюються карти нормалей, шоркості та інші текстурні карти, що забезпечують високу деталізацію моделі без збільшення кількості полігонів [2, 8].

Незважаючи на те, що Eevee є ефективним інструментом для швидкої візуалізації, можливості цього рушія щодо запікання текстур є обмеженими. У Blender операція Texture Baking підтримується саме рушієм Cycles, оскільки вона потребує фізично коректного розрахунку взаємодії світла з поверхнею моделі. Використання Cycles забезпечує коректне створення карт нормалей та інших карт, які є необхідними для подальшого текстурювання й оптимізації ігрового персонажа [8].

Крім виконання запікання текстур, Cycles забезпечує точніше відображення матеріалів під час перевірки результатів текстурювання. Це дозволяє більш об'єктивно оцінити взаємодію поверхонь із освітленням, перевірити коректність роботи PBR-матеріалів та виявити можливі дефекти ще до завершення процесу розробки (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Порівняння рендеру Eevee (зліва) та Cycles (справа)

Джерело: Власна розробка

Для створення ігрових моделей така можливість є важливою, оскільки якість текстур безпосередньо впливає на кінцевий вигляд персонажа (табл. 3.2) [3, 14].

Таблиця 3.2 – Порівняння рушіїв рендерингу Eevee та Cycles

Характеристика	Eevee	Cycles
Тип рендерингу	У реальному часі	Фізично коректний (Ray Tracing)
Швидкість роботи	Висока	Нижча
Якість освітлення	Наближена	Висока
Реалістичність матеріалів	Середня	Висока
Глобальне освітлення	Обмежене	Повноцінне
Запікання текстур	Не використовується для повного Texture Baking	Підтримується
Основне призначення	Попередня візуалізація, анімація	Фінальний рендер, запікання текстур

Важливою перевагою рушія Cycles є підтримка фізично коректної моделі освітлення, яка забезпечує достовірне відтворення взаємодії світла з матеріалами відповідно до принципів PBR (Physically Based Rendering). Завдяки цьому під час роботи з персонажем можна більш точно оцінити властивості поверхонь, зокрема металевість, шорсткість, прозорість та рельєфність матеріалів, що формується за допомогою карт нормалей.

Отже, обидва рушії рендерингу мають власні переваги та сфери застосування. Eevee забезпечує високу швидкість роботи та є доцільним для попередньої візуалізації сцен і швидкої перевірки результатів моделювання. Для виконання роботи було обрано Cycles, оскільки саме цей рушій підтримує коректне запікання текстур, забезпечує фізично точний розрахунок освітлення та дозволяє отримати якісні карти нормалей і допоміжні текстури, необхідні для створення оптимізованого ігрового 3D-персонажа.

3.3 Основні етапи розробки та оптимізації 3D-персонажів

Процес створення 3D-персонажа для комп'ютерної гри є структурованим послідовним комплексом етапів, кожен з яких виконує окрему функціональну роль у формуванні фінального цифрового об'єкта. Як зазначається в сучасних дослідженнях, розробка 3D-персонажа базується на поетапному переході від концептуального формування образу до його технічної оптимізації для використання в інтерактивному середовищі реального часу.

Початковим етапом є концептуальна підготовка, що включає формування візуального образу персонажа на основі вимог жанру та сценарного контексту. Для жанру survival horror особливо важливими є характеристики, що підсилюють атмосферу напруження та візуальної достовірності, оскільки емоційне сприйняття персонажа безпосередньо впливає на ігровий досвід користувача.

Наступним етапом є створення високополігональної моделі, яка дозволяє опрацювати загальні анатомічні форми та дрібні деталі поверхні. На цьому рівні формується максимально деталізована геометрія, яка не призначена для безпосереднього використання в ігровому рушії, але є основою для подальшої оптимізації [2, 14].

Подальший етап передбачає ретопологію, тобто побудову оптимізованої низькополігональної сітки, яка відповідає вимогам рендерингу. Важливим аспектом є збереження пропорцій та силуету моделі при значному зменшенні кількості полігонів, що дозволяє забезпечити баланс між якістю зображення та продуктивністю системи [4, 8].

Після формування геометрії здійснюється етап UV-розгортки та текстурування, який забезпечує накладання матеріалів на модель [2]. Використання фізично коректних підходів до формування текстур дозволяє досягти реалістичної взаємодії поверхні з освітленням та підвищити візуальну якість персонажа в ігровому середовищі [3].

Окремим етапом є риггінг та підготовка до анімації, під час якого створюється скелетна структура персонажа та налаштовуються вагові коефіцієнти впливу кісток на геометрію. Це забезпечує коректну деформацію моделі під час руху та її інтеграцію в систему анімації ігрового рушія [26].

Тож, процес створення 3D-персонажа є багатоступеневою системою, у якій кожен етап має чітко визначену функціональну мету. Узгоджене виконання всіх стадій дозволяє забезпечити відповідність моделі вимогам сучасних комп'ютерних ігор та досягти необхідного рівня візуальної якості при збереженні продуктивності в реальному часі.

4 ОПИС ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ

4.1 Визначення цілей та задач

Метою розробки 3D-персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror є створення оптимізованої тривимірної моделі, яка поєднує художню виразність, відповідність жанровій стилістиці та технічні характеристики, необхідні для подальшого використання в сучасному ігровому середовищі.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі задачі:

- розробити концепт-арт персонажа відповідно до обраної стилістики;
- виконати моделювання базової форми персонажа;
- створити високополігональну модель методом цифрового скульптингу;
- виконати ретопологію моделі для оптимізації полігональної сітки;
- створити UV-розгортку моделі;
- виконати запікання текстур із високополігональної моделі на низькополігональну;
- створити матеріали та виконати текстурування персонажа;
- підготувати модель до анімації шляхом створення ригу;
- виконати фінальну візуалізацію готової моделі за допомогою рушія Cycles.

Таким чином, робота охоплює повний цикл створення ігрового 3D-персонажа – від розробки концепції та побудови базової моделі до виконання скульптингу, ретопології, створення UV-розгортки, запікання текстур, текстурування, ригінгу та фінальної візуалізації. Послідовне виконання кожного з етапів дозволяє отримати оптимізовану тривимірну модель, яка поєднує художню виразність із технічною придатністю для використання в сучасних ігрових рушіях. Реалізація зазначених задач забезпечує відповідність персонажа вимогам жанру survival horror, а також сучасним принципам розробки ігрових 3D-моделей, що передбачають раціональне використання

геометрії, коректну структуру моделі та високу якість візуального представлення.

4.2 Розробка концепт-арту персонажа

Процес практичної реалізації візуального образу персонажа Ебігейл розпочався з етапу художнього проектування у середовищі растрового графічного редактора Krita. Основним завданням цього етапу було створення деталізованого концепт-арту, який би слугував не лише художньою ілюстрацією, а й точним технічним референсом для подальшого тривимірного моделювання. Відповідно до засад розробки персонажів у жанрі survival horror, візуальний образ 3д персонажа Ебігейл було спроектовано на основі архетипу вразливого протагоніста, що підкреслюється її зовнішнім виглядом та вибором гардероба. Використання палітри з переважанням холодних відтінків дозволяє створити образ, який гармонійно вписується у похмуру атмосферу ігрового світу, одночасно виділяючись на фоні темних локацій завдяки світлим елементам одягу (рис. 4.1) [14].



Рисунок 4.1 – Кольорова палітра персонажа Ебігейл

Джерело: Власна розробка

Художнє опрацювання образу включало створення трипозиційного концепт-арту, що містить фронтальний вигляд, профіль та вигляд ззаду. Це є

критично важливою вимогою для забезпечення анатомічної точності під час майбутнього перенесення персонажа у тривимірний простір Blender.

У процесі малювання у Krita особлива увага приділялася фактурності матеріалів, текстурі та об'єму. Додавання акцентних деталей, які присутні в кожному концепті, таких як ланцюг з ключем на поясі, слугує засобом візуального сторітеллінгу, натякаючи на сюжетну значущість цих предметів або особисту історію персонажа. Завдяки використанню професійних пензлів Krita для цифрового живопису, вдалося досягти необхідного балансу між стилізованою графікою та реалістичною передачею форм, що закладає надійну основу для етапу текстурювання за принципами фізично коректного рендерингу.

Завершений концепт-арт демонструє чітку силуетну впізнаваність та логічну структуру шарів одягу, що є необхідним для подальшого створення багат шарових матеріалів у Blender (рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Концепт-арт 3д персонажу Ебігейл

Джерело: Власна розробка

Таким чином, розроблений концепт-арт персонажа Ебігейл є повністю завершеним етапом препродакшену, що дозволяє перейти до блокового моделювання з чітким розумінням пропорцій та деталізації кожного елемента образу [4].

4.3 Створення базової 3D-моделі персонажа

Наступним етапом реалізації після фіналізації концептуального образу є перехід до тривимірного простору, що розпочинається з формування базової геометрії. Цей процес розглядається як побудова точного каркаса, що базується на створених концепт-артах. Такий підхід забезпечує жорстку відповідність анатомічних пропорцій майбутньої моделі художньому задуму та запобігає деформаціям на етапі деталізації [4].

Процес формування базової моделі реалізується методом блокінгу, який полягає у використанні низькополігональних примітивів для визначення загальних об'ємів та мас персонажа. Це дозволяє зосередитися на силуетних характеристиках та динаміці пози без зайвих витрат ресурсів на дрібну деталізацію. Згідно з геометричними принципами побудови 3D-моделей, на цьому етапі критично важливим є дотримання правильної топології в зонах майбутньої деформації (суглоби, м'язи обличчя), що закладає фундамент для коректного ригінгу та анімації [4, 15].

Завершенням даного етапу є формування базової меш-структури з рівномірною щільністю сітки, що розглядається як ключова технологічна передумова для подальшого застосування інструментів цифрового скульптурингу (рис. 4.3). Зазначений підхід дозволяє підготувати основу, створюючи необхідні умови для подальшого детального опрацювання анатомії та специфічних рис персонажа.

Таким чином, на цій стадії забезпечується повна готовність до розробки персонажа у тривимірному середовищі [8, 14].

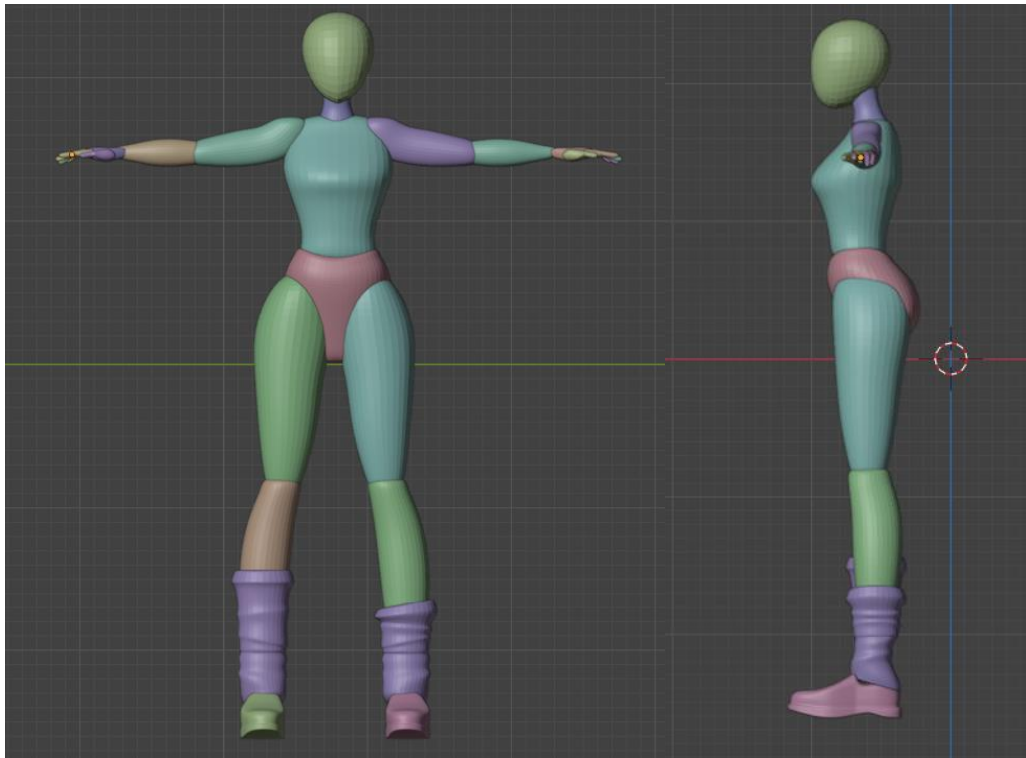


Рисунок 4.3 – Створена базова 3D-модель персонажу Ебігейл

Джерело: Власна розробка

4.4 Скульптинг високополігональної моделі

Після завершення моделювання базової форми персонажа було виконано етап цифрового скульптингу, метою якого стало опрацювання дрібних деталей моделі та надання їй завершеного художнього вигляду. На цьому етапі низькополігональна геометрія була деталізована шляхом збільшення щільності полігональної сітки, що дозволило працювати з формою без обмежень, характерних для ігрових моделей [2].

Скульптинг виконувався у режимі Sculpt Mode програмного середовища Blender, який надає набір спеціалізованих інструментів для цифрового ліплення. Для досягнення необхідного рівня деталізації використовувалися різні типи пензлів, що дозволяли змінювати форму поверхні, згладжувати нерівності, створювати складки тканини, уточнювати анатомічні особливості та формувати дрібні декоративні елементи. Завдяки цьому модель набула більш природного вигляду та відповідала обраній художній концепції [14].

Особлива увага приділялася збереженню правильних пропорцій персонажа та виразності його силуету. Під час скульптингу були уточнені форми обличчя, рук, елементів одягу, взуття та аксесуарів (рис. 4.4-4.5).

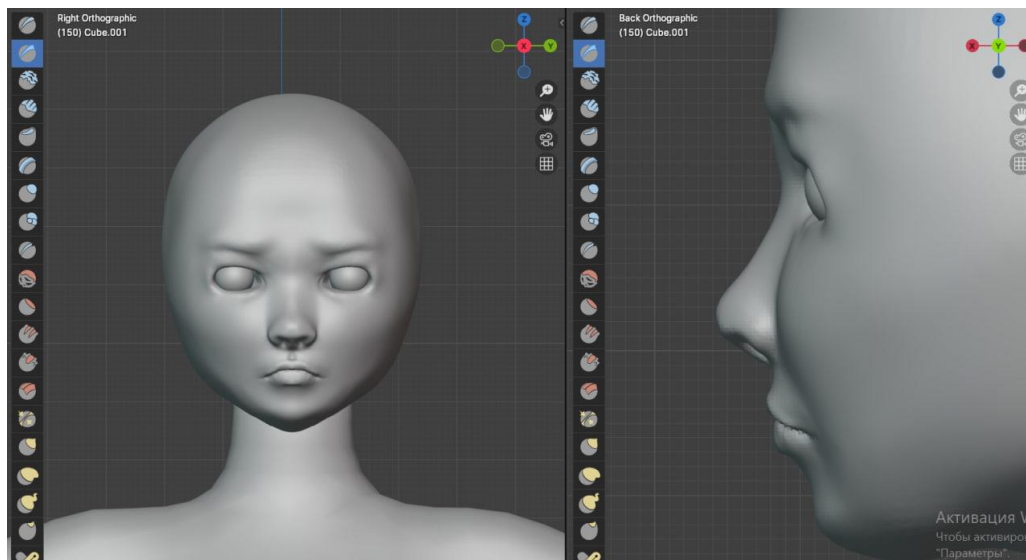


Рисунок 4.4 – Скульптинг обличчя

Джерело: Власна розробка



Рисунок 4.5 – Скульптинг одягу та дрібних деталей

Джерело: Власна розробка

Крім цього, було деталізовано характерні особливості поверхні моделі, які в подальшому використовувалися під час запікання текстур для перенесення високополігональних деталей на оптимізовану ігрову модель [8].

Оскільки персонаж створювався для використання в комп'ютерній грі, високополігональна модель не розглядалася як фінальний варіант. Її основним призначенням було отримання максимальної кількості дрібних геометричних деталей, які надалі переносилися на низькополігональну модель за допомогою карт нормалей та інших текстурних карт. Такий підхід дозволяє значно підвищити якість візуального представлення персонажа без збільшення навантаження на ігровий рушій [2, 8].

У процесі виконання скульптингу також враховувалися особливості жанру survival horror. Форми окремих елементів були скориговані таким чином, щоб підкреслити атмосферу гри та зробити зовнішній вигляд персонажа більш виразним. Значну увагу було приділено складкам одягу, фактурі матеріалів і дрібним деталям, які формують цілісне художнє сприйняття моделі під час її подальшої візуалізації.

Отже, етап цифрового скульптингу дозволив сформувати високополігональну модель персонажа з необхідним рівнем деталізації, що стала основою для подальшої ретопології, запікання текстур і створення оптимізованої ігрової моделі. Використання інструментів Sculpt Mode у Blender забезпечило можливість ефективного опрацювання геометрії та отримання якісного результату, який відповідає сучасним вимогам до розробки 3D-персонажів для комп'ютерних ігор.

4.5 Ретопологія

Після завершення етапу цифрового скульптингу було виконано ретопологію високополігональної моделі. Необхідність цього етапу обумовлена тим, що модель, створена засобами скульптингу, має надмірну кількість полігонів і не може ефективно використовуватися в ігровому рушії.

Основною метою ретопології є створення нової оптимізованої полігональної сітки, яка повторює форму високополігональної моделі, але містить значно меншу кількість полігонів і придатна для подальшої анімації та використання в режимі реального часу [8].

Ретопологія виконувалася вручну в програмному середовищі Blender із використанням спеціалізованих інструментів моделювання та прив'язки вершин до поверхні високополігональної моделі. Такий підхід дозволив максимально точно відтворити її форму, водночас сформувавши правильну топологічну структуру. Особлива увага приділялася побудові рівномірної сітки з використанням переважно чотирикутних полігонів (quads), що забезпечує коректну роботу модифікаторів, деформацію моделі під час анімації та спрощує подальше редагування геометрії [4].

Під час побудови нової полігональної сітки було враховано розташування основних анатомічних зон персонажа. У ділянках, які зазнають найбільших деформацій під час руху, зокрема в області плечових, ліктювих, колінних суглобів, кистей і шиї, були сформовані замкнуті кільцеві ребра (edge loops) (рис. 4.6). Окрема увага приділялася топології обличчя. Полігональна сітка була побудована відповідно до природних анатомічних ліній навколо очей, рота, носа та щелепи, що забезпечує коректну деформацію міміки, спрощує подальший риггінг і створення анімації (рис. 4.7). Такий підхід також дозволяє уникнути небажаних заломів геометрії під час руху окремих елементів обличчя та забезпечує більш природне відтворення виразів персонажа [2, 8].

Окрему увагу було приділено оптимізації кількості полігонів. Щільність полігональної сітки збільшувалася лише на тих ділянках моделі, де це було необхідно для збереження форми та дрібних деталей, тоді як на менш помітних елементах кількість полігонів була зменшена. Такий підхід дозволив досягти оптимального співвідношення між якістю моделі та її продуктивністю під час використання в ігровому середовищі [8].

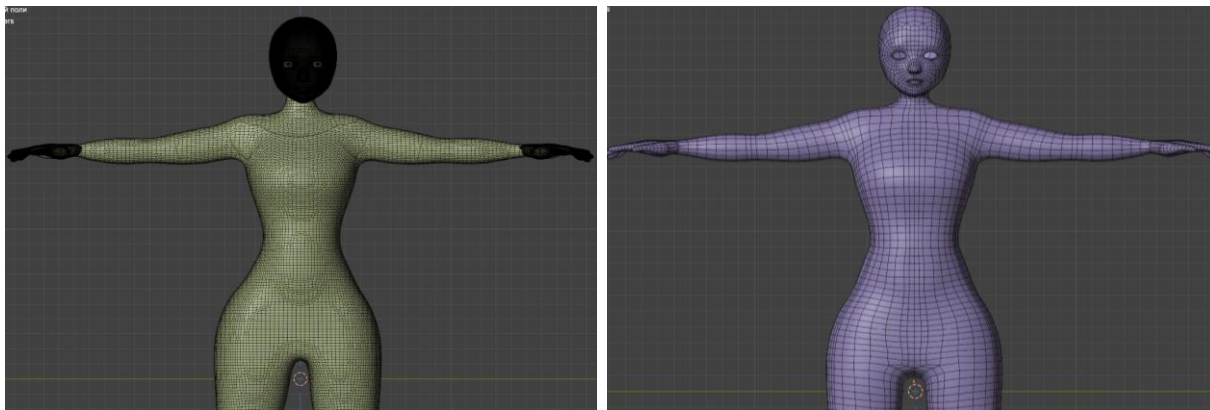


Рисунок 4.6 – Топологія тіла після скульптингу (зліва)
та ретопологія тіла (справа)
Джерело: Власна розробка

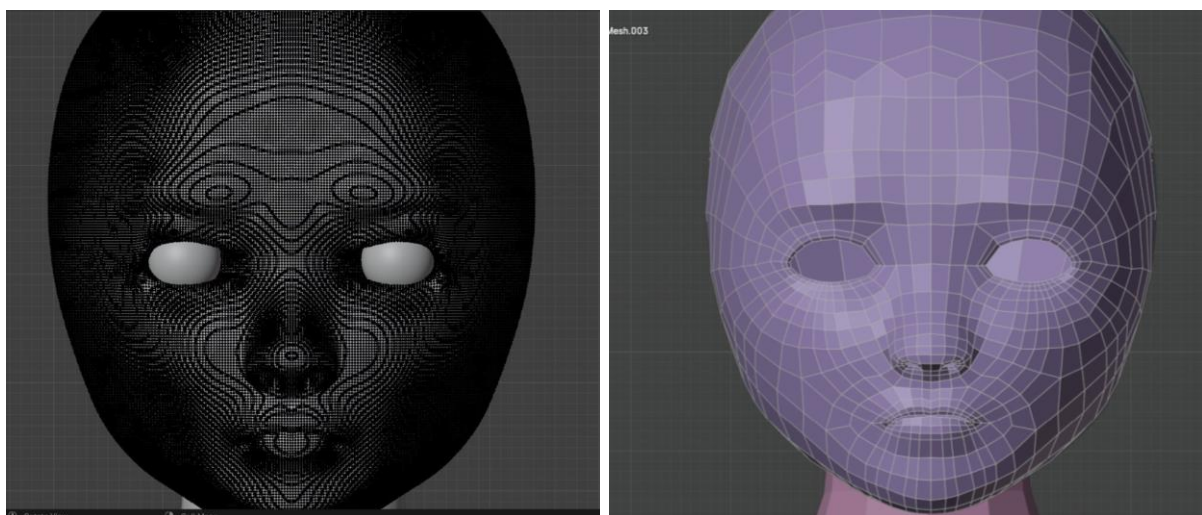


Рисунок 4.7 – Топологія обличчя після скульптингу (зліва)
та ретопологія обличчя (справа)
Джерело: Власна розробка

Після завершення ретопології було виконано перевірку геометрії моделі на наявність топологічних помилок, таких як дубльовані вершини, некоректно сформовані полігони, розриви поверхні та інші дефекти, які можуть негативно вплинути на подальші етапи UV-розгортки, запікання текстур і ригінгу. Усунення виявлених недоліків забезпечило коректну підготовку моделі до наступних етапів виробничого процесу.

Одним із головних результатів виконання ретопології стало суттєве зменшення полігональної складності моделі. Після завершення етапу цифрового скульптингу високополігональна модель персонажа містила приблизно 1 400 000 полігонів, що є цілком типовим показником для моделей, призначених виключно для деталізації геометрії та подальшого запікання текстур. Залежно від складності персонажа високополігональні моделі можуть містити від кількох сотень тисяч до кількох мільйонів полігонів, що робить їх непридатними для використання в режимі реального часу.

У результаті виконання ручної ретопології кількість полігонів була зменшена до 77 000, що дозволило отримати оптимізовану модель без помітної втрати якості її форми та силуету. Таке скорочення полігональної складності суттєво зменшує навантаження на графічну підсистему, забезпечує стабільнішу роботу моделі в ігровому рушії та відповідає сучасним принципам оптимізації ігрових 3D-персонажів. При цьому всі дрібні деталі, створені під час скульптингу, були збережені завдяки їх подальшому перенесенню на низькополігональну модель за допомогою технології запікання текстур.

Таким чином, виконання ретопології дозволило зменшити полігональну складність моделі майже у 18 разів – з 1 400 000 до 77 000 полігонів, зберігши при цьому її форму, пропорції та основні деталі. Отримана полігональна модель повністю відповідає вимогам сучасної ігрової індустрії, забезпечує коректну деформацію під час анімації, спрощує подальше текстурування та дозволяє ефективно використовувати персонажа в ігровому рушії.

4.6 UV-розгортка та запікання текстур

Після завершення ретопології було виконано створення UV-розгортки, яка є необхідним етапом підготовки моделі до текстурування. UV-розгортка являє собою процес проєктування тривимірної поверхні моделі на двовимірну площину для подальшого накладання текстур. Якість виконання цього етапу безпосередньо впливає на коректність відображення текстур, деталізацію

поверхні та відсутність візуальних дефектів під час рендерингу й використання моделі в ігровому рушії [8].

Під час створення UV-розгортки модель була розділена на окремі UV-острови відповідно до її конструктивних елементів. Лінії розрізу (Seams) розташовувалися в малопомітних місцях, що дозволило мінімізувати видимість швів після нанесення текстур. Особлива увага приділялася збереженню рівномірної щільності текселів (Texel Density), завдяки чому всі елементи персонажа отримали приблизно однаковий рівень деталізації текстур.

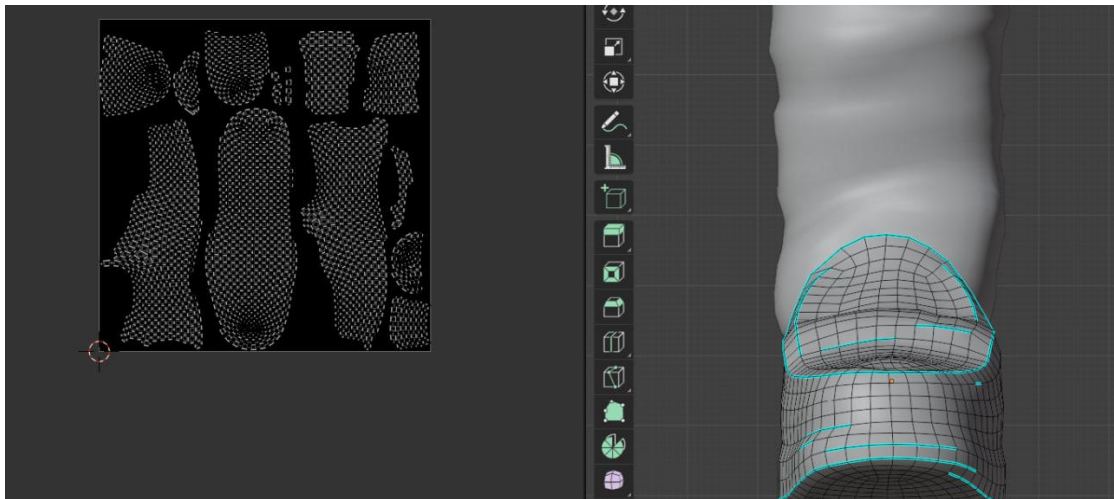


Рисунок 4.8 – Приклад UV-розгортки

Джерело: Власна розробка

Після завершення UV-розгортки було виконано запікання текстур (Texture Baking). Основною метою цього процесу було перенесення інформації з високополігональної моделі на оптимізовану низькополігональну модель без втрати дрібних геометричних деталей. Такий підхід дозволяє значно зменшити навантаження на ігровий рушій, водночас зберігаючи високу якість візуального представлення персонажа.

Запікання текстур виконувалося у програмному середовищі Blender із використанням рушія Cycles, оскільки саме він підтримує повний функціонал Texture Baking. На цьому етапі було створено карту нормалей (Normal Map),

яка містить інформацію про дрібні нерівності поверхні високополігональної моделі та дозволяє відтворювати їх на низькополігональній геометрії без збільшення кількості полігонів (рис. 4.9).

Перед початком запікання було забезпечено повну відповідність положення високополігональної та низькополігональної моделей у просторі сцени, а також перевірено правильність UV-розгортки. Після завершення процесу отримані текстурні карти були перевірені на наявність можливих артефактів, зокрема спотворень, розривів або некоректного перенесення деталей. За необхідності окремі ділянки UV-розгортки були скориговані, після чого виконувалося повторне запікання до отримання якісного результату.

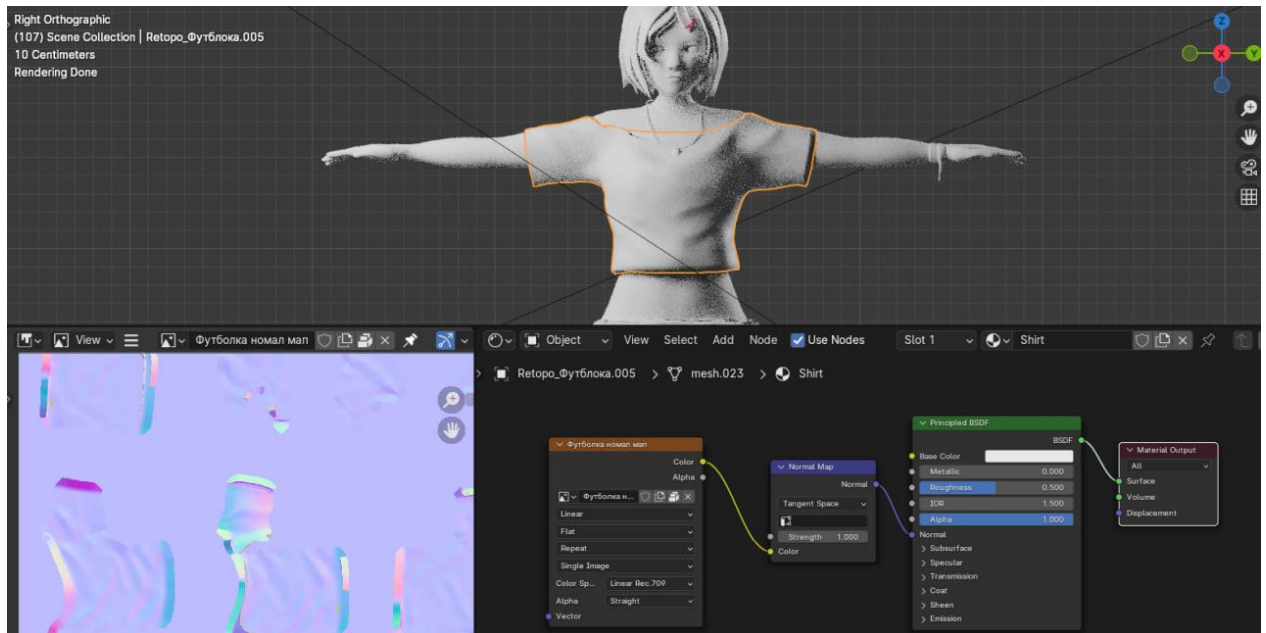


Рисунок 4.9 – Запікання карти нормалей

Джерело: Власна розробка

Використання запечених карт дозволило перенести дрібні деталі скульптингу на оптимізовану модель, зберігши виразність поверхні без збільшення полігональної складності. Це є одним із ключових етапів підготовки ігрового персонажа, оскільки сучасні ігрові рушії використовують саме текстурні карти для відтворення більшості дрібних деталей моделі в режимі реального часу.

Виконання UV-розгортки та запікання текстур забезпечило підготовку моделі до наступного етапу текстурування. Правильно побудована UV-розгортка дала можливість коректно розмістити текстури на поверхні персонажа, а використання рушія Cycles дозволило отримати якісні карти нормалей і кольору, що забезпечили збереження деталей високополігональної моделі на оптимізованій геометрії та підвищили загальну якість її візуального представлення.

4.7 Текстурування персонажа

Після завершення UV-розгортки та запікання текстур було виконано етап текстурування персонажа. Основною метою цього етапу є надання моделі завершеного візуального вигляду шляхом створення матеріалів і накладання текстурних карт, які визначають колір, властивості поверхні та дрібні деталі моделі. Саме текстурування дозволяє зробити персонажа більш реалістичним і забезпечити його відповідність обраній художній стилістиці.

Для текстурування моделі використовувалися текстурні карти, отримані на попередньому етапі запікання. Як основу було застосовано карту кольору (Color Map), яка містить інформацію про базове забарвлення поверхні персонажа, а також карту нормалей (Normal Map), що забезпечує відтворення дрібних деталей високополігональної моделі на оптимізованій геометрії без збільшення кількості полігонів.

Налаштування матеріалів виконувалося у Shader Editor програмного середовища Blender. Для створення матеріалу використовувався вузол Principled BSDF, до якого були підключені відповідні текстурні карти. Карта кольору використовувалася для формування базового кольору матеріалу (Base Color), тоді як карта нормалей була підключена через вузол Normal Map, що забезпечило коректне відображення рельєфу поверхні під час освітлення моделі (рис. 4.10).

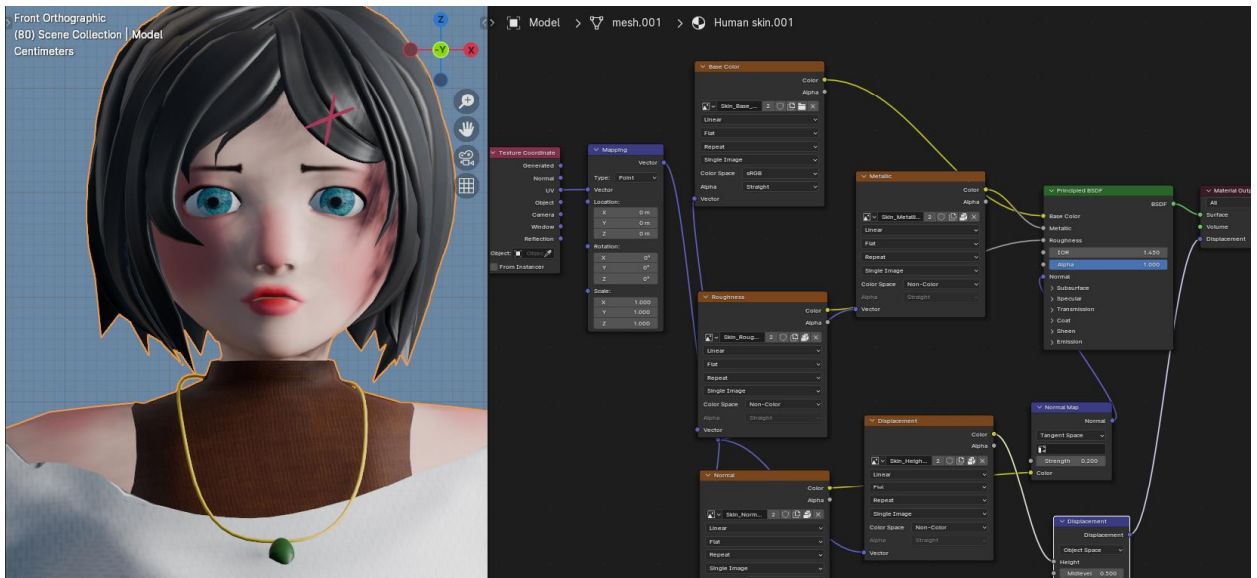


Рисунок 4.10 – Текстурування персонажа

Джерело: Власна розробка

Під час налаштування матеріалів особлива увага приділялася збереженню художньої стилістики персонажа. Було виконано перевірку відображення текстур на всіх елементах моделі, зокрема одязі, взутті, аксесуарах та відкритих ділянках тіла. За необхідності проводилося коригування параметрів матеріалів для забезпечення рівномірного відображення текстур і відсутності видимих артефактів у місцях стику UV-островів.

Використання запечених текстур дозволило перенести всі основні деталі, отримані під час цифрового скульптингу, на оптимізовану модель. Завдяки цьому персонаж зберіг візуальну деталізацію, водночас залишаючись придатним для використання в ігровому рушії без значного навантаження на обчислювальні ресурси. Такий підхід відповідає сучасному пайплайну створення ігрових 3D-персонажів, де максимальна кількість геометричних деталей переноситься у текстурні карти, а не реалізується шляхом збільшення кількості полігонів.

У результаті етап текстурування завершив формування зовнішнього вигляду персонажа та забезпечив його відповідність художній концепції проєкту. Використання карти кольору та карти нормалей, отриманих у процесі

запікання, дозволило зберегти деталізацію високополігональної моделі, забезпечити якісне відображення матеріалів і підготувати персонажа до подальшого ригінгу та фінальної візуалізації, результат якої представлено на рис. А.1 додатка А.

4.8 Ригінг персонажа

Одним із завершальних етапів створення 3D-персонажа стала підготовка моделі до анімації шляхом виконання ригінгу. Основним призначенням цього етапу є створення кісткової системи, яка забезпечує керування моделлю та її коректну деформацію під час виконання анімаційних рухів. Якісно побудований риг є необхідною умовою для подальшого використання персонажа в ігровому середовищі [2, 26].

Ригінг виконувався у програмному середовищі Blender (рис. 4.11) із використанням системи Armature.



Рисунок 4.11 – Створення ригу персонажа

Джерело: Власна розробка

Для персонажа було створено скелет, що відповідає анатомічній будові людини та складається з кісток, призначених для керування головою, тулубом, верхніми й нижніми кінцівками, кистями та стопами. Побудована ієрархія кісток забезпечила правильну взаємодію всіх елементів скелета та можливість природного відтворення рухів.

Після побудови скелета було виконано прив'язку геометрії до кісткової системи за допомогою автоматичного призначення ваг вершин. Для забезпечення більш точних деформацій результати автоматичної прив'язки були додатково відкориговані вручну в режимі Weight Paint (рис. 4.12). Це дозволило усунути небажані деформації полігональної сітки та досягти плавного переходу між зонами впливу окремих кісток.

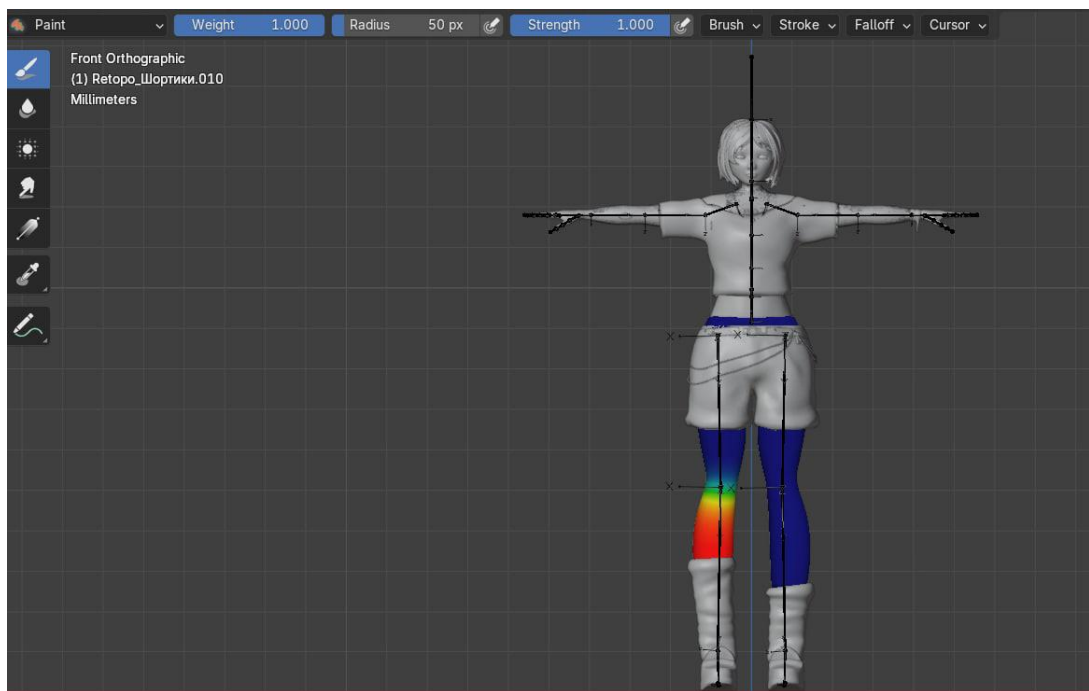


Рисунок 4.12 – Корегування ваг вершин

Джерело: Власна розробка

Найбільшу увагу було приділено ділянкам, що зазнають значних деформацій під час руху, зокрема плечовим, ліктювим і колінним суглобам, кистям рук, стопам та шиї. Завдяки правильно побудованій топології, сформованій на етапі ретопології, модель зберігала свою форму навіть під час

значних згинань кінцівок, а деформації виглядали природно й не супроводжувалися появою помітних артефактів

Завершальним кроком стало тестування створеного ригу (рис. 4.13). Було перевірено роботу основних суглобів, коректність деформації моделі, стабільність роботи кісткової системи та відсутність критичних помилок під час виконання базових рухів.

Таким чином, виконання ригінгу забезпечило підготовку моделі до подальшого використання в ігровому середовищі. Створена кісткова система разом із налаштованими вагами вершин дозволила отримати природну деформацію персонажа під час руху, а також забезпечила можливість створення анімацій без втрати якості геометрії, що є важливою вимогою сучасного пайплайну розробки ігрових 3D-персонажів.



Рисунок 4.13 – Перевірка ригу

Джерело: Власна розробка

4.9 Візуалізація та анімація моделі

Завершальним етапом створення 3D-персонажа стала його фінальна візуалізація, метою якої є отримання високоякісного зображення готової моделі та демонстрація результатів виконаної роботи. Саме на цьому етапі оцінюється якість моделювання, деталізація геометрії, коректність текстуровання, налаштування матеріалів, робота освітлення та загальне художнє сприйняття персонажа.

Фінальна візуалізація виконувалася у програмному середовищі Blender із використанням рушія Cycles. Вибір цього рушія був обґрунтований його підтримкою фізично коректного рендерингу, що дозволяє реалістично відтворювати взаємодію світла з поверхнями матеріалів, формувати природні тіні та відображення, а також забезпечувати високу якість кінцевого зображення [17]. Крім того, рушій Cycles використовувався на попередніх етапах роботи для запікання текстур, що забезпечило узгодженість усього процесу створення персонажа.

Перед початком рендерингу було виконано остаточне налаштування сцени. Для демонстрації моделі використовувалося нейтральне оточення, яке дозволило зосередити увагу виключно на персонажі без зайвих візуальних елементів. Також були налаштовані параметри камери, положення джерел освітлення та композиція кадру, що забезпечило рівномірне освітлення моделі та підкреслило її силует, об'єм і деталізацію.

Особлива увага приділялася налаштуванням рендерингу. Для побудови фінального зображення використовувався графічний процесор (GPU), що дозволило значно скоротити час обчислення сцени порівняно з використанням центрального процесора. Було встановлено необхідну кількість семплів (Samples) для отримання якісного зображення з мінімальним рівнем шуму, а також застосовано вбудовану систему Denoise, яка забезпечила очищення фінального рендера від цифрового шуму без помітної втрати дрібних деталей (рис. 4.14).

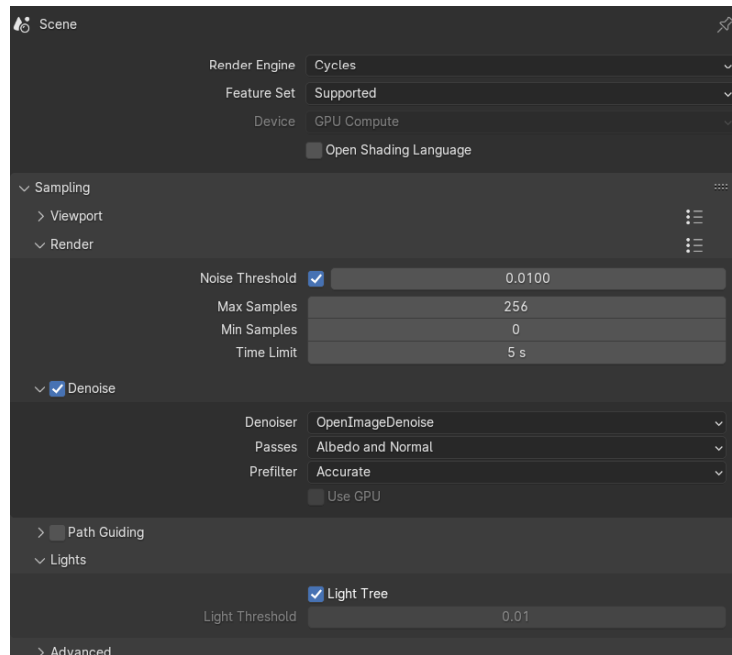


Рисунок 4. 14 – Налаштування параметрів рендеру

Джерело: Власна розробка

Крім цього, були налаштовані параметри роздільної здатності зображення, колірного простору та керування світлом, що дозволило отримати якісний фінальний результат.

Під час рендерингу використовувалися матеріали, створені на основі поєднання процедурних текстур і запечених карт. Такий підхід дозволив забезпечити реалістичне відображення поверхонь різних матеріалів, зокрема тканини, шкіри, металевих елементів і аксесуарів. Завдяки фізично коректному розрахунку освітлення рушій Cycles достовірно передав взаємодію світла з поверхнями моделі, що позитивно вплинуло на загальне сприйняття персонажа.

Для демонстрації готової моделі було виконано рендеринг із кількох ракурсів, який знаходиться на рис. А.2-А.3 додатка А. Це дозволило оцінити пропорції 3д персонажа, деталізацію та художній образ. Крім статичної візуалізації, було створено базові анімації, ходьби (рис. 4.15) та бігу які продемонстрували коректну роботу ригу та підтвердили готовність персонажа до подальшого використання в ігровому середовищі [26].

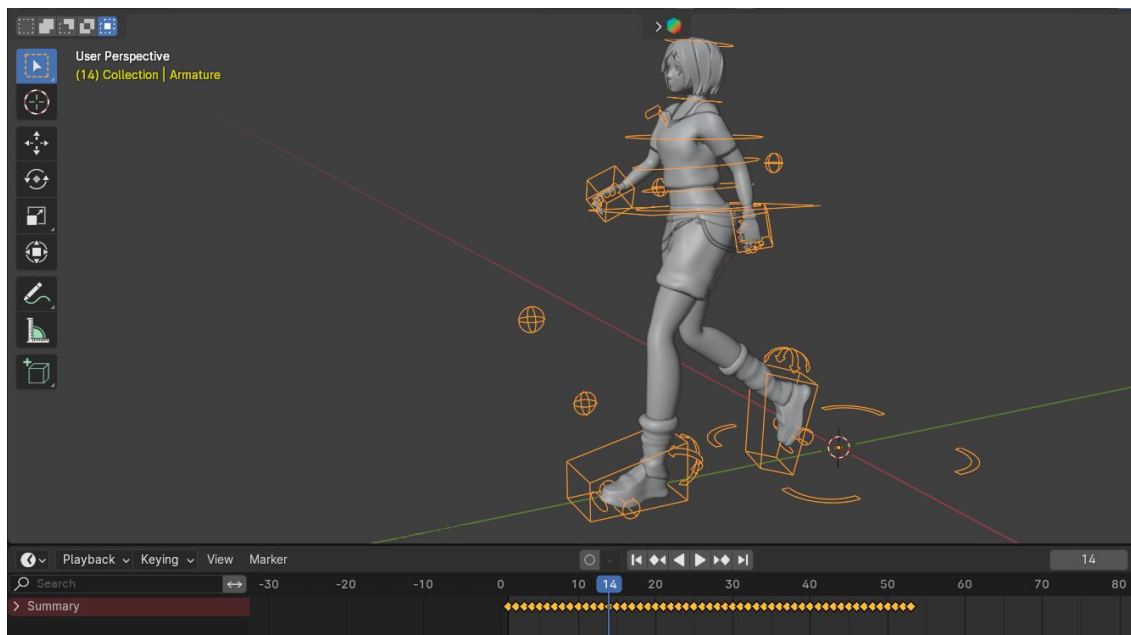


Рисунок 4.15 – Створення анімації ходи

Джерело: Власна розробка

Таким чином, фінальна візуалізація стала завершальним етапом практичної частини кваліфікаційної роботи та дозволила комплексно оцінити результати всіх попередніх етапів розробки. Використання рушія Cycles забезпечило отримання високоякісного зображення з реалістичним освітленням, коректним відображенням матеріалів і дрібних деталей моделі, а створення базової анімації підтвердило працездатність ригу та готовність персонажа до використання в сучасному ігровому пайплайні [2, 13, 26].

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблено 3D-персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror. Створення якісних тривимірних персонажів є одним із ключових етапів розробки сучасних комп'ютерних ігор, оскільки саме персонаж формує візуальне сприйняття ігрового світу та впливає на рівень залучення гравців.

Розроблений тривимірний персонаж протагоніста орієнтований насамперед на сегмент незалежних ігрових студій (інді-розробників) та соло-авторів комп'ютерних ігор, які працюють у жанрі survival horror та використовують ігровий рушій Unreal Engine. У сучасній індустрії геймдеву створення високоякісного головного героя з нуля потребує великих часових та фінансових ресурсів. Даний проєкт виступає як готове комерційне рішення, що дозволяє розробникам значно скоротити витрати на етапі тривимірного моделювання та технічного налаштування моделі, фокусуючись на безпосередній побудові геймплею та атмосфери гри.

Головною особливістю та перевагою створеного персонажа є повна технічна готовність до інтеграції в ігровий рушій. Модель виконана з урахуванням стандартів індустрії, має оптимізовану топологію полігональної сітки для коректного деформування при русі, а також налаштовану карту текстур, що адаптована під похмуру стилістику та специфіку освітлення хорор-ігор. Завдяки правильній анатомічній структурі, розробка забезпечує швидку сумісність із типовими системами скелетної прив'язки (ріггінгу) та стандартними пакетами рухів в Unreal Engine, що повністю позбавляє кінцевого користувача від необхідності додаткового технічного доопрацювання геометрії.

Доцільність розгляду та впровадження даної розробки у комерційні ігрові проєкти обґрунтована її високою ресурсною ефективністю. Створення персонажа відбувалося виключно на базі вільного програмного забезпечення, а саме, Blender та Krita, що дозволило повністю виключити з кінцевої вартості

продукту витрати на ліцензії комерційного софту. Як результат, кінцевий споживач отримує художньо виразний та технічно адаптований ігровий контент за ціною, яка є значно нижчою за індивідуальне замовлення аналогічного персонажа на фріланс-ринку, що робить розробку ідеальним вибором для оптимізації бюджету інді-проектів.

Економічна ефективність проекту [27] визначається шляхом розрахунку витрат на його створення та прогнозування вартості готового продукту. Проведення економічних розрахунків дозволяє оцінити доцільність розробки та можливість її використання у комерційних проектах.

Джерелом фінансування проекту є власні кошти розробника. Джерелом доходу є реалізація готового персонажа ігровим студіям або незалежним розробникам. Процес створення 3D-персонажа складається з таких етапів:

- створення концепт-арту персонажа;
- блокінг та формування базової геометрії;
- high poly моделювання та скульптинг;
- ретопологія моделі;
- створення UV-розгортки;
- текстурування персонажа;
- ріггінг;
- створення базових анімацій.

5.1 Розрахунок собівартості розробки

Для визначення економічної ефективності розробки необхідно встановити собівартість створення 3D-персонажа. До складу собівартості входять витрати на оплату праці виконавця, єдиний соціальний внесок, витрати на електроенергію та експлуатацію комп'ютерної техніки. Розробкою персонажа займається одна людина, яка виконує функції концепт-художника, 3D Character Artist та 3D Animator. Результати розрахунку витрат на оплату праці за окремими етапами розробки наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Етап	Вид робіт	Виконавець		Годинна ставка, грн	Тривалість, дні	Заробітна плата, грн
		к-ть, ос.	посада			
1	Створення концепт-арту	1	Концепт-художник	210,00	2	3360,00
2	Блокінг моделі	1	3D Character Artist	200,00	2	3200,00
3	High Poly моделювання, скульптинг	1	3D Character Artist	200,00	3	4800,00
4	Ретопологія	1	3D Character Artist	200,00	2	3200,00
5	UV-розгортка та текстурування	1	3D Character Artist	200,00	2	3200,00
6	Ріггінг	1	3D Character Artist	200,00	2	3200,00
7	Створення анімацій	1	3D Animator	250,00	2	4000,00
Усього					15	24960,00

Ставка єдиного соціального внеску становить 22 %:

$$24960,00 \times 0,22 = 5491,20 \text{ грн.}$$

До інших витрат належать витрати на електроенергію та експлуатацію комп'ютерної техніки.

До складу обладнання входять ноутбук HP Victus Gaming Laptop та графічний планшет Parblo Ninos M, що використовувався для створення концепт-арту персонажа. Середня споживана потужність ноутбука під час роботи з програмами Blender становить приблизно 0,2 кВт, а споживання електроенергії графічним планшетом є незначним та здійснюється через USB-підключення до ноутбука, тому окремо в розрахунках не враховується.

Час роботи:

$$8 \times 15 = 120 \text{ годин.}$$

Витрати на електроенергію:

$$0,2 \times 4,32 \times 120 \times 1 = 103,68 \text{ грн,}$$

де 4,32 (грн/кВт-год) – тариф на електроенергію для побутових споживачів з 01.06.2024.

Для виконання робіт використовувалися ноутбук HP Victus Gaming Laptop вартістю 40000,00 грн та графічний планшет Parblo Ninos M вартістю 2500,00 грн. Термін експлуатації обладнання приймається рівним 3 рокам. Кількість робочих днів протягом року становить 254.

Витрати на експлуатацію техніки:

$$((40000,00 + 2500,00) / (3 \times 8 \times 254)) \times 120 = 836,62 \text{ грн.}$$

Собівартість розробки становить:

$$(24960,00 + 5491,20 + 103,68 + 836,62) = 31391,50 \text{ грн.}$$

Розрахунок прибутку за рівнем рентабельності 30 %:

$$31391,50 \times 0,3 = 9417,45 \text{ грн.}$$

Ціна без ПДВ:

$$31391,50 + 9417,45 = 40808,95 \text{ грн.}$$

Податок на додану вартість (20 %):

$$40808,95 \times 0,2 = 8161,79 \text{ грн.}$$

Ціна розробки з урахуванням ПДВ:

$$40808,95 + 8161,79 = 48970,74 \text{ грн.}$$

У табл. 5.2 наведено розрахунок витрат на розробку 3D-персонажа.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на розробку та ціни 3D-персонажа

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн
1	Основна заробітна плата	24960
2	Єдиний соціальний внесок	5491,20
3	Витрати на електроенергію	103,68
4	Витрати на експлуатацію техніки	836,62
5	Собівартість розробки	31391,50
6	Прибуток	9417,45
7	Ціна без ПДВ	40808,95
8	ПДВ	8161,79
9	Ціна з урахуванням ПДВ	48970,74

Отже, собівартість розробки 3D-персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror становить 31391,50 грн. Повна ціна проєкту з урахуванням прибутку та ПДВ складає 48970,74 грн. Очікуваний прибуток від реалізації розробки становить 9417,45 грн, що свідчить про економічну доцільність створення та подальшого використання розробленого 3D-персонажа.

5.2 Конкуренція та оцінка конкурентоспроможності розробки

Конкурентоспроможність є одним із ключових показників ефективності розробки цифрового продукту, оскільки визначає його здатність успішно конкурувати на ринку та задовольняти потреби потенційних споживачів.

Оцінка конкурентоспроможності передбачає аналіз основних переваг розробки порівняно з існуючими аналогами, а також визначення її ринкової привабливості та економічної доцільності.

Для аналізу ринку та оцінки наявних порівняльних переваг використано метод сегментації ринків за основними конкурентами. Оскільки розробка є готовим цифровим товаром, як аналоги обрані реальні комерційні 3D-моделі людей-персонажів із провідного геймдев-маркетплейсу (Fab та Unreal Engine Marketplace), що мають схоже цільове призначення:

- аналог 1 (Horror Girl) поодинокий комерційний 3D-персонаж головної героїні для хорор-ігор. Характеризується доступною ціною та базовим набором анімацій;
- аналог 2 (Survival Horror Protagonist Pack) професійний набір преміум-класу, який включає декілька високодеталізованих персонажів-протагоністів із текстурами високої роздільної здатності (4K) та розширеним пакетом специфічних для жанру анімацій (взаємодія з ліхтариком, зброєю, поранений стан). Головним недоліком аналога є висока ринкова вартість ліцензії, що суттєво обмежує його доступність для незалежних інді-студій.

При проведенні порівняльного аналізу враховувалися як технічні, так і економічні характеристики розробки. До основних критеріїв оцінювання належать якість моделі, відповідність жанру, рівень деталізації, оптимізація геометрії, наявність ріггінгу та анімацій, можливість інтеграції в сучасні ігрові рушії, а також економічні показники, зокрема доступність ціни та витрати на використання. Комплексний аналіз зазначених критеріїв дозволяє об'єктивно оцінити ринкові позиції розробленого 3D-персонажа та визначити його конкурентні переваги порівняно з існуючими комерційними аналогами.

Оцінку проведено за п'ятибальною шкалою (від «1» – найбільш слабкі позиції, до «5» – домінуючі позиції на ринку). Результати порівняльного аналізу факторів конкурентоспроможності наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Сегментація ринку за основними конкурентами

Фактори конкурентоспроможності	Розробка, що досліджується	Основні конкуренти	
		Horror Girl	Survival Horror Protagonist Pack
1 ТОВАР			
Якість (техніко-економічні показники)	5	4	5
Споживчі показники (відповідність жанру horror)	5	4	5
Дизайн та візуальний стиль	5	3	5
Унікальність (гнучкість модифікації)	4	3	4
Повний цикл підготовки (ріггінг, анімація)	5	3	5
2 ЦІНА			
Ціна продажу (економічна доступність)	4	5	2
Зменшення витрат за рахунок вільного ПЗ (Blender)	5	3	2
3 КАНАЛИ ЗБУТУ			
Форми та гнучкість збуту (пряма дистрибуція)	4	4	5
4 ПРОСУВАННЯ ТОВАРІВ НА РИНКАХ			
Реклама та демонстрація (базові анімації)	3	3	5
Загальна кількість балів	40	32	38

На основі даних, наведених у таблиці 5.3, сформовано загальний аналітичний висновок щодо потенціалу розробки. Сумарна оцінка створеного 3D-персонажа протагоніста становить 40 балів, що перевищує показники Аналога 1, Horror Girl, (32 бали) та Аналога 2, Survival Horror Protagonist Pack, (38 балів). Сталі конкурентні переваги розробленого проєкту забезпечуються завдяки інтеграції техніко-технологічних та економічних факторів.

Зокрема, створений тривимірний персонаж головного героя має оптимізовану топологію полігональної сітки, адаптовану для інтеграції в сучасні ігрові рушії, насамперед Unreal Engine. Проєкт містить завершений цикл підготовки, що включає ріггінг та базові анімаційні цикли, завдяки чому мінімізуються часові витрати кінцевого споживача на імплементацію ассета в ігрове середовище.

З економічної точки зору, повна вартість розробки з урахуванням планового рівня рентабельності 30% та податку на додану вартість 20% становить 48970,74 грн, що зазначено у таблиці 5.2. Даний ціновий показник робить продукт висококонкурентним у сегменті цифрового контенту для незалежних розробників порівняно із дороговартісними закордонними аналогами преміум-сегмента. Висока ефективність використання ресурсів була досягнута завдяки застосуванню вільного, безкоштовного програмного забезпечення Blender та Krita. Це дозволило повністю нівелювати капітальні витрати на придбання комерційних ліцензій на спеціалізоване ПЗ та утримати собівартість розробки на рівні 31391,50 грн без зниження якісних та художніх характеристик об'єкта.

Аналізуючи дані таблиці 5.3, можна стверджувати, що загальна оцінка розробки перевищує ринкові аналоги та не демонструє відставання за жодним із критичних параметрів. Тож, досліджувана розробка володіє високим рівнем конкурентоспроможності. Очікуваний прибуток у розмірі 9417,45 грн підтверджує фінансово-економічну доцільність реалізації проєкту та можливість його ефективного комерційного використання.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було досягнуто поставленої мети – розроблено ігрового 3D-персонажа для комп'ютерної гри у жанрі survival horror, який відповідає сучасним художнім і технічним вимогам, що висуваються до моделей, призначених для використання в ігровому середовищі.

Під час виконання роботи було проведено аналіз предметної області та досліджено сучасні підходи до створення ігрових 3D-персонажів. Розглянуто особливості жанру survival horror, визначено його характерні риси та проаналізовано вплив дизайну персонажів на формування атмосфери гри. Проведений аналіз підтвердив, що візуальний образ персонажа є одним із ключових факторів, які впливають на емоційне сприйняття ігрового процесу.

У роботі виконано аналіз сучасних програмних засобів для створення тривимірної графіки та обґрунтовано вибір програмного забезпечення Blender як основного інструмента розробки. Також проведено порівняння рушіїв рендерингу Eevee та Cycles, за результатами якого для реалізації практичної частини було обрано Cycles, що забезпечує високу якість візуалізації та підтримує процес запікання текстур.

У практичній частині роботи послідовно реалізовано повний цикл створення ігрового персонажа. Було розроблено концепт-арт, створено базову тривимірну модель, виконано високополігональний скульптинг, ретопологію, UV-розгортку, запікання текстур, текстурування із застосуванням процедурних матеріалів, налаштовано риг та створено базову анімацію ходьби. Завершальним етапом стала фінальна візуалізація моделі із використанням рушія Cycles, що дозволило отримати якісне зображення готового персонажа.

Особливу увагу під час виконання роботи було приділено оптимізації моделі. Після завершення високополігонального скульптингу, який містив

близько 1,4 мільйона полігонів, було виконано ретопологію, у результаті чого кількість полігонів було зменшено приблизно до 77 тисяч без суттєвої втрати візуальної якості. Застосування карт нормалей та інших запечених текстур дозволило перенести дрібні деталі високополігональної моделі на оптимізовану модель, придатну для використання в сучасних ігрових рушіях.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи були вирішені всі поставлені задачі, визначені на початковому етапі дослідження. Розроблений персонаж відповідає вимогам сучасного пайплайну створення ігрових 3D-моделей, має оптимізовану геометрію, коректну топологію, налаштовані матеріали, риг та базову анімацію, що забезпечує можливість його подальшої інтеграції до ігрового середовища.

Отримані результати можуть бути використані під час створення комп'ютерних ігор, мультимедійних проєктів, навчальних матеріалів, а також як приклад реалізації сучасного пайплайну розробки ігрових персонажів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Дейнеко, Ж.В., Бізюк, А.В., Вовк, О.В., Кулішова, Н.Є., & Челомбійко, В.Ф. (2025). Методичні вказівки з виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів денної та заочної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G20 «Видавництво та поліграфія» за освітньою програмою «Видавничо-поліграфічна справа». Харків: ХНУРЕ.
2. Vovk, O., Dzenis, Y., & Borovynska, Y. (2026). Key stages in the development of a 3D character for computer games. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 1. (с. 329-332).
3. Біла, Д.С., & Вовк, О.В. (2025). Використання Blender, Unity, Three.js для анімації в мультимедіа. Радіoeлектроніка та молодь у XXI столітті. Т. 6. (с. 558-559).
4. Dzenis, Y., & Vovk, O. (2026). Geometric principles of constructing 3d models. Радіoeлектроніка та молодь у XXI столітті. Т. 2. (с. 155-157).
5. Dzenis, Y., & Vovk, O. (2026). The use of procedural modelling in the creation of 3D objects. *Memorias de SYNTOPIA*. (p. 34-36).
6. Chebotarova, I., Yukhnova, K., Polozov, O., & Mendieliava, M. (2025). 3D graphics as an effective tool for online advertising. *Creative economy and the role of it in the digital world: monograph*. (p. 184-211). Praha: OKTAN PRINT. DOI: <https://doi.org/10.46489/ceatroitdw-50-25>.
7. Чуб, Л.О., & Вовк, О.В. (2023). Застосування 3d моделей у інтерактивних проєктах. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 50-51).
8. Дзеніс, Є.С., & Вовк, О.В. (2026). Оптимізація 3D-персонажів відповідно до технологічних вимог комп'ютерних ігор. Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених. (с. 163).

9. Менделєва, М.В., Бедрата, Р.Р., & Сергієнко, М.А. (2026). Психологія кольору як інструмент акцентування уваги в графічному дизайні. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 107-109).
10. Шипова, М.К., & Вовк, О.В. (2020). Психоемоційний вплив кольору. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 11-13).
11. Андрєєва, Ж.М., & Вовк, О.В. (2023). Роль кольору в іграх. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 81-85).
12. Chebotarova, I., & Astakhova, A. (2023). Developing character animation with AUTODESK MAYA. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 68-72).
13. Вовк, О.В., Чеботарьова, І.Б., & Мартиненко, Ю.С. (2026). Спеціалізації 3D character artists у виробництві персонажа. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 1. (с. 308-309).
14. Vovk, O., & Dzenis, Y. (2026). Analysis of software tools for 3D character modeling. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 207-209).
15. Чеботарьова, І.Б., & Трохін, К.О. (2024). Проектування тривимірних моделей для комп'ютерної гри AAA-проекту. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 226-230).
16. Вовк, О.В., Григор'єв, О.В., & Дзеніс, Є.С. (2025). Використання психоакустики в рекламі для впливу на споживача. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 35-38).
17. Вовк, О.В., & Задорожна, В.К. (2024). Сумісність кольору і звуку у рекламі та відео. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 102-104).
18. Менделєва, М.В., Вовк, О.В., & Митцева, О.С. (2026). Аудіодизайн як інструмент управління увагою користувача в мультимедійних виданнях. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 1. (с. 286-288).
19. Patreon. (n. d.). Resident Evil 4 Remake character model (Leon S. Kennedy). <https://www.patreon.com/PvrpleSerot0nin/posts/resident-evil-4-80738854?l=it>.
20. Steam. (n. d.). Silent Hill 2 (2001) character model (James Sunderland). <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?l=swedish&id=3354435896>.

21. Room 8 Studio (ArtStation). (n. d.). Dead Space Remake (2023) character model (Isaac Clarke). <https://room8studio.artstation.com/projects/rJZQEe>.
22. Steam. (n. d.). The Evil Within character model (Sebastian Castellanos). <https://steamcommunity.com/sharedfiles/filedetails/?l=italian&id=1121741396>.
23. ArtStation. (n. d.). Alan Wake 2 character model. <https://www.artstation.com/artwork/VJVwKb>.
24. Мартиненко, Ю.С., & Вовк, О.В. (2026). Аналіз особливостей пайплайну AAA-студій та інді-розробників у створенні 3D-моделей. Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених. (с. 182).
25. Dzenis, Y., & Vovk, O. (2026). A parametric approach to creating 3D scenes. Jóvenes en la ciencia, 42. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/5188>.
26. Вовк, О.В., Григор'єв, О.В., & Біла, Д.С. (2025). Особливості створення 3D-анімації для трейлерів відеоігор у середовищі Blender. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Т. 2. (с. 12-13).
27. Полозова, Т.В. (2022). Методичні вказівки до виконання економічної частини кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 186 Видавництво та поліграфія усіх форм навчання. Харків: ХНУРЕ.