

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Медіасистем та технологій
(повна назва)


КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробка 3D-персонажей для комп'ютерної гри «Лісове відлуння»
(тема)

Виконав:

здобувач 4 року навчання,
групи ВПВПС-21-3



Діана БІЛА

(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  проф. Олександр ГРИГОР'ЄВ

(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту
Завідувач кафедри МСТ

_____ (підпис)

Жанна ДЕЙНЕКО

(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
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)
« 19 » травня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві Білій Діані Сергіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка 3D-персонажей для комп'ютерної гри «Лісове відлуння»

Затверджена наказом по університету від 19 травня 2025 р. № 385 Ст



2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії 4 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи
Blender; інді-гра «Лісове відлуння».

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу, визначення мети роботи та постановка завдання; Аналітичний огляд літератури за темою; Різновиди комп'ютерних ігор, Аналіз аналогів; Основні етапи створення 3D-моделей та 3D-анімації; Аналіз впливу дизайну персонажів на ігровий досвід; Вибір інструментальних (програмних і технічних) засобів розробки; Опис практичної частини роботи; Визначення цілей та задач; Сюжет гри для якої розробляється 3D-персонажі; Етап скетчування; Моделювання базових форм. Скульптинг; Ріггінг; UV-розгортка; Текстурування; Створення анімації; Рендер відео; 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 (програмних і технічних) засобів розробки; Порівняння рушіїв рендеру; Сюжет гри; Скетчування; Моделювання базових форм; Скульптинг; Ріггінг; UV-розгортка; Текстурування; Створення анімації; Рендер відео; 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	проф. Григор'єв О.В.		23.05.2025
Економічна частина	ас. Легеза О.М.		27.05.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	19.05	виконано
2	Аналіз предметної області та завдання	20.05	виконано
3	Аналітичний огляд літератури за темою роботи та аналіз аналогів	22.05	виконано
4	Розробка графічної частини	28.05	виконано
5	Розробка анімації	30.05	виконано
6	Економічна частина	02.06	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	03.06	виконано
8	Оформлення графічної частини	04.06	виконано

Дата видачі завдання 19 травня 2025 р.

Здобувач


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

проф. Олександр ГРИГОР'ЄВ

(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 70 с., 4 табл., 36 рис., 1 дод., 28 джерел.

3D-МОДЕЛЮВАННЯ, АНІМАЦІЯ, АНІМЕ-СТИЛІСТИКА, ІГРОВИЙ, ІНДІ-ІГРИ, КОНЦЕПТ-АРТ, УКРАЇНСЬКА МІФОЛОГІЯ, СКУЛЬПТИНГ, РІГГІНГ, ТЕКСТУРУВАННЯ.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка двох деталізованих 3D-персонажів (старшої та молодшої сестер) з короткою анімацією, які відповідають стилістиці гри «Лісове відлуння», та сприяють створенню атмосферного ігрового досвіду.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є процес створення 3D-персонажів для комп'ютерної гри.

Предметом дослідження – розробка 3D-персонажей для комп'ютерної гри «Лісове відлуння» в стилізованому реалізмі з елементами української міфології.

У роботі проведено аналіз предметної області, зокрема сучасних тенденцій у створенні 3D-персонажів для інді-ігор, виконано огляд аналогів (ігор із подібною стилістикою), визначено цільову аудиторію та вимоги до персонажів.

Галузь застосування – розробка комп'ютерних ігор, зокрема інді-проектів у жанрі пригодницьких ігор із фентезійною тематикою, а також створення промо-матеріалів і концепт-артів для медіа-проектів.

ABSTRACT

Explanatory note of the qualification work: 70 p., 4 tab., 36 pic., 1 app., 28 sources.

3D-MODELING, ANIMATION, ANIME-STYLISTICS, GAME, INDIE GAMES, CONCEPT ART, UKRAINIAN MYTHOLOGY, SCULPTING, RIGGING, TEXTURING.

The purpose of the qualification work is to develop two detailed 3D characters (older and younger sisters) with short animation that meet the style of the game "Forest Echo" and contribute to the creation of an atmospheric gaming experience.

The object of the research of the qualification work is the process of creating 3D characters for a computer game.

The subject of the research is the development of 3D characters for the computer game "Forest Echo" in stylized realism with elements of Ukrainian mythology.

The work analyses the subject area, including current trends in the creation of 3D characters for indie games, reviews analogues (games with a similar style), identifies the target audience and requirements for the characters.

The field of application is the development of computer games, in particular indie projects in the genre of adventure games with a fantasy theme, as well as the creation of promotional materials and concept art for media projects.

ЗМІСТ

	С.
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	7
ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ	10
1.1 Мета розробки та постановка завдання	10
1.2 Цільова аудиторія.....	11
2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ	13
2.1 Різновиди комп'ютерних ігор	13
2.2 Аналіз аналогів	14
2.3 Основні етапи створення 3D-моделей та 3D-анімації.....	19
2.4 Аналіз впливу дизайну персонажів на ігровий досвід	20
2.4.1 Огляд найпопулярніших ігрових стилістик	20
2.4.2 Обґрунтування вибору стилістики	24
3 ВИБІР ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ (ПРОГРАМНИХ І ТЕХНІЧНИХ) ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ.....	27
3.1 Огляд програмного забезпечення для 3D-моделювання	27
3.2 Порівняння рушіїв рендерингу Eevee та Cycles.....	30
4 ОПИС ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ.....	34
4.1 Визначення цілей та задач.....	34
4.2 Сюжет гри для якої розробляється 3D-персонажі	34
4.3 Етап скетчування (створення нарисів основних персонажів).....	36
4.4 Моделювання базових форм. Скульптинг.....	39
4.5 Ріггінг	43
4.6 UV-розгортка. Текстурування	47
4.7 Створення анімації.....	51
4.8 Рендер відео	55
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	61
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	68
ДОДАТОК А Приклади персонажів та анімації	71

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

3D – тривимірна графіка, що створює ілюзію просторової глибини на екрані.

Ассет – будь-який ресурс, використовуваний в розробці ігор, наприклад, 3D моделі, текстури, звуки, скрипти тощо.

Концепт-арт – форма образотворчого мистецтва, яка використовується для передачі ідеї для використання у фільмах, відеоіграх, анімації, коміксах, телевізійних шоу чи інших засобах масової інформації, перш ніж вона буде введена в кінцевий продукт.

Моделювання – створення тривимірної моделі персонажа або об'єкта. Полігональний метод моделювання найпоширеніший, оскільки його використовують при створенні та проектуванні ігор, доповненої та віртуальної реальностей, 3d-друку, скульптингу та спецефектів у кіно.

Незалежні ігри або інді-ігри (англ. indie games від independent – «незалежний») – відеоігри, створені без фінансової підтримки великих видавців.

Рігінг – створення скелета (набору "кісток") для моделі, що дозволяє анімувати її.

Текстурування – нанесення текстур на модель для додавання деталей та реалістичності.

Топологія – ключовий аспект 3D-моделювання, що визначає розташування і структуру полігонів на моделі.

ВСТУП

У сучасному світі під час стрімкого розвитку цифрових технологій та візуальних комунікацій 3D-моделювання та анімація є популярним вибором серед різних інструментів створення медіаконтенту. Індустрія відеоігор [25], кіно та реклами все більше спирається на якісні тривимірні моделі, які здатні доносити ідеї та емоції набагато ефективніше, ніж традиційні засоби візуалізації. Розробка деталізованих 3D-моделей, а саме 3D-моделей людей для їх подальшої анімації є одним із важливих але і складних етапів в роботі над створенням власного продукту – комп'ютерної гри «Лісове відлуння». Складність полягає у необхідності дотримання анатомічних пропорцій, створенні реалістичних текстур, оптимізації полігональної сітки та налаштуванні систем анімації.

Якісно створені персонажі не тільки привертають увагу гравців але і гарантують глибоке занурення в ігровий світ та емоційну прив'язку до героїв. Сучасні дослідження у сфері ігрового дизайну підтверджують, що гравці формують найсильніший емоційний зв'язок саме з тими персонажами, які мають переконливу візуальну презентацію, плавну анімацію рухів та міміки. Крім того, у конкурентному середовищі ігрової індустрії, якість візуальних елементів часто стає вирішальним фактором у комерційному успіху проекту.

Робота складається з п'яти основних розділів:

- аналіз завдання на кваліфікаційну роботу – визначення мети, цільової аудиторії та вимог до 3D-моделей;

- аналітичний огляд літератури – дослідження сучасних тенденцій у створенні відеоігор, аналіз аналогічних робіт та основних етапів створення 3D-моделей;

- вибір інструментальних засобів – розгляд програмного забезпечення для 3D-моделювання, анімації;

– практична частина – детальний опис процесу створення 3D-моделей, включаючи створення концепт-арту, моделювання, ригінг, текстурування та анімації;

– економічне обґрунтування – оцінка витрат на створення 3D-моделей, аналіз вартості використаного програмного забезпечення та людських ресурсів.

Розроблені 3D-персонажі для гри «Лісове відлуння» мають унікальний дизайн, та водночас є універсальними і можуть бути адаптовані під різні проєкти, що підвищує їхню практичну цінність у подальшому використанні. Створені персонажі можуть бути інтегровані в різні ігрові рушії, такі як Unity або Unreal Engine, завдяки універсальним форматам експорту. Ця гнучкість і адаптивність значно розширює спектр можливого застосування розроблених 3D-персонажів як у рамках проєкту «Лісове відлуння», так і в інших медіа-проєктах із схожою тематикою.

1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

1.1 Мета розробки та постановка завдання

Завданням на кваліфікаційну роботу є розробка 3D-персонажів для комп'ютерної гри «Лісове відлуння». В рамках роботи передбачається створення двох деталізованих моделей ігрових персонажів з базовою анімацією, які будуть відповідати загальній стилістиці та атмосфері гри, пов'язаної з лісовою тематикою.

До вихідних даних входять:

- концепція та жанр гри «Лісове відлуння»;
- характеристики та ролі персонажів у грі;
- основні технічні та візуальні характеристики;
- графічні матеріали що будуть використовуватись в процесі розробки.

Основні характеристики розроблювальних моделей:

- деталізація;
- оптимізована топологія;
- якісне текстурювання;
- налаштування системи ригінгу для демонстрації анімаційних можливостей та відповідність концепт-арту.

Графічні матеріали включають в себе початкові ескізи, референси стилістики та текстур, концепт-арт.

Текстові матеріали включають опис світу гри.

Вимоги та стандарти для 3D-моделей персонажів включають такі аспекти:

- оптимальна кількість полігонів для забезпечення балансу між візуальною якістю та продуктивністю;
- правильна топологія для плавної анімації;
- якісне UV-розгортання для текстурювання.

Варіантом застосування створених 3D-персонажів є їх безпосереднє використання в комп'ютерній грі «Лісове відлуння» як ігрових персонажів, з якими гравець взаємодіятиме в процесі проходження гри. Крім того, розроблені моделі можуть бути використані для створення рекламних матеріалів гри, включаючи промо-зображення та концепт-арти.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка двох деталізованих 3D-персонажів (старшої та молодшої сестер) з короткою анімацією, які відповідають стилістиці гри «Лісове відлуння» та сприяють створенню атмосферного ігрового досвіду.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розглянути аналоги існуючих видань;
- визначити цільову аудиторію;
- визначити етапи створення ігрових персонажів;
- обрати інструментальні (програмні і технічні) засоби розробки;
- розробити графічний матеріал та рігги персонажів;
- розробити та протестувати анімацію;
- рендер відео.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є процес створення 3D-персонажів для комп'ютерної гри.

Предметом дослідження – розробка 3D-персонажей для комп'ютерної гри «Лісове відлуння» в стилізованому реалізмі з елементами української міфології.

1.2 Цільова аудиторія

Цільова аудиторія проєкту – гравці комп'ютерної гри «Лісове відлуння», переважно 16-25 років, що цікавляться іграми в жанрі фентезі. Ця аудиторія цінує сюжет та дизайн персонажів та унікальність, щ робить розробку якісних 3D-моделей критично важливою для успіху гри [24].

Персонажі будуть використовуватись в комп'ютерній грі, доступній на портативних комп'ютерах, тому моделі повинні мати оптимальний рівень деталізації, для забезпечення високої якості візуалізації на машинах різної комплектації та різних налаштуваннях. В той самий час моделі мають бути достатньо деталізовані їх використання у крупних планах у сюжетних сценах.

В результаті виконання роботи мають бути створені два деталізованих 3D-персонажа для комп'ютерної гри «Лісове відлуння» з базовою анімацією, що відповідають стилістиці гри та технічним вимогам. Розроблені персонажі повинні мати оптимізовану топологію для забезпечення природної анімації, якісні текстури, що гармонійно вписується в концепцію гри.

2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ

2.1 Різновиди комп'ютерних ігор

Сучасний ринок комп'ютерних ігор має в собі велику кількість різних жанрів та напрямків, які мають свої особливості та вимоги до розробки. Розуміння цих особливостей є важливим аспектом в процесі розробки 3D-персонажів для гри «Лісове відлуння».

Єдиної класифікації жанрів відеоігор не існує, тому в різних джерелах одну й ту саму відеогру можуть відносити до різних жанрів. Класифікація відео-ігор доволі гнучка і один проект може поєднувати в собі елементи кількох жанрів, тож можливе змішання жанрів, коли гру неможливо віднести до одного жанру.

Рольові ігри (RPG) – характеризуються можливістю гравця керувати персонажем або групою персонажів, які розвиваються протягом гри, покращуючи свої навички та характеристики. Екшн-ігри (Action) вимагають від гравця швидкої реакції та координації. Стратегії дають гравцю можливість керувати ресурсами та військами для досягнення перемоги. Симулятори імітують реальні процеси або системи, такі як керування транспортом, будівництво міст, управління фермою. Пригодницькі ігри (Adventure) або квести – жанр відеоігор, основу ігрового процесу яких складає вирішення поставлених завдань шляхом їх обдумування, уважного пошуку підказок і схованих деталей. Такі ігри орієнтовані на дослідження світу, розв'язання головоломок та розвиток сюжету.

Інші популярні жанри включають головоломки, засновані на логічних завданнях; спортивні ігри, що імітують різні види спорту; МОВА (Multiplayer Online Battle Arena) – командні ігри; та ігри з відкритим світом, що надають гравцю значну свободу дослідження великого ігрового простору.

Інді-ігри (від англ. independent) – відеоігри, створені без фінансової підтримки великих видавців.

Інді-ігри займають особливе місце в ігровій індустрії. Через обмежені ресурси розробники інді-ігор часто зосереджуються на унікальному стилі, атмосфері та ігрових механіках. Часто такі ігри розробляються невеликими командами або навіть одним розробником, що вимагає оптимізації всіх процесів. Інді-студіям доводиться шукати інноваційні ідеї і нові способи робити ігри, адже обмеження, як відомо, змушують виявляти винахідливість. Успішні інді-проекти часто стають зразком для наслідування, показуючи, що для створення захоплюючої гри не обов'язково мати великий бюджет.

Пригодницький жанр доволі поширений серед інді-ігор завдяки своїй гнучкості та можливості створювати захоплюючі історії без необхідності розробки складних механік. Це дає змогу зосередитись на атмосфері, сюжеті та геймплеї, що базується на дослідженні історії та світу.

2.2 Аналіз аналогів

«Another Crab's Treasure» (рис. 2.1) представляє собою оригінальну пригоду у підводному світі, що поступово руйнується під впливом екологічних змін. Граючи за невеликого краба-відлюдника, користувач опиняється у вразливій позиції серед величезних підводних істот. Ключова механіка гри полягає у креативному використанні довколишнього сміття як імпровізованого панцира, що забезпечує захист від численних ворогів, які значно перевищують протагоніста за розміром. Ця екологічна алегорія поєднується із складною бойовою системою, натхненною жанром souls-like, і створює унікальний ігровий досвід. Візуальний стиль гри характеризується яскравими кольорами та стилізованими моделями підводних істот, що робить дослідження морських глибин візуально привабливим та атмосферним.



Рисунок 2.1 – Комп'ютерна гра «Another Crab's Treasure»

«Death's Door» (рис. 2.2) занурює гравця у похмурий, містичний світ з ретельно продуманими бойовими елементами, що вимагають точності та стратегічного мислення. Керуючи вороном-збирачем душ, гравець вирушає за таємничі Двері та досліджує землю, повну химерних мешканців і незліченних стародавніх таємниць. Під час своєї подорожі протагоніст зустрічає дивних і неординарних персонажів, кожен з яких має свою унікальну історію та мотивацію. Графічне оформлення гри поєднує мінімалістичний дизайн з насиченою колірною палітрою, створюючи меланхолійну, але водночас чарівну атмосферу. Особливої уваги заслуговує дизайн босів та локацій, які відображають філософські теми життя, смерті та призначення.



Рисунок 2.2 – Комп'ютерна гра «Death's Door»

«Untitled Goose Game» (рис. 2.3) пропонує нестандартний ігровий досвід у форматі пісочниці, де протагоністом виступає звичайний гусак з незвичайними намірами. Випущений на волю в мальовничому англійському селі, головний герой взаємодіє з нічого не розуміючими жителями, створюючи хаос та виконуючи різноманітні пустотливі завдання. Для просування сюжетною лінією необхідно послідовно виконувати список викликів, що вимагають від гравця креативного підходу та нестандартного мислення. Попри те, що гра не використовує високополігональні 3D-моделі, її мінімалістичний візуальний стиль з насиченими кольорами та м'якими обрисами створює унікальну естетику, яка гармонійно доповнює гумористичний характер геймплею та сприяє загальній атмосфері безтурботної пустотливості.



Рисунок 2.3 – Комп'ютерна гра «Untitled Goose Game»

«Little Kitty, Big City» (рис. 2.4) розгортає свої події у відкритому міському середовищі, повністю доступному для дослідження з перспективи маленького котеняти. Особливістю гри є відсутність строго визначеної сюжетної лінії – перед гравцем стоїть лише кінцева мета повернутися додому, а шляхи її досягнення залишаються на власний розсуд. Це створює відчуття свободи та заохочує експериментування з різноманітними взаємодіями у міському середовищі. Котеня може досліджувати закутки

міста, взаємодіяти з предметами оточення, виконувати невеликі завдання для містян та знаходити приховані секрети. Яскрава та життєрадісна графіка гри створює привітну атмосферу, а детально опрацьована анімація руху головного героя максимально передає грацію та допитливість котячої натури, що значно посилює ефект занурення у роль маленького дослідника великого міста.



Рисунок 2.4 – Комп'ютерна гра «Little Kitty, Big City»

«Stray» (рис. 2.5) пропонує унікальну пригодницьку гру від третьої особи, де гравець керує звичайним бездомним котом, який опиняється в таємничому забутому кіберпанковому місті. Дія розгортається серед детально промальованих неонових провулків занепадаючого мегаполісу, населеного роботами замість людей. Всі взаємодії з навколишнім середовищем відображають природну котячу поведінку, що створює унікальний ігровий досвід – від дряпання меблів до балансування на вузьких поверхнях. Технічно гра вирізняється використанням високополігональних об'єктів та складних систем освітлення, що створює реалістичний та атмосферний світ. Особливої уваги заслуговує детально анімація головного героя, яка точно передає природну пластику котячих рухів, та продуманий дизайн рівнів, що враховує специфіку пересування kota у місті.



Рисунок 2.5 – Комп'ютерна гра «Stray»

«Astroneer» (рис. 2.6) пропонує захопливу космічну пригоду, де гравець бере на себе роль відважного космонавта-дослідника.



Рисунок 2.6 – Комп'ютерна гра «Astroneer»

В основі геймплею лежать елементи виживання, будівництва та дослідження різноманітних планетарних систем. Сюжет гри поступово розкривається через систему місій та відкриття нових планет, кожна з яких

має унікальні біоми, ресурси та випробування. Важливою складовою геймплею є терраформування планетарної поверхні та створення баз з різноманітними функціональними модулями. Візуальний стиль гри характеризується яскравою, насиченою колірною палітрою та свідомо спрощеними, малополігональними 3D-моделями, що створює привітну та доступну естетику. Такий художній вибір не лише надає грі особливого шарму, але й забезпечує чітку візуальну комунікацію ігрових елементів та полегшує орієнтацію у складних багаторівневих структурах, які гравець створює під час проходження.

2.3 Основні етапи створення 3D-моделей та 3D-анімації

3D-анімація та 3D-моделювання відіграє важливу роль у створенні сучасний інді-ігор пригодницького жанру, спрощуючи для розробників процес створення власного проекту.

Процес створення 3D-моделей та анімації включає в себе декілька етапів [26]. Найбільш творчим та першим етапом є скетчування. Після виникнення ідеї для безпосереднього проекту починається створення мудбордів, пошук натхнення та створення концепції персонажа.

Відповідно після повноцінного промальованого скетчу (концепт-арту) наступним кроком є моделювання базових форм. За допомогою базових фігур створюється приблизна форма персонажа, голова, тіло без деталей.

Коли базова модель готова наступним кроком є скульптинг. На цьому етапі потрібно створити деталі обличчя, створити одяг з усіма деталями (складки на одязі, шнурки на взутті, кишень на штанях тощо). Також додати волосся.

Після того як персонаж повністю готовий, з готовими додатковими елементами, можна починати створення скелету для анімації – ріггінг. На цьому етапі важливо щоб модель була повноцінна, адже якщо додавати елементи до персонажа після створення скелету можуть виникнути дефекти.

Наступні два етапи, UV-розгортка та текстурювання, пов'язані між собою. Під час деформації моделей на попередніх етапах, а саме скульптингу, на готовій моделі змінюється топологія. Через це текстури можуть накладатись некоректно. Щоб це виправити потрібно для таких дефектних частин моделі згенерувати нову розгортку, що називається UV-розгортка.

На цьому створення моделі вважається завершеним. Додатковим етапом можна виділити Vertex paint. Цей інструмент використовують для малювання кольором на готових моделях, можна домалювати тіні на одязі, домалювати деталі на обличчі, тощо. Але цей етап не є обов'язковим для створення 3D-моделей хоча і може використовуватись для надання моделям оригінального стилю оформлення.

Після цього завершальним етапом є створення самої анімації та її рендер. Використовуючи створений скелет можна деформувати 3D-модель, надаючи рух створеному персонажу.

2.4 Аналіз впливу дизайну персонажів на ігровий досвід

2.4.1 Огляд найпопулярніших ігрових стилістик

Сучасна ігрова індустрія пропонує розробникам широкий спектр художніх стилів, які можуть бути використані для створення унікального візуального стилю гри. Вибір стилістики є одним із найважливіших рішень на початковому етапі розробки, оскільки він визначає не тільки естетичне сприйняття проекту, але й технічні аспекти реалізації, ресурсні вимоги та потенційну цільову аудиторію. Необхідно розглянути основні напрямки ігрової стилістики, які домінують на сучасному ринку.

Фотореалістичний стиль (рис. 2.7) характеризується максимальним наближенням до реальності з детальними текстурами, складними моделями та динамічними системами освітлення. Він потребує значних

обчислювальних ресурсів і використовується переважно в AAA-проектах з високим бюджетом. Цей стиль найбільш вимогливий до технічних можливостей платформи та кваліфікації команди розробників, але при цьому забезпечує найвищий рівень ігрового занурення.



Рисунок 2.7 – Фотореалістичний стиль із гри «Detroit: became human»

Стилізований реалізм (рис. 2.8) зберігає основні анатомічні пропорції та фізичні закони реального світу, але допускає художні вільності та інтерпретації. Цей підхід забезпечує баланс між технічною оптимізацією та візуальною достовірністю.



Рисунок 2.8 – Стилізований реалізм із гри «The Witcher 3: Wild hunt»

Мультияшний стиль (рис. 2.9) використовує перебільшені пропорції, яскраві кольори та спрощені текстури. Він чудово підходить для широкої

аудиторії та має високу часову стійкість – ігри в цьому стилі рідко виглядають застарілими навіть через багато років після випуску. Fortnite та Sea of Thieves є яскравими представниками цього напрямку, які демонструють його популярність серед гравців різних вікових категорій. Мультяшна естетика особливо ефективна для ігор, які не прагнуть до драматичного реалізму, а фокусуються на веселому та динамічному геймплеї.



Рисунок 2.9 – Мультяшний стиль із гри «Sea of Thieves»

Аніме стиль (рис. 2.10) базується на естетиці японської анімації з характерними великими очима, спрощеними рисами обличчя та стилізованими пропорціями тіла. Він забезпечує високу емоційну виразність персонажів при помірних технічних вимогах до деталізації. Genshin Impact та серія Persona демонструють комерційний успіх та популярність цього підходу серед глобальної аудиторії. Аніме естетика має особливо сильну привабливість для аудиторії віком від 16 до 25 років, яка активно споживає контент у цьому стилі через різні медіа.



Рисунок 2.10 – Аніме стиль на прикладі гри «Genshin Impact»

Cel-shading (рис. 2.11) є технікою рендерингу, що імітує вигляд мальованої анімації з чіткими контурами та плоскими кольоровими областями. Цей підхід органічно поєднує тривимірне моделювання з естетикою двовимірного мистецтва. Cel-shading може бути технічно менш вимогливим порівняно з фотореалізмом, але вимагає ретельного художнього керівництва для досягнення привабливих результатів.



Рисунок 2.11 – Мультикшній стиль на прикладі гри
«The Legend of Zelda: Breath of the Wild»

Піксельна графіка відображає ретро-естетику з навмисно низькою роздільною здатністю та обмеженою колірною палітрою. Цей стиль користується особливою популярністю серед інді-розробників завдяки відносній простоті реалізації та сильному ностальгійному фактору (рис. 2.12).



Рисунок 2.12 – Піксельна графіка на прикладі гри «Stardew Valley»

2.4.2 Обґрунтування вибору стилістики

Вибір стилістики є критичним рішенням у розробці відеоігор, що впливає на естетичне сприйняття, технічні вимоги та цільову аудиторію.

Для проєкту «Лісове відлуння» стилізований реалізм є оптимальним рішенням. Він забезпечує баланс між автентичністю та художньою виразністю персонажів і створює глибокий емоційний зв'язок з гравцем. Цей стиль представляє ідеальний компроміс між візуальною деталізацією та оптимізацією продуктивності. Характерні риси стилізованого реалізму дозволяють передавати емоції та характер персонажів без надмірної деталізації, що важливо для проєктів з обмеженим бюджетом.

Стилізований реалізм, як напрямок в 3D-графіці, поєднує реалістичні пропорції та анатомію з художніми перебільшеннями та спрощеннями. Цей підхід створює унікальну естетику, яка зберігає впізнаваність реального

світу, одночасно додаючи йому мальовничості та виразності. У контексті 3D-моделювання для гри «Лісове відлуння» стилізований реалізм дозволяє створити переконливий світ, що одночасно виглядає достовірно і казково. Для цього необхідно приділяти особливу увагу балансу між анатомічно правильними пропорціями та художніми акцентами, щоб персонажі виглядали одночасно реалістично і виразно.

Головні герої гри «Лісове відлуння» – дві сестри, які органічно вписуються в концепцію проєкту, що спирається на українську міфологію та фольклорні традиції. Вибір саме двох персонажів обумовлений кількома важливими міркуваннями.

По-перше, з точки зору наративу, взаємини між сестрами створюють емоційну основу для сюжету. Мотив пошуку зниклого родича є архетипним для багатьох культур, і дозволяє природно інтегрувати гравця в ігровий світ через зрозумілі людські цінності – турботу про близьких та родинні зв'язки.

По-друге, з погляду геймдизайну, наявність двох сестер із різним віком і характерами забезпечує ігровий контраст: старша сестра, якою керує гравець, представляє мудрість, відповідальність і рішучість, тоді як молодша уособлює безтурботність, цікавість і безпосередність, що часто призводить до пригод або проблем. Така динаміка є ефективним драматургічним інструментом, що рухає сюжет уперед і мотивує дослідження ігрового світу.

Персонажі гри «Лісове відлуння» походять із світу, що поєднує реалії української сільської місцевості з елементами фольклорної фантастики. Їхній дизайн відображає цей дуалізм: традиційний одяг з елементами українських народних костюмів адаптовано для активного руху в лісовому середовищі.

Технічна реалізація стилізованого реалізму в 3D-моделюванні вимагає збалансованого підходу до деталізації. Топологія моделей зберігає анатомічно правильні пропорції, але з дещо підкресленими рисами обличчя для виразності. Використовується середньополігональна сітка з особливою увагою до деталізації в ключових зонах, таких як обличчя та руки, що забезпечує якісну анімацію. У Blender для досягнення необхідного балансу

між реалізмом та стилізацією застосовуються інструменти скульптингу, такі як Clay Strips для основної анатомії та Smooth для пом'якшення різких переходів. Текстури створюються з акцентом на натуральність матеріалів, але з підкресленими кольорами та контрастами.

Колірна палітра персонажів і середовища відіграє вирішальну роль у створенні атмосфери [27]. Персонажі, старша та молодша сестри, мають одяг із кольорами, що відображають їхні характери та гармонійно вписуються в природне середовище: насичені природні відтінки для старшої сестри символізують її зрілість і зв'язок із лісом, а більш яскраві, але все ще природні кольори – для молодшої, підкреслюючи її життєрадісність.

3 ВИБІР ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ (ПРОГРАМНИХ І ТЕХНІЧНИХ) ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ

3.1 Огляд програмного забезпечення для 3D-моделювання

Для реалізації завдання створення 3D-моделей персонажів для гри «Лісове відлуння» було проведено аналіз доступного програмного забезпечення для 3D-моделювання. Сучасний ринок пропонує широкий спектр програмних засобів, кожен з яких має свої переваги та недоліки.

Blender – це професійний пакет для 3D-моделювання з відкритим кодом, який пропонує повний набір функцій для створення тривимірних моделей, анімації, рендерингу та постобробки. Ключовою перевагою Blender є його універсальність – програма поєднує інструменти для всіх етапів створення 3D-контенту: від моделювання та скульптингу до ріггінгу, анімації, текстурування та рендерингу.

При роботі над проектом особливо цінними виявились такі функціональні можливості Blender:

- підтримка неруйнівного робочого процесу моделювання з використанням модифікаторів;
- потужний інструментарій для скульптингу з динамічною топологією;
- аддон Rigify для ефективного ріггінгу персонажів;
- зручні інструменти для UV-розгортки та текстурування;
- анімаційні інструменти з підтримкою ключових кадрів та нелінійного редагування;
- рушій рендерингу Eevee для швидкої візуалізації в реальному часі.

Для повного аналізу розглянемо також інші популярні програми для 3D-моделювання:

Autodesk Maya [28] – це професійне програмне забезпечення для 3D-анімації, моделювання, рендерингу та композитингу. Maya широко

використовується в кіноіндустрії та при створенні AAA-ігор. Програма має інструменти для створення складних анімацій та симуляцій. Серед основних переваг – передовий інструментарій для анімації персонажів, відмінні можливості для симуляції фізичних процесів (рідини, тканини, волосся) та глибока інтеграція з іншими продуктами Autodesk. Недоліками є висока вартість ліцензії та складний інтерфейс, що вимагає тривалого навчання.

Autodesk 3ds Max – програмне забезпечення для 3D-моделювання, анімації та рендерингу, особливо популярне в архітектурній візуалізації та геймдеві. 3ds Max пропонує широкий спектр інструментів для полігонального та NURBS-моделювання, складних текстур та ефектів. Програма має розвинену екосистему плагінів та скриптів. Як і Maya, має високу вартість ліцензії та вимагає значних обчислювальних ресурсів.

ZBrush – спеціалізоване програмне забезпечення, орієнтоване на цифровий скульптинг та текстурування високодеталізованих моделей. ZBrush використовується переважно для створення органічних моделей з високим рівнем деталізації. Програма має унікальний підхід до роботи з 3D-об'єктами через технологію Pixol, що поєднує інформацію про глибину, колір, матеріал та освітлення в одному елементі. ZBrush має найкращі в індустрії можливості для скульптингу, але менш розвинений функціонал для анімації та ригінгу.

Cinema 4D – професійне програмне забезпечення для 3D-моделювання, відоме своєю зручністю використання та відносно пологою кривою навчання. Cinema 4D особливо популярна серед моушн-дизайнерів завдяки тісній інтеграції з Adobe After Effects. Програма має модульну структуру, що дозволяє користувачам купувати тільки необхідні компоненти. Інтерфейс Cinema 4D вважається одним із найбільш інтуїтивних серед професійних 3D-програм, що робить її привабливою для новачків.

В табл. 3.1 наведено порівняння розглянутого програмного забезпечення.

Таблиця 3.1 – Порівняння програмного забезпечення для 3D-моделювання

Критерій порівняння	Blender	Autodesk Maya	Autodesk 3ds Max	ZBrush	Cinema 4D
Вартість	Безкоштовний	\$2010/рік	\$2010/рік	\$442	\$970/рік
Складність освоєння	Середня	Висока	Висока	Висока	Низька
Моделювання	Універсальне	Висока якість	Архітектура	Обмежене	Процедурне
Скульптинг	Хороший	Базовий	Базовий	Найкращий	Середній
Рігінг	Аддон Rigify	Професійний	Стандартний	Слабкий	Простий
Анімація	Гнучка	Високоякісна	Стандартна	Обмежена	Інтуїтивна
Рендеринг	Eevee + Cycles	Arnold	V-Ray/Corona	Preview	Redshift
Сумісність з іграми	Висока	Середня	Висока	Низька	Середня
Спеціалізація	Інді-проекти	Кіно, AAA-ігри	Архітектура	Дизайн персонажів	Моушн-графіка

Наведена таблиця наочно демонструє переваги Blender для реалізації проекту розробки 3D-персонажів для гри «Лісове відлуння», особливо враховуючи баланс між функціональністю, доступністю та сумісністю з ігровими рушіями.

Blender демонструє збалансовані показники за всіма ключовими критеріями, необхідними для розробки 3D-персонажів для гри [22]. При цьому безкоштовний та відкритий характер програми робить її особливо привабливою для інді-проектів. Хоча такі програми як Maya та 3ds Max пропонують дещо більш професійний інструментарій, їх висока вартість та крутіша крива навчання виявляються невиправданими для проекту даного масштабу.

Значною перевагою Blender також є постійне оновлення функціоналу та активна спільнота користувачів, що забезпечує доступ до численних навчальних матеріалів, плагінів та додаткових інструментів.

Також варто відзначити, що Blender надає гнучкі можливості для експорту моделей у форматах, сумісних з більшістю сучасних ігрових рушіїв, таких як Unity та Unreal Engine, що спрощує інтеграцію створених персонажів у кінцевий продукт.

Таким чином, вибір Blender як основного інструменту для розробки 3D-персонажів для гри «Лісове відлуння» є обґрунтованим та оптимальним рішенням, що забезпечує необхідний баланс між функціональністю, ефективністю та доступністю.

3.2 Порівняння рушіїв рендерингу Eevee та Cycles

Важливим компонентом процесу створення 3D-моделей та анімації є вибір відповідного рушія рендерингу. Для розробки персонажів гри «Лісове відлуння» було проведено порівняльний аналіз двох основних рендерерів, доступних у Blender: Eevee та Cycles. Кожен з них має свої унікальні характеристики, переваги та недоліки, що впливають на робочий процес та кінцевий результат.

Eevee (Extra Easy Virtual Environment Engine) – це рушій рендерингу в реальному часі, який був інтегрований у Blender. Він використовує графічний процесор (GPU) для швидкого обчислення зображень з використанням растеризації замість технології трасування променів [21].

Eevee відзначається надзвичайною швидкістю рендерингу, здатний генерувати зображення в реальному часі або близько до цього, що дозволяє бачити результати практично миттєво. Завдяки цій швидкості забезпечується висока інтерактивність процесу, можливе миттєве налаштування матеріалів, освітлення та інших параметрів із негайним відображенням змін. Рушій характеризується низьким споживанням ресурсів порівняно з Cycles, що дозволяє працювати на менш потужних комп'ютерах, а також відмінно підходить для стилізованої графіки, відповідаючи обраному для гри «Лісове відлуння» стилю стилізованого реалізму. Важливою перевагою є також

хороша інтеграція з ігровими рушіями, оскільки EEVEE використовує техніки, подібні до тих, що застосовуються в ігрових рушіях, результати рендерингу ближчі до того, як модель виглядатиме в грі.

Однак EEVEE має певні обмеження. Рушій не може досягти такого рівня фізичної точності та фотореалізму, як рушії трасування променів. Обробка прозорих матеріалів, відображень та заломлень менш точна і потребує додаткових налаштувань. Також існують обмеження в симуляції розсіювання світла – такі ефекти, як підповерхневе розсіювання та каустика, або недоступні, або реалізовані через спрощені алгоритми.

Cycles – це фізично коректний рушій рендерингу на основі трасування променів (path tracing), який забезпечує високу якість зображення з реалістичним освітленням.

Основною перевагою Cycles є фізична точність – рушій симулює поведінку світла на основі фізичних законів, забезпечуючи високий рівень реалізму. Завдяки цьому досягаються якісні відображення та заломлення, рушій чудово обробляє складні оптичні ефекти, такі як відображення, заломлення, дисперсія. Cycles має відмінну підтримку підповерхневого розсіювання світла, що важливо для матеріалів, таких як шкіра або віск, а також забезпечує природне розрахування непрямого освітлення та кольорового перенесення між об'єктами. Додатковою перевагою є розширені можливості для використання та рендерингу процедурних текстур.

Водночас Cycles має значні недоліки з точки зору продуктивності. Для розрахунку одного кадру може знадобитися значно більше часу порівняно з EEVEE. Рушій висуває високі вимоги до апаратного забезпечення – для ефективної роботи потрібні потужні GPU або CPU. Характерною проблемою є шум при рендерингу – для його усунення потрібно збільшувати кількість семплів, що додатково збільшує час рендерингу. Через тривалий час обробки зображення рушій менш зручний для інтерактивного налаштування матеріалів та освітлення.

На рисунку 3.1 представлено порівняння результатів рендерингу однієї моделі в Eevee та Cycles.



Рисунок 3.1 – Порівняння Eevee та Cycles

Як видно з рисунка, Cycles забезпечує більш реалістичне освітлення та м'які тіні, тоді як Eevee дає більш контрастний, стилізований результат, який краще відповідає візуальній естетиці гри «Лісове відлуння» (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Порівняння рушіїв рендерингу Eevee та Cycles

Характеристика	Eevee	Cycles
Технологія	Растрезація в реальному часі	Трасування променів (path tracing)
Швидкість рендерингу	Дуже висока (секунди на 1 кадр)	Низька (хвилини на 1 кадр)
Реалістичність	Стилізований реалізм	Фотореалістична якість
Освітлення	Контрастне, стилізоване	Фізично коректне, м'яке
Вимоги до ресурсів	Помірні	Високі
Шум	Відсутній	Потребує збільшення семплів для усунення
Інтерактивність	Висока, миттєвий відгук	Низька через тривалий час розрахунків

Як видно з порівняльної таблиці, Eevee має вирішальні переваги для розробки 3D-персонажів гри «Лісове відлуння» у стилі стилізованого реалізму: значно вища швидкість рендерингу, достатня візуальна якість для обраної стилістики та кращі можливості для інтерактивної роботи. Хоча Cycles забезпечує вищу фізичну точність та реалістичність, ці переваги не є критичними для даного проєкту, натомість висока продуктивність Eevee дозволяє ефективніше працювати над створенням та анімацією персонажів.

Таким чином, вибір Eevee як основного рушія рендерингу для проєкту дозволив досягти оптимального балансу між візуальною якістю, відповідністю стилістиці гри та ефективністю робочого процесу.

4 ОПИС ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ

4.1 Визначення цілей та задач

Метою розробки 3D-персонажів для комп'ютерної гри «Лісове відлуння» є створення візуально привабливих, технічно оптимізованих моделей, які органічно впишуться в концепцію гри, основаної на українській міфології. Проект передбачає розробку двох головних персонажів – старшої та молодшої сестер, які стануть центральними фігурами ігрового наративу та сприятимуть емоційному залученню гравців до ігрового процесу.

Серед цілей розробки можна виділити: інтеграцію елементів української традиційної культури в дизайн персонажів, досягнення балансу між візуальною якістю та технічною оптимізацією моделей, забезпечення гнучкості моделей для анімації та створення унікального стилю, що відповідатиме загальній естетиці гри. Особлива увага приділяється деталізації, яка має бути достатньою для передачі характеру персонажів та культурного контексту, але водночас не перевантажувати технічні ресурси.

Розробка передбачає поетапне виконання завдань від створення концепт-артів до фінальної анімації, з урахуванням усіх технічних аспектів 3D-моделювання, текстурування та ригінгу. Результатом має стати повноцінний комплект 3D-персонажів, готових до інтеграції в ігрове середовище, які підкреслюватимуть унікальність проєкту «Лісове відлуння» та сприятимуть популяризації української культурної спадщини в сучасному цифровому форматі.

4.2 Сюжет гри для якої розробляється 3D-персонажі

Комп'ютерна гра «Лісове відлуння» представляє собою інді-проект у жанрі пригод з елементами головоломок та дослідженні середовища. Дії гри

розгортаються в загадковому лісі, сповненому таємниць, де головна героїня вирушає на пошуки своєї молодшої сестри [11].

За сюжетом гри, головна героїня – старша сестра, граючи зі своєю сестрою потрапляє до загадкового лісу. Чим глибше в хащі заходила старша сестра, тим менше вона бачила свою молодшу сестру, поки остаточно її не загубила.

Під час її пошуків, старша сестра взаємодіє з міфічними істотами, які допомагають але ї перешкоджають у пошуку молодшої сестри. Важливою особливістю гри є її освітня місія – знайомство гравців із багатим світом української міфології. Взаємодіючи з різноманітними істотами впродовж гри, гравець дізнається про їхнє походження, легенди, вірування та роль в українському фольклорі. Це відбувається через діалоги, знаходження старовинних записів та виконання завдань, які дають істоти.

У лісі мешкають різні представники української міфології: мавки, що заманюють подорожніх у хащі, водяники, які володіють таємницями водойм, лісовики, що оберігають тварин і дерева, русалки, домовики, чугайстри, злидні, та інші істоти. Кожна з них має унікальний характер, історію та здібності, які відображають багатство українських народних вірувань.

У процесі гри старша сестра не лише шукає молодшу, але й розкриває таємниці лісу та допомагає його мешканцям, дізнаючись більше про український фольклор та міфологію. Гравець разом з головною героїнею занурюється у багатий світ українських народних легенд, досліджує загадковий ліс та вирішує головоломки, пов'язані з українською міфологією.

Створена для демонстрації анімація відображає ключовий момент із вступної частини гри, що передує основним подіям сюжету. Сцена, де сестри відпочивають на лавці в лісі, візуалізує спокійну атмосферу, що передує майбутнім пригодам. Раптом молодша сестра помічає щось незвичайне серед дерев – можливо, це одна з міфічних істот, яка згодом заманить її в глибину лісу. Її жест, коли вона підводиться з лавки і вказує в напрямку побаченого, стає переломним моментом, що запускає основний конфлікт гри – зникнення

молодшої сестри та пошуки, що чекають на головну героїню. Ця коротка анімація не лише демонструє технічні можливості створених 3D-моделей, але й передає характери персонажів: допитливість та безпосередність молодшої сестри контрастує зі стриманістю та обережністю старшої. В ігровому процесі цей момент стане останнім спогадом головної героїні про сестру перед її зникненням, мотивуючи гравця на подальші пошуки.

4.3 Етап скетчування (створення нарисів основних персонажів)

Етап скетчування є фундаментальним для створення 3D-моделі персонажів, оскільки саме на цьому і базується загальний вигляд, пропорції, характерні особливості та риси персонажа [12]. Цей процес вимагає особливої уваги до деталей, оскільки будь-які зміни концепції на пізніших етапах потребуватимуть значних зусиль, особливо після початку безпосереднього моделювання.

Процес розпочався з дослідження українського традиційного вбрання та його сучасної інтерпретації. Особлива увага приділялася збереженню автентичних елементів, які при цьому виглядали б функціонально для ігрових персонажів. Такими елементами стали вишиті рукави сорочок з традиційними геометричними мотивами, спрощені варіанти головних уборів, адаптовані під динамічний ігровий процес.

Початкові ескізи (рис. 4.1) створювалися на папері, що дозволило швидко експериментувати з різними силуетами та пропорціями. На цих ескізах визначалися базові елементи дизайну – широкі штани для старшої сестри, характерні головні убори та загальні пропорції фігур, що відображають вікові особливості та характери персонажів.

При розробці персонажів важливим завданням було створення виразних силуетів, які легко розпізнаються навіть у умовах обмеженої видимості лісових локацій.



Рисунок 4.1 – Ескіз на папері

Цей принцип зчитуваності силуету є ключовим у геймдизайні, оскільки дозволяє гравцям миттєво ідентифікувати персонажів навіть на значній відстані або в умовах слабкого освітлення. Після затвердження базових концепцій робота перейшла в цифровий формат, що дозволило точніше деталізувати елементи одягу, експериментувати з кольоровими рішеннями та створювати більш чисті лінії (рис. 4.2). Для цифрового етапу використовувався графічний планшет та програмне забезпечення Adobe Photoshop. На цьому етапі було деталізовано елементи одягу, уточнено силуети та опрацьовано орнаменти вишивки.



Рисунок 4.2 – Ескізи різних кольорових палітр

Особлива увага приділялася вишивці на рукавах, яка не лише служить декоративним елементом, але й несе символічне значення.

На цьому етапі також було визначено кольорову палітру для обох сестер (рис. 4.3). Для старшої обрано більш глибокі та землісті відтінки, що символізують її відповідальність та зв'язок з природою. Для молодшої сестри використано яскравіші кольори, які підкреслюють її безтурботність та оптимізм.



Рисунок 4.3 – Кольорова палітра сестер

Процес вибору кольорової палітри включав також аналіз психологічного впливу кольорів та їх культурного значення в українському фольклорі. Наприклад, відтінки червоного в елементах вишивки традиційно символізують життєву силу та захист від злих духів, що відповідає тематиці гри, пов'язаної з українською міфологією.

Створені концепт-арти не лише визначили візуальний стиль персонажів, але й стали основою для подальшого 3D-моделювання, забезпечивши чітке розуміння всіх аспектів дизайну персонажів та їх гармонійного входження у світ української міфології. Перехід від двовимірних ескізів до тривимірних моделей вимагав детального розуміння того, як елементи дизайну функціонуватимуть у тривимірному просторі, як рухатимуться складки одягу при анімації та як виглядатимуть текстури при різному освітленні. Тому концепт-арти створювалися з урахуванням технічних аспектів 3D-моделювання, що значно спростило наступні етапи роботи.

4.4 Моделювання базових форм. Скульптинг

Після затвердження концепт-артів розпочався етап 3D-моделювання персонажів гри «Лісове відлуння». Цей процес поділявся на два основні підетапи: створення базових форм та деталізація через скульптинг. Такий підхід є стандартним у 3D-індустрії, особливо для органічних моделей, і дозволяє поетапно контролювати процес створення персонажів від загальних форм до дрібних деталей.

Моделювання базових форм виконувалося у програмі Blender з використанням полігонального моделювання [13]. Цей метод було обрано через його гнучкість та ефективність у створенні органічних форм. Полігональне моделювання у Blender дозволяє створювати базову геометрію, яка згодом легко піддається модифікаціям та деталізації. Для обох персонажів, старшої та молодшої сестер, спочатку були створені спрощені моделі з базових примітивів. Куб став основою для тіла, а сфера – для голови. Вибір цих примітивів обумовлений їх простотою та зручністю маніпулювання при створенні людиноподібних фігур. Початкові примітиви проходили процес послідовного перетворення: додавалися додаткові полігони через поділ граней (Subdivide), видалялися непотрібні ділянки, та здійснювався витяг окремих частин для формування кінцівок.

Шляхом екструзії, масштабування та переміщення вершин поступово формувалися загальні обриси фігур (рис. 4.4). Процес екструзії особливо важливий для створення органічних форм, оскільки дозволяє "витягувати" нові грані з існуючої геометрії, зберігаючи цілісність моделі. На цьому етапі активно використовувалися модифікатори Mirror для забезпечення симетрії фігур та Subdivision Surface для згладжування грубої геометрії, що дозволило ефективніше працювати з низькополігональною моделлю, візуалізуючи її згладжений вигляд.



Рисунок 4.4 – Базова модель

Особливостями створення базових моделей для старшої та молодшої сестер стали відмінності у пропорціях відповідно до їхнього віку та характеру. Для старшої сестри використовувалися більш реалістичні пропорції дорослої людини з підкресленими стрункими формами, що візуально передає її рішучість та відповідальність. Для молодшої сестри застосовано злегка стилізовані дитячі пропорції з дещо збільшеною головою відносно тіла (приблизно у співвідношенні 1:5 замість стандартного дорослого 1:7), що надає їй характерної дитячої зовнішності та підкреслює її безпосередність.

Після завершення створення базових форм розпочався етап скульптингу, що дозволяє додати моделям дрібні деталі та конкретні форми [9, 14].

Скульптинг – це процес "цифрового ліплення", де модель модифікується за допомогою спеціальних інструментів, подібних до тих, що використовуються в традиційній скульптурі. Для роботи над персонажами використовувався режим Sculpt Mode у Blender.

В режимі скульптингу Blender були опрацьовані риси обличчя, складки одягу та деталі взуття (рис. 4.5-4.6). Для скульптингу обличчя застосовувалися

різні пензлі, зокрема Grab для формування основних рис, Clay Strips для додавання об'єму щокам та підборіддю, Smooth для згладжування переходів між формами, та Pinch для загострення та виділення окремих деталей, таких як кути губ та повік. Робота з обличчям вимагала особливої уваги до пропорцій та симетрії, оскільки навіть незначні відхилення можуть призвести до неприродного вигляду.

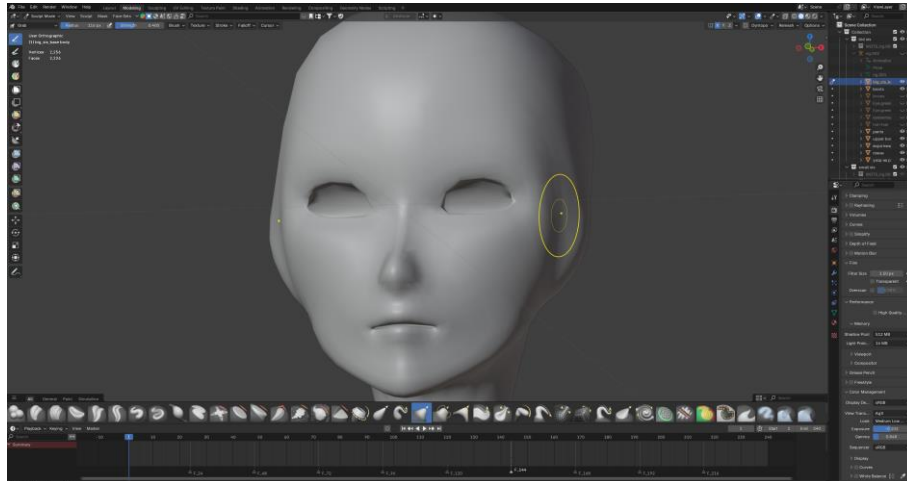


Рисунок 4.5 – Скульптинг обличчя



Рисунок 4.6 – Скульптинг штанів

Окрема увага приділялася очам – важливому елементу виразності персонажів. Для них було створено спеціальну топологію з підвищеною деталізацією навколо повік. Очні яблука моделювалися як окремі об'єкти, які

потім інтегрувалися в основну модель. Це дозволило більш точно контролювати форму та розташування очей, що критично важливо для виразності персонажів.

Для створення реалістичних складок тканини використовувалися спеціалізовані інструменти скульптингу, зокрема пензлі Crease для формування гострих ліній згинів. Особлива увага приділялася елементам української вишивки та орнаментам на одязі, які спочатку створювалися як рельєфні деталі, а пізніше доповнювалися текстурами (рис. 4.7).



Рисунок 4.7 – Скульптинг одягу та волосся

Процес скульптингу одягу включав створення природних складок, які відповідають фізиці тканини та руху персонажа. Для старшої сестри складки на широких штанах формувалися відповідно до драпіровки важкої тканини, з акцентом на природні лінії, що виникають від взаємодії з тілом та під дією гравітації. Для молодшої сестри одяг моделювався з легшими складками.

Іншим елементом скульптингу стало створення волосся для персонажів. Для старшої сестри були сформовані стилізовані пасма з косою, закріпленою позаду, що підкреслює її практичність. Молодша сестра отримала більш коротку зачіску з акцентом на грайливість форм. Волосся створювалися безпосередньо як частина моделі з окремими пасмами.

Завершальним кроком став процес ретопології – створення нової, оптимізованої сітки полігонів. Цей крок критично важливий для підготовки моделей до ригінгу та анімації, оскільки забезпечує ефективне використання обчислювальних ресурсів при збереженні візуальної якості (рис. 4.8).



Рисунок 4.8 – Готові моделі

Результатом етапів моделювання та скульптингу стали дві деталізовані моделі персонажів з оптимізованою топологією, готові до наступних етапів розробки. Створені моделі відповідають концепт-артам, зберігаючи характерні риси та пропорції персонажів, при цьому маючи технічні характеристики, необхідні для ефективної інтеграції в ігровий процес та якісної анімації.

4.5 Ригінг

Для створення анімаційної системи персонажів гри «Лісове відлуння» використовувався аддон Blender – Rigify. Цей інструмент значно спрощує процес ригінгу, надаючи готові шаблони скелетних систем, які можна адаптувати під конкретні моделі [15, 16]. Ригінг є важливим етапом у

розробці 3D-персонажів, оскільки він створює основу для всієї подальшої анімації та забезпечує природність рухів персонажів у середовищі.

Rigify представляє собою спеціалізований набір інструментів, розроблений для автоматизації та стандартизації процесу ригінгу в Blender. Його головною перевагою є можливість швидкого створення комплексних анімаційних систем, що включають як базову скелетну структуру, так і додаткові контролери для тонкого налаштування рухів. Це особливо цінно для інді-проектів, де ефективність використання ресурсів є пріоритетом. Крім того, Rigify пропонує гнучкі налаштування, що дозволяють адаптувати результуючий риг під стилістику проекту та конкретні вимоги до анімації.

Процес ригінгу розпочався з розміщення базового метаріга Rigify відповідно до пропорцій моделі старшої сестри. Метаріг – це спеціальна попередня структура кісток, яка служить шаблоном для генерації фінального ріга. Ця структура складається з кісток, розташованих у ключових точках фігури, таких як суглоби рук і ніг, хребет, шия, плечі та таз. Точне позиціонування цих кісток є важливим для природності рухів. (рис. 4.9).



Рисунок 4.9 – Метаріга Rigify

При налаштуванні метаріга були враховані стилістичні особливості персонажа, зокрема дещо видовжені пропорції, характерні для стилізованого

реалізму. Крім того, метаріг був адаптований під особливості одягу персонажа – широкі штани та вільні рукави. Для обличчя була створена розширена система контролю, що включає кістки для брів, повік, щік, губ та інших лицьових елементів. Ця система дозволяє відтворювати широкий спектр емоцій від базових (радість, смуток, здивування, гнів) до складних комбінованих виразів.

Використовуючи функціонал Rigify, згенеровано комплексну систему керування з ІК (Inverse Kinematics) ланцюгами для кінцівок та додатковими контролерами для тонкого налаштування поз (рис. 4.10). Система ІК є особливо цінною для анімації природних рухів, оскільки дозволяє керувати кінцівками, встановлюючи лише позицію кінцевої точки (наприклад, кисті руки чи стопи), а проміжні суглоби автоматично приймають відповідні положення.



Рисунок 4.10 – Згенерованою рiг з контролерами

Окрім основних ІК-контролерів для рук і ніг, рiгом передбачені додаткові контролери для пальців, шиї, хребта та інших елементів. Для більш складних рухів були налаштовані контролери вищого рівня, такі як точка

центру мас, що впливає на загальну поставу персонажа, та цільові контролери для відстеження поглядом певних об'єктів/

Після створення скелетної системи було проведено процес скінінгу – прив'язки моделі до скелета через вагові карти. Цей етап є важливим, оскільки саме від розподілу ваг залежить те, як поверхня моделі буде деформуватися при русі кісток. Початкове автоматичне призначення ваг, яке генерується Blender, було вручну скориговане в проблемних зонах – суглобах, шії та обличчі для забезпечення природних деформацій (рис. 4.11).

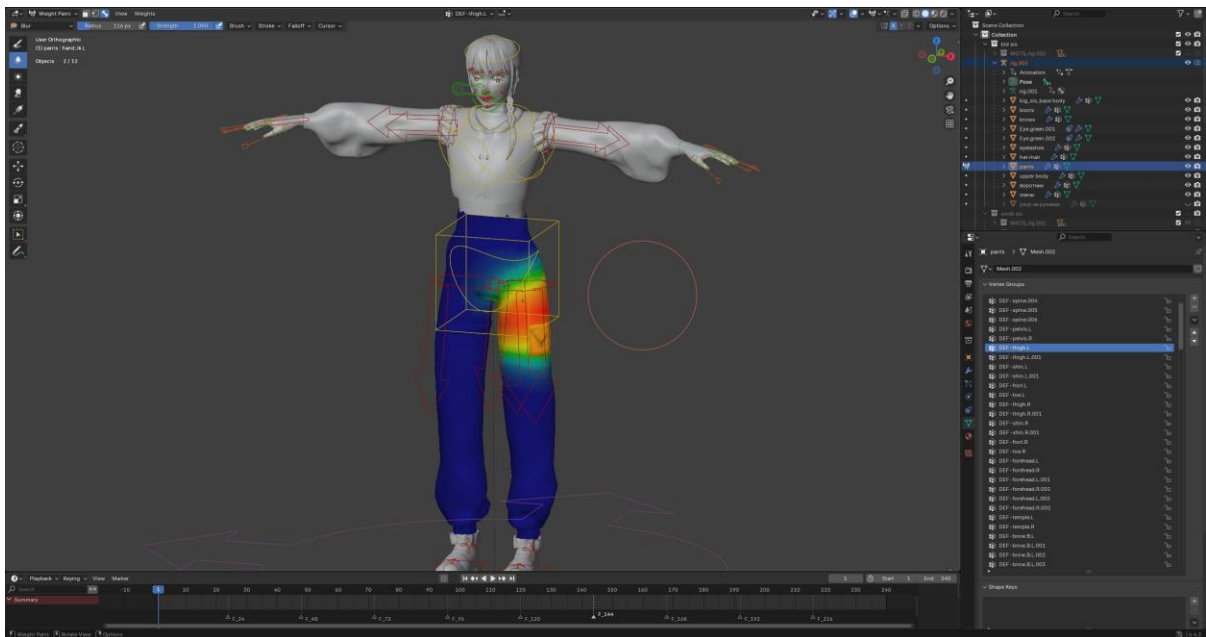


Рисунок 4.11 – Приклад вагової карти для однієї кістки

Особливо детально опрацьовувалися вагові карти в зонах суглобів, де неправильний розподіл впливу кісток може призвести до ефекту "стискання" поверхні моделі при згинанні кінцівок.

Після завершення базового скінінгу проводилося тестування рiга в різних позах для виявлення та виправлення проблем деформації (рис. 4.12). Увага приділялася перевірці екстремальних поз, таких як глибокі присідання, максимальні повороти тулуба та різкі згинання рук. Також тестувалися типові анімаційні цикли, такі як ходьба та біг, для забезпечення їх плавності та природності.



Рисунок 4.12 – Готова 3D-модель персонажа в тестовій позі

Аналогічний процес ригінгу проведено для моделі молодшої сестри, з урахуванням її пропорцій та вікових особливостей. Використання подібної структури рiга для обох персонажів забезпечує узгодженість анімаційного стилю та спрощує процес створення взаємодій між ними. Така стандартизація дозволяє розробляти сцени, де сестри взаємодіють між собою – тримаються за руки, обіймаються, спілкуються – з мінімальними технічними складнощами. Крім того, спільні анімаційні контролери дозволяють аніматору легко переносити рухи між персонажами, адаптуючи їх під індивідуальні особливості кожної сестри.

Результатом етапу ригінгу стали повністю підготовлені до анімації моделі з інтуїтивно зрозумілою системою керування, що дозволяє ефективно створювати рухи та вирази, необхідні для розкриття історії та характерів персонажів у грі. Створені рiги підтримують покадрову анімацію для сюжетних сцен.

4.6 UV-розгортка. Текстурування

Етап UV-розгортки та текстурування є важливою частиною створення візуально привабливих 3D-персонажів для гри «Лісове відлуння». UV-розгортка забезпечує правильне накладання текстур на тривимірну модель, а

якісне текстурування додає персонажам характеру та унікальності [17]. Цей процес можна порівняти з розгортанням тривимірної фігури на площину, подібно до того, як глобус розгортається у пласку карту світу, що дозволяє художнику малювати на двовимірній поверхні, яка потім точно проєктується на 3D-об'єкт. Коректна UV-розгортка є основою для успішного текстурування, оскільки неправильно розгорнута модель може мати такі дефекти, як розтягування текстур, видимі шви або накладання частин текстури одна на одну. Особливо це важливо для складних органічних форм, таких як фігури людей, де неприродні деформації текстури можуть миттєво зруйнувати реалістичність персонажа.

Для більшості елементів моделей базова UV-розгортка, автоматично створена Blender, виявилась достатньо якісною і не потребувала значних корекцій. Blender використовує кілька алгоритмів для генерації UV-координат, включаючи Unwrap (розгортка за визначеними швами), Smart UV Project (автоматичне визначення швів), Cube Projection (проєкція на сторони куба) та інші.

Для ділянок, де спостерігалися деформації або некоректне накладання текстур, застосовувався інструмент Smart Unwrap, який автоматично створює оптимізовану UV-розгортку з мінімальними спотвореннями (рис. 4.13). Цей інструмент особливо корисний для складних поверхонь з нерегулярною топологією, таких як складки одягу або елементи зі складною геометрією. Smart Unwrap працює за принципом мінімізації викривлень при перенесенні 3D-геометрії на 2D-площину, аналізуючи кути між полігонами та намагаючись зберегти їх співвідношення на UV-карті.

Для штанів старшої сестри, які мають відносно просту форму, але важливі з точки зору візуального сприйняття персонажа, була створена окрема UV-карта з рівномірним розподілом полігонів для забезпечення однорідної щільності текстур по всій поверхні. Це дозволило уникнути проблем з розтягуванням текстури тканини, що особливо помітно на одязі з характерним візерунком.

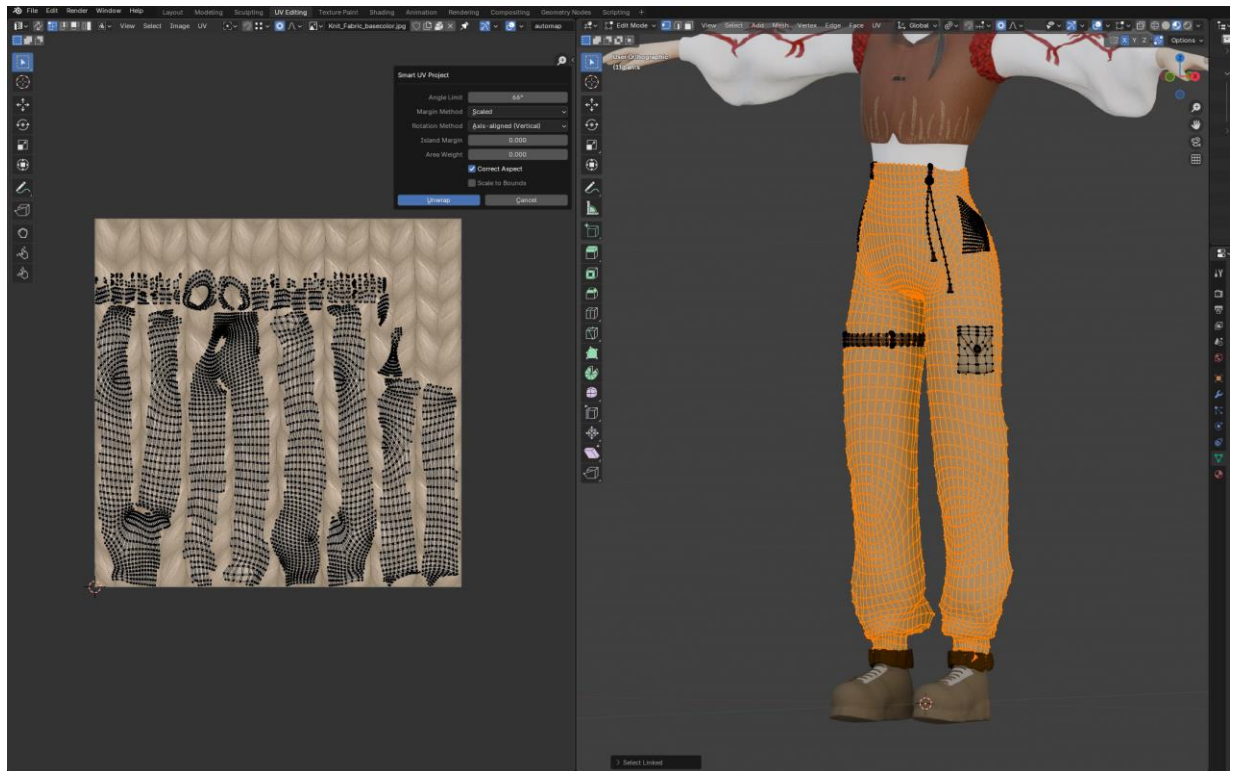


Рисунок 4.13 – UV-розгортка штанів

Кольорова палітра для персонажів розроблена на основі українського традиційного вбрання з урахуванням психологічного значення кольорів. Для створення автентичних українських орнаментів на одязі вивчалися традиційні зразки вишивки різних регіонів України, їх символіка та композиційні особливості.

Текстурування тканин включало створення реалістичної фактури матеріалів – грубого полотна для штанів, більш тонкої тканини для блузи, особливої текстури для елементів жилета. Для кожного типу тканини спочатку створювалася базова текстура з характерною фактурою, яка потім модифікувалася для відповідності конкретним частинам одягу (рис. 4.14).

Для очей створені окремі високодеталізовані текстури, що забезпечують реалістичний вигляд та виразність погляду.

Результатом етапів UV-розгортки та текстурування стали візуально привабливі моделі з детальними текстурами, які ефективно передають особливості української культури та характери персонажів (рис. 4.15).

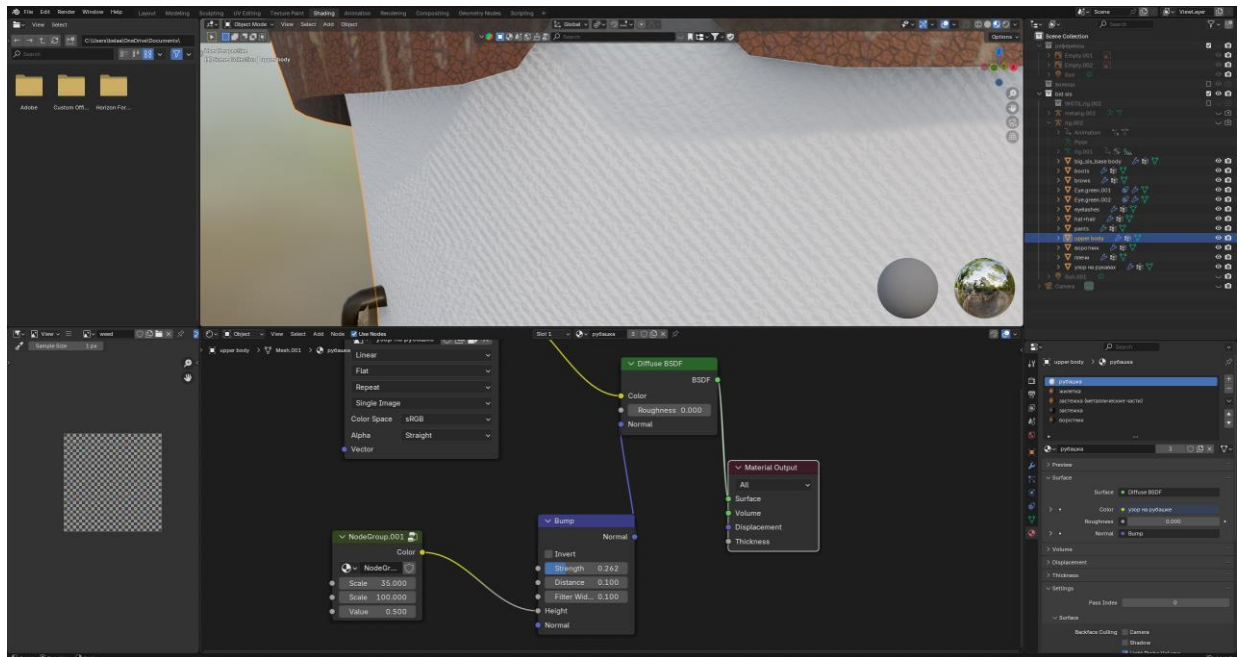


Рисунок 4.14 – Створена текстура для сорочки



Рисунок 4.15 – Фінальний вигляд текстурованих моделей

Завдяки якійсній UV-розгортці та ретельному текстурованню, персонажі отримали виразні індивідуальні риси, що сприяє емоційному зв'язку гравця з героями гри та підсилює загальне враження від віртуального світу «Лісового відлуння».

4.7 Створення анімації

Завершальним етапом розробки 3D-персонажів для гри «Лісове відлуння» стало створення анімації, яка надає моделі руху і життя. Основним методом було обрано скелетну анімацію, яка використовує попередньо створену систему риггінгу для керування рухами персонажів. Цей метод дозволяє ефективно створювати плавні, природні рухи при оптимальному використанні ресурсів.

Addon Rigify, який надає готову систему контролерів для людських персонажів, став основним інструментом для цього процесу. Важливою перевагою Rigify є те, що він забезпечує широкий набір попередньо налаштованих контролерів для різних частин тіла, включаючи обличчя, кінцівки та тулуб. Це значно прискорило процес налаштування анімації, дозволивши зосередитись на творчих аспектах руху персонажів, а не на технічних деталях побудови скелета.

Робота з ключовими кадрами проводилася у кілька етапів, кожен з яких фокусувався на певному аспекті руху персонажів. Початковий етап включав визначення основних поз, після чого відбувалося поступове додавання деталей та нюансів рухів.

Увага приділялася синхронізації рухів між персонажами, оскільки взаємодія між старшою та молодшою сестрами є ключовим елементом гри. Було створено систему взаємозалежних анімацій, де рухи одного персонажа логічно впливають на поведінку іншого, що підвищує реалістичність та емоційну складову сцен.

Відбувалася робота над створенням зовнішнього середовища – лісової локації з лавкою. Основою локації стали заздалегідь змодельовані елементи природного ландшафту: різні дерева, кущі, трава та земля. Для створення атмосферного освітлення використовувалися джерела м'якого розсіяного світла, що імітують сонячні промені, які проникають крізь густе листя дерев, створюючи характерні відблиски та тіні на персонажах і оточенні (рис. 4.16).



Рисунок 4.16 – Створене оточення для анімації

Ключовим елементом локації стала дерев'яна лавка, на якій розташовано персонажів. Для текстурування використано текстури дерева з ручною доробкою для підкреслення вікових особливостей та слідів використання.

Наступним етапом стало створення початкової пози персонажів на лавці, яка слугуватиме відправною точкою анімації. Цей процес включав налаштування положення контролерів тазу та ніг для позиції сидіння, розташування контролерів хребта для створення природної постави. Важливим було правильно позиціонувати руки та кисті у розслабленому положенні, а також налаштувати положення голови та шиї. Особливо важливим було точне позиціонування персонажів відносно лавки для запобігання проникненню геометрії (рис. 4.17).

При налаштуванні початкової пози враховувалися анатомічні особливості людського тіла, щоб забезпечити реалістичне розподілення ваги та природне положення суглобів. Для цього використовувалися референси реальних людей у положенні сидячи.



Рисунок 4.17 – Початкова поза персонажів

Спочатку було встановлено основні ключові кадри (keyframes) з великими інтервалами, приблизно кожні 30-40 кадрів, що визначали основні рухи. Для старшої та молодшої сестри було створено дещо різні пози, які підкреслювали їхній характер: старша сестра сиділа більш розкуто, молодша – з більш зігнутою спиною та зібганими ногами. Такий підхід допоміг візуально передати різницю у віці та характерах персонажів.

Анімування відбувалося поетапно. Спочатку були визначені основні, ключові пози персонажів з великими інтервалами на часовій шкалі. Такий підхід дозволив сформувавши загальну структуру руху та забезпечити плавність основних переходів. На цьому етапі були встановлені ключові кадри для базових положень тіла, голови та кінцівок.

Для встановлення ключових кадрів використовувався принцип вибору необхідних контролерів та фіксування їх стану комбінацією клавіш "I" з вибором відповідних параметрів. Параметр LocRotScale застосовувався для фіксації положення, обертання та масштабу. Location використовувався лише для положення у просторі, а Rotation – тільки для поворотів.

Особлива увага приділялася синхронізації рухів між різними частинами тіла для забезпечення природності загальної анімації. Наприклад, при повороті голови відповідні корективи вносились у положення плечей та

верхньої частини спини, щоб уникнути неприродних деформацій шиї. Аналогічно, при анімації рухів рук координувалися рухи плечового поясу, ліктів та кистей.

Для досягнення більш реалістичної анімації було використано принцип "від загального до конкретного" – спочатку анімувалися великі частини тіла (тулуб, кінцівки), а потім додавалися дрібніші деталі (пальці, міміка обличчя, дрібні рухи для імітації дихання). Цей метод дозволив створити органічну основу руху, на яку згодом накладалися деталі, що збагачують анімацію.

Після встановлення основних ключових кадрів було додано проміжні кадри для досягнення більшої плавності та природності рухів. Зокрема, додаткові ключові кадри встановлювалися для згладжування поворотів голови та шиї, створення природної траєкторії руху рук при жестикуляції, а також відтворення мікрорухів тіла для імітації дихання та природних коливань.

Для надання більшої виразності персонажам було створено анімацію міміки обличчя. Використовуючи систему кісток були анімовані такі елементи як моргання, рухи брів, губ та щік. Це дозволило передати емоційний стан героїв без використання діалогів, що особливо важливо для атмосферної гри, де візуальна складова відіграє ключову роль у розкритті сюжету (рис. 4.18).



Рисунок 4.18 – Проміжний кадр з анімації

4.8 Рендер відео

Завершальним етапом проекту після створення анімації персонажів стало налаштування та виконання рендеру фінального відео. Для рендерингу було обрано рушій Eevee, який дозволяє досягти високої якості візуалізації при значно менших затратах обчислювальних ресурсів у порівнянні з циклічним рендерингом, що особливо важливо при роботі з анімацією.

Для забезпечення оптимальної якості вихідного матеріалу було налаштовано параметри роздільної здатності та частоти кадрів. Роздільна здатність була встановлена на 2048×1080 пікселів з масштабом 200% для забезпечення високої деталізації. Співвідношення сторін (Aspect) зафіксовано на значенні 1.000 для обох осей, що гарантує відсутність спотворень пропорцій при відтворенні. Частота кадрів (Frame Rate) була встановлена на 24 кадри на секунду, що відповідає кінематографічному стандарту та забезпечує плавність руху при оптимальному розмірі вихідного файлу. Діапазон кадрів (Frame Range) був визначений від 1 до 240 із кроком 1, що забезпечує 10-секундну анімацію (рис. 4.19).

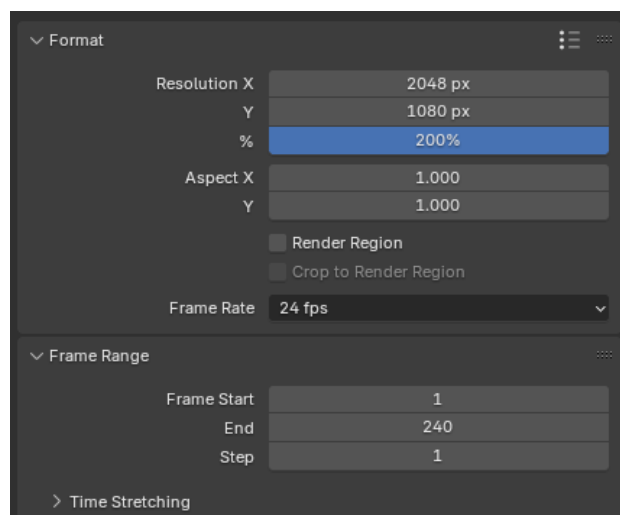


Рисунок 4.19 –Налаштування роздільної здатності рендеру та кількість кадрів

Високе значення масштабу (200%) було обрано для створення запасу по якості, що дозволяє в подальшому масштабувати та кадрувати відео без

втрати деталізації. Це надає додаткову гнучкість при підготовці фінального матеріалу для різних платформ та носіїв. Також було налаштовано регіон рендеру для точного визначення області, що буде відображатися у фінальному відео.

Для досягнення оптимального балансу між якістю візуалізації та швидкістю рендерингу в рушії Eevee було використано спеціалізовані налаштування. Семплінг у вікні перегляду (Viewport Samples) був встановлений на 16 з увімкненою функцією Temporal Reprojection для згладжування зображення та зменшення шуму при анімації. Семплінг для кінцевого рендеру (Render Samples) був збільшений до 64, що забезпечує достатню якість без надмірних витрат ресурсів.

Функція тіней (Shadows) була активована з розширеними налаштуваннями для реалістичного відтворення тіней від лісових об'єктів. Це особливо важливо для передачі атмосфери містичного лісу, де гра світла і тіні відіграє ключову роль. Розмір фільтра (Filter Size) був встановлений на 1.50 пікселів для оптимального згладжування країв об'єктів, а параметр Overscan був налаштований на 3.00% для уникнення можливих артефактів на краях кадру.

Для забезпечення якісної візуалізації тіней було виділено 512 МБ під пул тіней (Shadow Pool), а для об'ємних світлових зондів (Light Probes Volume Pool) було зарезервовано 16 МБ. Такі значення дозволили досягти балансу між якістю візуалізації та навантаженням на системні ресурси.

Функція Temporal Reprojection відіграла важливу роль у забезпеченні плавності анімації, особливо при русі камери та персонажів. Це дозволило зменшити ефект мерехтіння, який часто виникає при рендерингу анімації в режимі реального часу. Завдяки цьому параметру перехідні стани між ключовими кадрами відтворюються більш плавно та природно.

Для забезпечення правильного відтворення кольорів та збереження атмосфери лісового середовища були застосовані спеціалізовані налаштування управління кольором. Колірний режим був встановлений на

RGB для збереження всього спектру кольорів, а управління кольором налаштовано на режим Follow Scene для збереження художнього задуму. Як пристрій відображення (Display Device) було обрано стандартний колірний простір sRGB.

Параметр вигляду (View Transform) був встановлений на AgX для кінематографічного відтворення кольорів, а стиль вигляду (Look) налаштований на Medium Low Contrast для більш природного відтворення лісових сцен. Експозиція (Exposure) була злегка знижена до -0.102 для незначного затемнення надто яскравих ділянок, а гамма (Gamma) встановлена на 0.848 для досягнення більш насичених відтінків (рис. 4.20-4.21).

Для збереження готового відео були налаштовані відповідні параметри. Як формат файлу було обрано FFmpeg Video для забезпечення сумісності з більшістю відеоредакторів. В якості контейнера використовувався Matroska як універсальний формат з хорошим співвідношенням якості та розміру файлу. Відеокодек був встановлений на MPEG-4 (divx) з налаштуванням високої якості виводу (High Quality). Ці налаштування забезпечують оптимальну якість зображення при збереженні керованого розміру файлу (рис. 4.22).

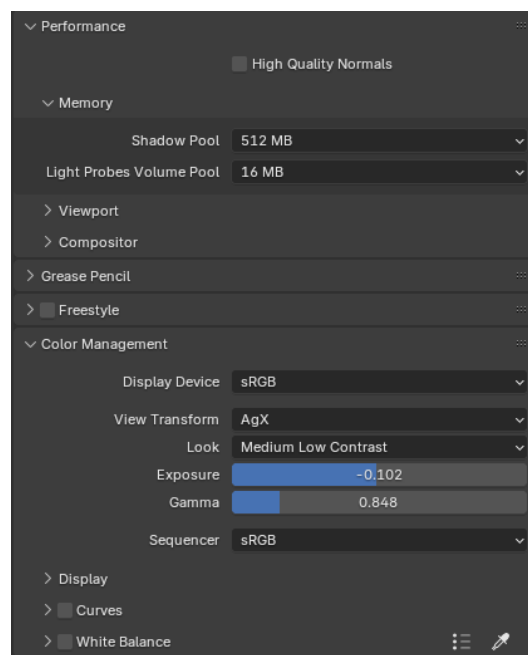


Рисунок 4.20 – Налаштування кольору та контрасту сцени



Рисунок 4.21 – Сцена з налаштованим контрастом та експозицією

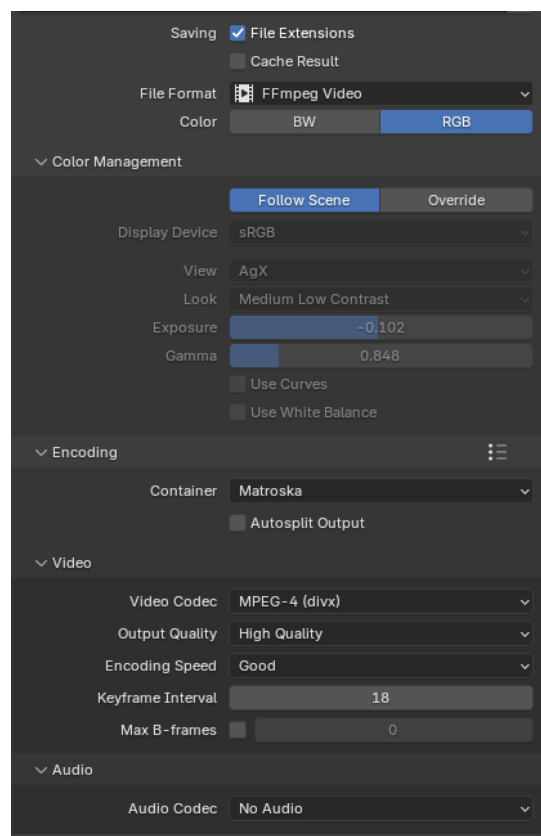


Рисунок 4.22 – Налаштування типу рендеру та якості

Процес рендерингу анімації розпочався з підготовчого етапу, під час якого було проведено фінальну перевірку всіх елементів сцени, включаючи положення камери, налаштування освітлення, матеріали та текстури.

Особлива увага приділялася виявленню та усуненню потенційних проблем, які могли б негативно вплинути на візуальну якість або призвести до помилок під час рендерингу.

Перед початком повного рендерингу було виконано тестові рендери окремих кадрів анімації. Були вибрані ключові кадри, які містять найбільш складні елементи: взаємодію світла з поверхнями, накладання тіней, відображення текстур. Цей етап дозволив виявити та виправити проблеми з освітленням, матеріалами та загальним балансом сцени. Також було проведено оптимізацію налаштувань рендерингу для досягнення найкращого співвідношення між якістю та часом обробки.

Для підвищення ефективності рендерингу була проведена оптимізація сцени, що включала видалення невидимих об'єктів та спрощення геометрії об'єктів, які знаходяться на задньому плані та не потребують високої деталізації.

Після завершення рендерингу кожен кадр був збережений як окреме зображення, а також автоматично скомпонований у відеофайл згідно з налаштуваннями FFmpeg. Це дозволило отримати як фінальне відео, так і набір окремих кадрів, які можуть бути використані для подальшої обробки або створення рекламних матеріалів.

Фінальним етапом стала перевірка якості отриманого відео, яка включала оцінку плавності анімації, послідовності освітлення, якості тіней та загальної атмосфери. Особлива увага приділялася переходам між ключовими кадрами анімації, щоб переконатися у відсутності різких стрибків або артефактів. Отримане відео успішно передає атмосферу містичного лісу та характер персонажів, що повністю відповідає концепції гри «Лісове відлуння».

Використання рушія Eevee для рендерингу дозволило значно скоротити час обробки у порівнянні з традиційним циклічним рендерингом, зберігаючи при цьому високу якість візуалізації. Це особливо важливо при роботі з анімацією, де необхідно візуалізувати сотні окремих кадрів. Отримані результати підтверджують ефективність обраного підходу та

демонструють високу якість візуалізації, яка відповідає сучасним стандартам інді-ігор (рис. 4.23).



Рисунок 4.23 – Один з останніх кадрів анімації, вид з камери

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У результаті виконання кваліфікаційної роботи розроблено 3D-персонажів для комп'ютерної гри «Лісове відлуння». Створення якісних 3D-моделей є важливим етапом у розробці сучасної комп'ютерної гри і безпосередньо впливає на сприйняття продукту гравцями. Економічна ефективність проєкту розраховується перед початком розробки персонажів, у результаті чого можливо спрогнозувати доцільність впровадження даних моделей у гру.

Спочатку розраховується собівартість розробки, потім визначається ціна. Розглянемо переваги розроблених 3D-персонажів. Створені моделі мають оптимізовану полігональну сітку й можуть бути розроблені доступними програмними засобами (Blender), що дозволяє заощадити витрати на ліцензійне програмне забезпечення та навчання спеціалістів. Персонажі мають універсальну систему анімації, що усуває необхідність витрачати додаткові часові та грошові ресурси на створення окремих скелетів для різних типів рухів.

Розглянемо конкурентне середовище відповідно до тематики проєктованих 3D-персонажів. Створені персонажі мають перевагу перед конкурентами з наступних причин:

- персонажі виконані з урахуванням українського культурного контексту, що покращує сприйняття гри на внутрішньому ринку та забезпечує унікальність продукту;
- моделі оптимізовані для використання в ігрових рушіях без необхідності додаткової доробки;
- персонажі виконані у привабливому стилі з високою якістю текстур та деталізацією.

Розглянемо джерела економії, доходу, джерела фінансування. Для розробника джерелом доходу є створення, анімація й персональне

вдосконалення даних 3D-моделей. Витрати розробника містять у собі витрати на обладнання та час на створення моделей. Джерелом фінансування є власні кошти розробника.

Для ігрової студії-замовника джерелом економії виступає використання готових високоякісних моделей замість найму спеціалізованих 3D-художників, що в значній мірі скорочує бюджет проекту. Витрати студії складаються з одноразових витрат на придбання моделей та, за необхідності, їх адаптації під конкретний ігровий рушій.

Розглянемо порядок проєктування 3D-персонажів. У загальному випадку розробка моделей персонажів містить у собі наступні етапи:

- початковий етап, на якому формулюються основні вимоги до персонажів, описуються їх характеристики й розробляються концепт-арти;
- етап моделювання базової форми, де створюється низькополігональна основа моделі, визначається загальна структура, пропорції та базова топологія;
- етап скульптингу, у ході виконання якого відбувається деталізація моделі, створення дрібних елементів та фактур;
- етап ретопології та оптимізації моделі, який є одним з найбільш трудомістких – необхідно створити оптимальну полігональну сітку для ефективного використання в ігровому рушії;
- етап створення UV-розгортки та текстурювання, на якому створюються текстурні карти для надання моделі кольору, фактури та деталей;
- етап ригінгу, коли для моделі створюється система кісток та налаштовується їх вплив на геометрію персонажа;
- етап анімації, на якому розробляються базові рухи персонажа.

Здійснимо розрахунок собівартості і ціни розробки 3D-персонажів. У собівартість розробки входять наступні статті витрат: основна заробітна плата, єдиний соціальний внесок, інші витрати.

Розробкою 3D-персонажів займається одна людина на позиціях: художник, 3D-моделлер та аніматор. Зарплати фахівців становлять: художник – 165,00 грн/год, 3D-моделлер – 155,00 грн/год, 3D-аніматор – 170,00 грн/год. Тривалість робочого дня – 8 годин. Два персонажі з анімаціями розроблялися 10 днів. Розрахунок основної заробітної плати наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1– Розрахунок витрат на заробітну плату

Етап	Вид робіт	Виконавець		Годинна ставка, грн	Тривалість виконання, дні	Заробітна плата, грн
		к-ть, ос.	посада			
1	2	3	4	5	6	7
1. Початковий	Розробка концепт-арту	1	художник	165,00	2	2640,00
2. Моделювання	Створення загальної структури, базової топології	1	3D-моделлер	155,00	1,5	1860,00
3. Скульптинг	Деталізація моделей, створення дрібних елементів	1	3D-моделлер	155,00	1,5	1860,00
4. Ретопологія	Оптимізація полігонів	1	3D-моделлер	155,00	0,5	620,00
5. UV-розгортка та текстурування	Надання моделям кольору та фактури	1	3D-моделлер	155,00	0,5	620,00
6. Рігінг	Створення системи кісток	1	3D-моделлер	155,00	1	1240,00
7. Анімація	Анімація рухів персонажів	1	3D-аніматор	170,00	3	4080,00
Усього					10	12920,00

Ставка єдиного соціального внеску становить 22% від величини основної і додаткової заробітної плати:

$$12920 \times 0,22 = 2842,40 \text{ грн.}$$

До інших витрат відносяться витрати на обслуговування комп'ютерної техніки, що використовується виконавцем проекту і плату за електроенергію.

Витрати на електроенергію розраховуються виходячи зі споживаної потужності пристрою і тарифу на електроенергію. У даному випадку передбачається використання одного комп'ютера з потужністю 0,7 кВт/год. Вартість 1 кВт/год електроенергії прийнято у розмірі 4,32 грн. Час використання електроенергії в процесі розробки:

$$8 \times 10 = 80 \text{ год.}$$

Отже плата за електроенергію складе:

$$0,7 \times 4,32 \times 80 \times 1 = 241,92 \text{ грн.}$$

Витрати на обслуговування техніки визначаються виходячи з її вартості та часу експлуатації, після закінчення якого, вона підлягає заміні. Отже, враховуючи, що вартість комп'ютера, необхідного для такого проекту, дорівнює 50000,00 грн, а протягом року техніка використовується 254 робочих дні, отримаємо наступну суму витрат на обслуговування за час виконання проекту:

$$(50000,00 / (3 \times 8 \times 254)) \times 80 = 656,17 \text{ грн.}$$

Проект впроваджується для однієї компанії, тому собівартість розробки становить:

$$(12920,00 + 2842,40 + 241,92 + 656,17) / 1 = 16660,49 \text{ грн.}$$

Розрахуємо суму прибутку від реалізації розробки (виходячи з рівня рентабельності 30 %):

$$16660,49 \times 0,3 = 4998,15 \text{ грн.}$$

Розрахуємо ціну розробки 3D-персонажів без податку на додану вартість (ПДВ):

$$16660,49 + 4998,15 = 21658,64 \text{ грн.}$$

Розрахуємо суму ПДВ, що дорівнює 20 % від ціни без ПДВ:

$$21658,64 \times 0,2 = 4331,73 \text{ грн.}$$

З урахуванням проведених розрахунків ціна розробки 3D-персонажів з ПДВ складає:

$$21658,64 + 4331,73 = 25990,37 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків наведено у таблиці 5.2.

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

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн
1	2	3
1	Основна заробітна плата	12920,00
2	Єдиний соціальний внесок	2842,40
3	Витрати на електроенергію.	241,92
4	Витрати на обслуговування техніки	656,17
5	Собівартість розробки сайту	16660,49

Продовження таблиці 5.2

1	2	3
6	Прибуток	4998,15
7	Ціна без ПДВ	21658,64
8	Податок на додану вартість (ПДВ)	4331,73
9	Ціна з урахуванням ПДВ	25990,37

Отже, собівартість повного циклу розробки 3D-персонажів складе 25990,37 грн. Термін виконання всіх етапів розробки становить 10 днів для виконавця. Очікувана сума прибутку складе 4998,15 грн, що свідчить про доцільність розробки.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи були розроблені 3D-персонажі для комп'ютерної гри «Лісове відлуння». Проект був реалізований відповідно до поставлених цілей та встановлених технічних вимог.

В рамках роботи проаналізовано завдання на кваліфікаційну роботу, визначено цільову аудиторію гри – гравці переважно 16-25 років, що цікавляться інді-іграми в жанрі фентезі. Проведено детальний аналіз літератури за темою, досліджено різновиди комп'ютерних ігор, розглянуто аналоги та вивчено основні етапи створення 3D-моделей та анімації.

Обрано та обґрунтовано використання програмного забезпечення Blender як основного інструменту для розробки персонажів, а також рушія рендерингу Eevee для забезпечення оптимального балансу між якістю візуалізації та ефективністю робочого процесу.

У практичній частині створено два деталізованих 3D-персонажа – старшу та молодшу сестер, які відображають концепцію гри та містять елементи української культури. Роботу виконано поетапно, починаючи зі скетчування, моделювання базових форм, скульптингу, ригінгу, UV-розгортки та текстурування, і завершуючи створенням анімації персонажів у лісовому середовищі.

Особлива увага приділялася оптимізації моделей для ефективного використання в ігровому рушії, створенню якісних текстур та налаштуванню системи анімації, що забезпечує плавні, природні рухи персонажів.

В економічній частині проведено аналіз витрат на розробку, розраховано собівартість, прибуток та ціну роботи з урахуванням ПДВ, що підтверджує економічну доцільність проекту.

Таким чином, в результаті виконання кваліфікаційної роботи створено два деталізованих 3D-персонажа для комп'ютерної гри «Лісове відлуння» з базовою анімацією, які відповідають стилістиці гри та технічним вимогам.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Cerón J. Computer Animation Algorithms and Techniques. Academia.edu – Find Research Papers, Topics, Researchers. URL: https://www.academia.edu/19690784/Computer_Animation_Algorithms_and_Techniques (дата звернення: 05.05.2025).

2. Методичні вказівки з виконання кваліфікаційної роботи для студентів денної та заочної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» за освітньою програмою «Видавничо-поліграфічна справа» / В.П. Ткаченко, А.В. Бізюк, О.В. Вовк, І.М. Єгорова, В.Ф. Челомбійко. Харків: ХНУРЕ, 2020. 68 с.

3. Полозова Т.В. 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, 2022. 47 с.

4. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ, 2016. 16 с.

5. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. Київ, 2016. 31 с.

6. Ігрові жанри. Онлайн-курси від компанії QATestLab. URL: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/games-genres/> (дата звернення: 05.05.2025).

7. Інді-ігри: що це таке, походження та найкращі назви. El Output. URL: <https://uk.eloutput.com/гра/звітів/Інді-ігри/> (дата звернення: 05.05.2025).

8. Adobe. Що таке 3D-моделювання та навіщо воно потрібне?. Adobe. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d/discover/what-is-3d-modeling.html> (дата звернення: 05.05.2025).

9. Blender. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Blender> (дата звернення: 05.05.2025).

10. Introduction – Blender Manual. Blender Documentation – blender.org. URL: <https://docs.blender.org/manual/uk/2.82/render/eevee/introduction.html#:~:text=Eevee%20-%20це%20рушій%20рендера%20для,рендерингу%20фізично%20базованих%20-%20PBR%20матеріалів> (дата звернення: 05.05.2025).

11. Campbell C. How to write a video game story. Polygon. URL: <https://www.polygon.com/features/2019/1/10/18165611/how-to-write-a-video-game-story-narrative-building-tips> (дата звернення: 05.05.2025).

12. Nazhimova T. Step-by-step process of creating character concept art for 3D games. Medium. URL: <https://medium.com/@tatiananaji/step-by-step-process-of-creating-character-concept-art-for-3d-games-fd9dc2da1391> (дата звернення: 05.05.2025).

13. Blender/Стартовий посібник. URL: https://uk.wikibooks.org/wiki/Blender/Стартовий_посібник (дата звернення: 05.05.2025).

14. Sculpting – Blender 4.4 Manual. URL: https://docs.blender.org/manual/uk/latest/sculpt_paint/sculpting/index.html (дата звернення: 05.05.2025).

15. Скелет – Skeleton. URL: <https://docs.blender.org/manual/uk/2.82/animation/armatures/properties/skeleton.html> (дата звернення: 05.05.2025).

16. Rigify – Blender Manual. URL: <https://docs.blender.org/manual/uk/3.1/addons/rigging/rigify/index.html> (дата звернення: 05.05.2025).

17. Редактор UV – UV Editor Introduction – Blender Manual. URL: <https://docs.blender.org/manual/uk/2.82/editors/uv/introduction.html> (дата звернення: 05.05.2025).

18. RAO, Ganga Rama Koteswara, et al. Comparing 3D rendering engines in blender // International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC). 2021. URL: <https://doi.org/10.1109/ICOSEC51865.2021.9591800>.

19. Brito A. Blender 3D. New York: Novatec, 2007.

20. Animation & Rigging – Blender 4.5 Manual. URL: <https://docs.blender.org/manual/uk/dev/animation/index.html> (дата звернення: 05.05.2025).

21. Вовк О.В., Григор'єв О.В., Біла Д.С. Особливості створення 3D-анімації для трейлерів відеоігор у середовищі Blender // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2025. Т. 2. С. 12-13.

22. Біла Д.С., Вовк О.В. Використання Blender, Unity, Three.js для анімації в мультимедіа // Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті. 2025. Т. 6. С. 558-559.

23. Чуб Л.О., Вовк О.В. Застосування 3d моделей у інтерактивних проєктах // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2023. Т. 2. С. 50-51.

24. Вовк О.В., Чуб Л.О. Вплив анімаційних відео на цільову аудиторію // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2025. Т. 1. С. 245-247.

25. Чеботарьова І.Б., Мартиненко Ю.С. Актуальність створення сінематика для комп'ютерних ігор // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2025. Т. 2. С. 69-72.

26. Чеботарьова І.Б., Трохін К.О. Проектування тривимірних моделей для комп'ютерної гри AAA-проєкту // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2024. Т. 2. С. 226-230.

27. Андреева Ж.М., Вовк О.В. Роль кольору в іграх // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2023. Т. 2. С. 81-85.

28. Chebotarova I., Astakhova A. Developing character animation with AUTODESK MAYA // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2023. Т. 2. С. 68-72.