

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)
« 20 » травня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові _____ *Лучному Сергію Вадимовичу* _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ *Gameready 3D-модель для комп'ютерної гри та технологія її розробки* _____

Затверджена наказом по університету від _____ 20 травня 2024р. № 458 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 3 червня 2024 р. _____

3. Вихідні дані до роботи

Вид і призначення: тривимірний мультимедійний контент для комп'ютерної гри; середовище застосування контенту – Unreal Engine 5; платформа розповсюдження – Steam.


4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу, Визначення цілей і задач проектування; Аналітичний огляд літератури за темою роботи; Послідовність етапів виготовлення тривимірного контенту для електронного видання; Вибір інструментальних засобів розробки; Опис практичної частини; Тестування в ігровому рушії; Економічна частина; Висновки.

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

Gameready 3D-модель для комп'ютерної гри та технологія її розробки; Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу; Аналіз аналогів; Послідовність виготовлення 3D-моделей; Створення highpoly моделі; Створення lowpoly моделі; Текстурування; Тестування в ігровому рушії; 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. Кулішова Н.Є.		06.06
Економічна частина	ас. Помогалова Н.В.		30.05

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу	21.05	виконано
2	Визначення цілей і задач проектування	22.05	виконано
3	Аналітичний огляд літератури за темою роботи	24.05	виконано
4	Визначення послідовності етапів виготовлення тривимірного контенту для електронного видання	25.05	виконано
5	Вибір інструментальних засобів розробки	25.05	виконано
6	Виконання практичної частини	01.06	виконано
7	Тестування в ігровому рушії	02.06	виконано
8	Економічна частина	03.06	виконано
9	Оформлення пояснювальної записки	05.06	виконано
10	Оформлення графічної частини	06.06	виконано

Дата видачі завдання 20 травня 2024 р.

Студент _____  _____
(підпис) Лучной С.В.

Керівник роботи _____  _____
(підпис) проф. Кулішова Н.Є.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить: 66 сторінок, 25 рисунків, 2 таблиці, 1 додаток, 35 джерел.

КОМП'ЮТЕРНА ГРА, ТРИВИМІРНА МОДЕЛЬ, МОДЕЛЮВАННЯ,
ПОЛІГОН, ВІЗУАЛЬНИЙ СТИЛЬ, UNREAL ENGINE

Метою кваліфікаційної роботи є створення тривимірного мультимедійного контенту для гри «Curse Of The Night». Це включає в себе розробку високоякісних візуальних елементів, які покращують ігровий досвід і підвищують залученість гравців. Описується процес створення тривимірних асетів з використанням сучасних методів і технологій геймдеву, зокрема полігонального моделювання у поєднанні зі скульптингом і комбінованої техніки процедурного і ручного текстурування. Проект також має на меті інтеграцію цих елементів у гру, забезпечуючи їх оптимальну продуктивність на різних пристроях.

Під час виконання було проаналізовано особливості жанру, обрано та обґрунтовано програмні засоби, необхідні для виконання проекту, описано структуру і процес проектування. Було розроблено 3D-моделі, дотримуючись технічного завдання та естетичних вимог.

Також було проведено розрахунок і аналіз економічної ефективності даного проекту.

ABSTRACT

The explanatory note to the qualification work contains: 66 pages, 25 pictures, 2 tables, 1 appendix, 35 used references.

COMPUTER GAME, THREE-DIMENSIONAL MODEL, MODELING, POLYGON, VISUAL STYLE, UNREAL ENGINE

The purpose of the qualification work is to create three-dimensional multimedia content for the game “Curse Of The Night”. This includes the development of high-quality visual elements that enhance the gaming experience and increase player engagement. It describes the process of creating three-dimensional assets using modern game development methods and technologies, including polygonal modeling combined with sculpting and combined procedural and hand texturing techniques. The project also aims to integrate these elements into the game, ensuring their optimal performance on different devices.

During the project, were analyzed the features of the genre, selected and justified the software tools necessary for the project, described the structure and design process. 3D models were developed in accordance with the technical specification and aesthetic requirements.

Also, an economic efficiency of this project was calculated and analyzed.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ, ВИЗНАЧЕННЯ ЦІЛЕЙ І ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ.....	8
2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ	10
2.1 Аналіз корисної літератури за темою кваліфікаційної роботи	10
2.2 Аналіз жанру rogue-like.....	11
2.3 Аудиторія rogue-like ігор	12
2.4 Аналіз аналогів	13
3 ПОСЛІДОВНІСТЬ ЕТАПІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРИВИМІРНОГО КОНТЕНТУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОГО ВИДАННЯ	16
4 ВИБІР ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ.....	18
5 ОПИС ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ	24
5.1 Збір референсів	24
5.2 Моделювання базових форм.....	26
5.3 Скульптинг	29
5.4 Ретопологія	32
5.5 Створення UV-розгортки	34
5.6 Запечення текстурних карт	38
5.7 Текстурування	42
6 ТЕСТУВАННЯ В ІГРОВОМУ РУШІІ.....	47
6.1 Тестування топології моделей	47
6.2 Перевірка полігонажу моделей.....	50
6.3 Тестування адаптивних налаштувань графіки.....	52
6.4 Тестування адаптивності до різних роздільних здатностей екранів.....	55
7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	57
ВИСНОВКИ	62
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	63
ДОДАТОК А Результат створення gameready 3D-моделей.....	67

ВСТУП

У сучасному світі ігрова індустрія постійно зростає та еволюціонує, відкриваючи безмежні можливості для творчості та інновацій. Одним із ключових елементів розробки комп'ютерних ігор є використання 3D-моделювання для створення віртуальних світів, персонажів та об'єктів. У рамках даної кваліфікаційної роботи досліджується актуальна тема створення готових до використання 3D-моделей для комп'ютерних ігор.

Актуальність даної розробки полягає у практичному застосуванні передових технологій 3D-моделювання для створення візуально захоплюючих ігрових асетів та вражаючих віртуальних світів. Завдяки розвитку технологій та зростаючому попиту на ігровий контент, розробка якісних 3D-моделей стає ключовим фактором для успіху в ігровій індустрії.

Предметом дослідження є створення готових до використання 3D-моделей для комп'ютерної гри «Curse Of The Night». Основною метою роботи є розробка 3D-моделей для однієї локації гри, які відповідали б естетичним та функціональним вимогам ігрового процесу.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить опис процесу розробки, включаючи концептуальний підхід до створення 3D-моделей, методики використання програмних засобів та детальні інструкції щодо використання отриманих результатів у комп'ютерних іграх.

Очікується, що в результаті виконання даної кваліфікаційної роботи будуть створені 3D-моделі для комп'ютерної гри «Curse Of The Night», які будуть відповідати стилізованому виконанню, характерному для цієї гри. Увага буде зосереджена на естетичних та функціональних аспектах ігрового процесу з метою досягнення високої якості візуального представлення, що гармонійно впишеться у загальний стиль гри.

1 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ, ВИЗНАЧЕННЯ ЦІЛЕЙ І ЗАДАЧ ПРОЕКТУВАННЯ

Метою розробки 3D-моделей є створення тривимірного мультимедійного контенту для гри «Curse Of The Night». Це включає в себе розробку високоякісних візуальних елементів, які покращують ігровий досвід і підвищують залученість гравців. Описується процес створення тривимірних асетів з використанням сучасних методів і технологій геймдеву, зокрема полігонального моделювання у поєднанні зі скульптингом і комбінованої техніки процедурного і ручного текстурування. Проект також має на меті інтеграцію цих елементів у гру, забезпечуючи їх оптимальну продуктивність на різних пристроях.

Цільова аудиторія сайту включає геймерів та фанатів комп'ютерних ігор, зокрема тих, хто цікавиться грою «Curse Of The Night». Зазвичай це особи віком від 15 до 35 років з вищою або середньою освітою, які цікавляться пригодницькими іграми та бажають спілкуватися з іншими геймерами.

Технічні обмеження включають доступ до Інтернету та можливість відтворення 3D-контенту на пристроях користувачів. Оскільки не всі пристрої можуть підтримувати високоякісну 3D-графіку, важливо забезпечити можливість перегляду моделей на різних пристроях з різними характеристиками. До характеристик пристроїв відносяться потужності процесора та відеокарти, обсяг оперативної пам'яті, якість дисплею та інтернет з'єднання. Для того, щоб врахувати ці обмеження, важливо забезпечити наступне:

- забезпечення правильної топології моделей для правильного відображення у грі, без артефактів та спотворень;

- оптимальний полігонаж для ефективної роботи на пристроях з різною потужністю процесора та відеокарти;

використання адаптивних налаштувань графіки, щоб моделі могли коректно відтворюватися як на потужних відеокартах, так і на базових вбудованих графічних процесорах;

адаптивність до різних роздільних здатностей екранів, щоб моделі виглядали чітко на різних за розмірами моніторах.

У розробці тривимірного контенту для мультимедійного видання планується використання одного із стандартних для індустрії пайплайну highpoly to lowpoly для створення 3D-моделей.

2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

2.1 Аналіз корисної літератури за темою кваліфікаційної роботи

Для досягнення глибокого розуміння сучасного стану популяризації WEB-видань та геймдеву було проведено аналіз різних джерел літератури, що охоплюють широкий спектр аспектів цих галузей. Аналіз був спрямований на виявлення тенденцій та ключових аспектів, які можуть вплинути на проектування та розробку гри «Curse Of The Night» та 3D-моделей для неї.

Аналіз статті [1] дозволив виявити два ключові технічні аспекти розробки візуальних елементів у відеоіграх. По-перше, це оптимізація використання графічних ресурсів для максимальної імерсії віртуальних середовищ. Стаття вказує на те, що ефективне використання графічних можливостей гри може підвищити реалістичність та візуальну привабливість ігрового світу. По-друге, особлива увага має бути приділена точному налаштуванню параметрів візуальних ефектів, таких як освітлення та текстур, щоб забезпечити оптимальний рівень імерсії та емоційну залученість гравців. Щодо впливу візуальних елементів на аудиторію, стаття зосереджується на конкретних стратегіях, які можуть впливати на емоційну залученість гравців та загальне задоволення від гри. Досліджено, що використання контрастних кольорів може підвищити рівень емоційного залучення гравців. Наприклад, комбінація яскравих та насичених кольорів може збільшити візуальний вплив і створити більш емоційно насичене середовище гри. Також встановлено, що використання динамічного освітлення може додати глибини та реалізму до гри, в той час як використання тіней може підкреслити форму об'єктів і покращити загальний візуальний ефект.

Вивчення книги [2] дало розуміння ряду конкретних стратегій та порад для досягнення високої візуальної привабливості та імерсивності геймплею. Таким чином, була підкреслена важливість планування та визначення візуального стилю гри, забезпечення його цілісності та відповідності загальному настрою і концепції.

Також необхідно забезпечити способи візуальної комунікації з гравцями, зокрема через інтерфейс гри, ефекти та анімацію. Крім того, дослідження та використання відгуків гравців можна використати для поліпшення візуальної привабливості та якості геймплею.

Ресурс DOU [3] виявився корисними для отримання інформації щодо перспектив розвитку геймдеву. Стало зрозуміло, що внаслідок збільшення кількості автоматизованих систем, відсоток зайнятості людей буде поступово падати. Таким чином, стало зрозуміло, що в майбутньому попит людей на медіарозваги буде тільки збільшуватись. Саме ігри зможуть зайняти людей у їх вільний час, який з'явиться через світовий прогрес. Даний вид розваг дає можливість провести час із користю, оскільки за допомогою ігор люди соціалізуються. Отже, розробка комп'ютерних ігор буде затребуваною, дана сфера приносить гроші і відповідно кількість зацікавлених у роботі людей буде більше.

2.2 Аналіз жанру rogue-like

Жанр rogue-like у світі відеоігор відомий своєю унікальністю та високою привабливістю для повторного проходження. Цей жанр характеризується випадковою генерацією рівнів, де кожен новий запуск гри пропонує гравцеві унікальний ігровий досвід.

Основною метою гравця в таких іграх є подолання випробувань, збирання різних артефактів та покращення навичок персонажа. Даний жанр має свої корені в ранніх комп'ютерних іграх, таких як «Rogue» (1980), в якій гравець керує персонажем, який досліджує випадково генеровані підземелля [4]. Пізніше, цей жанр знайшов широке застосування у багатьох інших іграх, зокрема «The Binding of Isaac», «Spelunky», «Dead Cells» та інших [5].

У грі «Curse Of The Night» жанр rogue-like використовується для створення захоплюючого ігрового досвіду, де гравцю пропонується випробувати свої навички та стратегії в умовах невизначеності та випадковості. Відповідно до цього жанру, кожен новий розпочатий сеанс гри відрізняється від

попереднього, що створює непередбачуваний та захоплюючий ігровий процес для гравця. Основні характеристики жанру *rogue-like* включають випадкову генерацію рівнів, високу ступінь випробувань та втрату прогресу у випадку смерті гравця. Ці елементи додають викликів та динаміки геймплею, а також стимулюють гравця до пошуку нових стратегій та рішень.

У порівнянні з іншими жанрами, які можуть вимагати значних часових затрат, *rogue-like* ігри часто пропонують більш короткі, але інтенсивні ігрові сесії. Зазвичай одна гра може тривати від декількох хвилин до години, залежно від ігрового досвіду гравця та рівня випадковості в генерації рівнів. Ігри жанру *rogue-like* приваблюють гравців як для коротких сеансів гри в перерві між справами, так і для тривалих геймплейних марафонів. Такий гнучкий підхід до часу гри дозволяє користувачам насолоджуватися ігровим досвідом відповідно до своїх індивідуальних можливостей та умов.

Жанр *rogue-like* постійно розвивається, впроваджуючи нові ідеї та концепції, а гра «Curse Of The Night» ідеально вписується в цю тенденцію, пропонуючи гравцям непередбачуваний та захоплюючий ігровий досвід.

2.3 Аудиторія *rogue-like* ігор

Цільова аудиторія *rogue-like* ігор включає в себе широкий спектр гравців, що цінують ігровий досвід, що базується на випадкових генераціях, високому рівні складності та можливості для постійного вдосконалення своїх навичок.

Головною метою для цієї аудиторії є отримання задоволення від викликів, які пропонує гра, а також досягнення нових рівнів майстерності та досягнень у відповідному геймплеї.

Гравці, які цікавляться *rogue-like* іграми, зазвичай мають високий рівень ігрової експертизи та шукають нові ігрові випробування, які потребують стратегічного мислення та швидкого прийняття рішень. Вони насолоджуються випадковою генерацією рівнів, що забезпечує кожній грі унікальність та непередбачуваність, а також високим рівнем виклику та напруження [6].

Розповсюдження rogue-like ігор часто здійснюється через цифрові магазини платформ, такі як Steam. Це дозволяє гравцям легко отримувати доступ до цих ігор та насолоджуватися ними на різних пристроях.

Основними мотивами для гравців в обранні rogue-like ігор є пошук нових вражень та викликів у геймплеї, бажання досягнення нових результатів та вдосконалення власних навичок у відеоіграх. Ці ігри привертають гравців, які цінують глибину та складність ігрового процесу, а також можливість відчутти справжнє досягнення в мистецтві геймінгу.

На відміну від деяких інших жанрів, rogue-like ігри зазвичай не мають рекламних відображень в грі. Таким чином, монетизація цих ігор здійснюється в основному через продажі самої гри або додаткового контенту, такого як розширення або косметичні предмети. Це дозволяє гравцям насолоджуватися ігровим процесом без перешкод від рекламних повідомлень або перерв у геймплеї.

2.4 Аналіз аналогів

Для більш глибокого порівняння графічного стилю гри «Curse Of The Night» з іншими відомими аналогами у жанрі rogue-like, розглянемо докладніше графічну естетику кожного з них.

Гра «Risk of Rain 2» [7] відзначається тривимірним графічним стилем, який поєднує в собі деталізовані тривимірні моделі персонажів, ворогів та оточуючого світу з динамічною та ефектною графікою (рис. 2.1).

Моделі персонажів і монстрів мають багато деталей та текстур, що додає їм виразності та реалізму. Локації вражають своєю величчю та різноманіттям, пропонуючи різноманітність рельєфу, рослинності та архітектурних елементів, що допомагає створити атмосферний та імерсивний світ.



Рисунок 2.1 – Графічний стиль Risk of Rain 2

Гра «Rogue Spirit» [8] пропонує яскравий та виразний графічний стиль з фокусом на деталях та анімації (рис. 2.2). Моделі персонажів мають чіткі контури та виразні текстури, що допомагають їм виділятися на фоні динамічного та насиченого світу. Спеціальні ефекти, такі як атаки та вибухи, вражають своєю деталізацією та енергією, додаючи грі більше динаміки та експресії.



Рисунок 2.2 – Графічний стиль Rogue Spirit

Гра «ArcRunner» [9] відрізняється відмінним сучасним графічним стилем з елементами кіберпанку та наукової фантастики (рис. 2.3). Моделі персонажів та

ворогів мають гладкі поверхні та складні деталі, що створюють враження майбутнього та технологічного прогресу. Оточуючий світ вражає своєю деталізацією та кольоровою насиченістю, а спеціальні ефекти та анімації додають грі більше візуальної привабливості та ефектності.



Рисунок 2.3 – Графічний стиль ArcRunner

Кожен з цих аналогів демонструє свої унікальні аспекти графічного дизайну, які можуть бути корисними для подальшого розвитку графічного стилю у грі «Curse Of The Night». Таким чином, варто приділити особливу увагу етапу скульпингу та забезпечити високий рівень деталізації моделей для надання їм виразності та реалізму. При текстуруванні необхідно створити чіткі та виразні текстури, тим самим виділити асети на фоні динамічного світу, але в той же час зберегти загальний візуальний стиль. Правильно робота з кольорами, їхньою насиченістю та контрастами допоможе досягти очікуваного результату.

3 ПОСЛІДОВНІСТЬ ЕТАПІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРИВИМІРНОГО КОНТЕНТУ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОГО ВИДАННЯ

Процес проектування та розробки 3D моделей для комп'ютерної гри «Curse Of The Night» передбачає виконання послідовності етапів з дотриманням визначених кроків. Ретельне планування кожного етапу дозволить забезпечити якісну та ефективну реалізацію проекту (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Схема процесу розробки

Основні етапами є:

- визначення цілей і завдань проекту – важливо зрозуміти, які саме 3D моделі потрібно створити для гри «Curse Of The Night» та як вони будуть інтегровані в неї;
- збір референсів, тобто зразків або зображень, які стануть основою для створення 3D моделей. Важливо враховувати візуальний стиль гри та потреби аудиторії, адаптуючи зібрані референси під концепцію проекту;
- вибір інструментальних засобів для розробки 3D моделей;

– моделювання базових форм – на цьому етапі створюються основні геометричні об'єкти, які визначатимуть форму та складові частини майбутніх таких моделей;

– скульптинг, де створюється високополігональна версія моделі, додаються деталі та вдосконалюється форма моделей;

– ретопологія, тобто перебудова геометрії моделей з метою оптимізації та полегшення подальшої обробки;

– створення UV-розгортки – на цьому етапі визначається розміщення текстур на поверхні моделей, щоб готувати їх до текстурування;

– запечення текстурних карт, що включає в себе створення карт нормалей, затінення та інших;

– текстурування, яке передбачає накладання зображень на моделі для надання їх необхідного візуального стилю і загального вигляду;

– тестування в ігровому рушії для перевірки взаємодії створених 3D-моделей з ігровим процесом.

Ця послідовність етапів дозволить ефективно організувати роботу зі створення 3D моделей для проекту «Curse Of The Night» та забезпечить високоякісні результати.

4 ВИБІР ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ РОЗРОБКИ

Використання спеціалізованого програмного забезпечення та плагінів може значно прискорити та поліпшити процес моделювання, відкриваючи нові можливості у різних промислових галузях, таких як розробка ігор, техніка, архітектура та інші. Для того, щоб правильно обрати програмне забезпечення для роботи, необхідно мати повноцінне та кваліфіковане розуміння технічних вимог та всіх етапів тривимірного моделювання [10].

На етапі збору референсів часто використовують такі популярні програми, як PureRef, Evernote та Pinterest.

PureRef – це додаток для організації та перегляду зображень, що відрізняється простотою та зручністю використання [11]. Він дозволяє створювати великі колажі зображень та організовувати їх у зручний спосіб. Його інтерфейс дуже інтуїтивний, з можливістю простого перетягування та масштабування зображень. Підтримує створення кольорових маркерів, масштабування та розміщення відображення у вікні програми без обмежень на розмір. Його функції легко зрозуміти навіть для новачків.

Evernote – це програма для збереження нотаток, зображень та веб-сторінок, доступна на різних платформах [12]. Вона надає можливість створювати нотатки, додавати файли, зображення та веб-сторінки. Має зручний інтерфейс з можливістю організації нотаток у різні категорії та додавання тегів для швидкого пошуку. Дозволяє створювати нотатки, додавати файли, зображення та веб-сторінки. Легко вивчити та користуватися завдяки простому та зрозумілому інтерфейсу.

Pinterest – це соціальна мережа для зберігання та обміну зображеннями, яка надає можливість створювати власні колекції зображень [13]. Вона дозволяє створювати тематичні дошки, додавати зображення та використовувати їх для інспірації та планування проектів. Має зручний інтерфейс з можливістю швидкого створення та організації колекцій. Дозволяє створювати тематичні дошки, додавати зображення та використовувати їх для інспірації та

планування проектів. Легко зрозуміти та користуватися завдяки інтуїтивному та зручному інтерфейсу.

Етап моделювання базових форм зазвичай проводиться у програмних засобах Autodesk Maya, Blender, або Cinema 4D.

Autodesk Maya – це потужний інструмент для 3D-моделювання, анімації та рендерингу [14]. Він використовується у багатьох галузях, включаючи ігрову розробку, кіноіндустрію та архітектуру. Його інтерфейс може здаватися складним для новачків, але він дуже функціональний і дозволяє швидко створювати складні моделі. Надає широкий спектр інструментів для створення складних моделей та анімацій, включаючи інструменти для моделювання, текстурування та освітлення. Для новачків може знадобитися трохи часу для оволодіння всіма функціями, але для досвідчених користувачів він стає незамінним інструментом.

Blender – це безкоштовний і відкритий програмний продукт для 3D-моделювання, анімації та рендерингу [15]. Він є дуже популярним серед художників і розробників завдяки своїй потужності та безкоштовності. Має простий інтерфейс з можливістю налаштування під особисті потреби користувача. Надає широкі можливості для створення складних моделей та анімацій, включаючи інструменти для моделювання, арматур і текстурування. Легко вивчити завдяки документації та відкритим онлайн-ресурсам, що робить його ідеальним вибором для початківців.

Cinema 4D – це програма для 3D-моделювання, анімації та рендерингу з легким інтерфейсом та великим набором інструментів [16]. Вона широко використовується у кіноіндустрії та рекламному бізнесі. Має дуже зручний інтерфейс, що робить процес моделювання та анімації більш простим і ефективним. Надає широкий спектр інструментів для створення професійних моделей та анімацій, включаючи інструменти для моделювання, текстурування та анімації. Легко вивчити завдяки дружньому інтерфейсу та великій кількості онлайн-уроків.

Інструменти скульптингу наявні у багатьох 3D-пакетах, але найпопулярнішими для даних задач є ZBrush, Mudbox та Blender.

ZBrush – це програма для цифрового скульптингу та моделювання, яка використовується для створення високо деталізованих 3D-моделей. Вона широко використовується у галузях ігрової розробки, кіноіндустрії та веб-дизайну [17]. Має складний, але дуже функціональний інтерфейс з великою кількістю інструментів. Надає ряд інструментів для цифрового скульптингу, включаючи кисті, пензлі та текстурні інструменти. Для новачків може знадобитися трохи часу для вивчення всіх функцій, але для досвідчених користувачів вона стає потужним інструментом.

Mudbox – це програма для цифрового скульптингу і текстурування від компанії Autodesk [18]. Вона дозволяє художникам створювати деталізовані 3D-моделі з високим рівнем деталізації. Mudbox має інтуїтивний інтерфейс, який дозволяє легко робити скульптинг, наносити текстури та взаємодіяти з моделями. Вона чудово поєднується з іншими програмами виробника Autodesk, такими як Maya та 3ds Max.

Blender – це безкоштовний і відкритий програмний продукт для 3D-моделювання та анімації [15]. У нього є повноцінний інструмент для скульптингу, який надає широкий спектр можливостей для творчості. Blender має дружній інтерфейс і доступний для вивчення, навіть для новачків. Він також постійно оновлюється та розвивається за рахунок активної спільноти користувачів і розробників.

Побудову низькополігональної моделі, тобто ретопологію зазвичай виконують у програмах Maya, 3D-Coat, або TopoGun.

Autodesk Maya – це потужний інструмент для ретопології, який надає широкий спектр інструментів для оптимізації геометрії моделі. Має складний, але дуже функціональний інтерфейс з великою кількістю інструментів для ретопології [14]. Надає широкий спектр інструментів для ретопології, включаючи інструменти для створення нової топології, оптимізації мешу та

роботи з лупами. Для новачків може знадобитися трохи часу для оволодіння всіма функціями.

3D-Coat – це програма для цифрового моделювання, текстурування та ретопології [19]. Вона має широкий набір інструментів для ретопології, включаючи автоматичну ретопологію за допомогою алгоритмів. 3D-Coat має інтуїтивний інтерфейс та прості інструменти, що робить його досить легким для вивчення і використання.

ToroGun – це програма для ретопології 3D-моделей. Вона дозволяє художникам швидко і ефективно створювати нову топологію для моделей з високою деталізацією [20]. ToroGun має інтуїтивний і простий інтерфейс, який дозволяє легко пристосуватися до програми навіть новачкам. Вона також має широкі можливості для налаштування та оптимізації робочого процесу.

Для створення UV-розгортки 3D-художники часто використовують такі програмні засоби, як RizomUV, UVLayout та Blender.

RizomUV – це програма для створення UV-розгорток, яка відрізняється високою швидкістю та ефективністю [21]. Має інтуїтивний інтерфейс з можливістю швидкого створення та редагування UV-розгорток. Надає широкий спектр інструментів для створення та оптимізації UV-розгорток, включаючи інструменти для розгортання, редагування та злиття UV-координат. Легко вивчити завдяки простому та зрозумілому інтерфейсу.

UVLayout – це інструмент для створення UV-розгорток для 3D-моделей [22]. Він відомий своєю швидкістю та якістю роботи, забезпечуючи високу точність розгортання. У Unfold3D є інтуїтивний і простий у використанні інтерфейс, що робить процес розгортання максимально зручним.

Blender – це безкоштовна програма для 3D-моделювання, яка також має інструменти для створення UV-розгорток [15]. Хоча це не головна функція Blender, вона все ще надає можливості для створення ефективних UV-розгорток. Завдяки широкому функціоналу та безкоштовності, Blender може бути привабливим варіантом для тих, хто шукає доступний інструмент для створення UV-розгорток.

Популярними програмами для запечення текстурних карт є Marmoset Toolbag 4, Substance 3D Painter та xNormal.

Marmoset Toolbag 4 – це програма для запечення текстурних карт, яка відрізняється високою якістю і швидкістю роботи [23]. Має інтуїтивний інтерфейс з можливістю швидкої настройки параметрів запікання текстур. Надає широкий спектр інструментів для запікання текстур, включаючи інструменти для налаштування освітлення, матеріалів та текстур.

Substance 3D Painter – це програма для створення текстурних карт для 3D-моделей з великим набором інструментів для реалізації творчих ідей [24]. Вона відома своєю потужністю та різноманітністю функцій, що дозволяють створювати реалістичні текстури для будь-яких проектів. Substance 3D Painter має дружній інтерфейс, який робить процес створення текстур максимально зручним для користувача.

xNormal – це програма для генерації текстурних карт з високою якістю і швидкістю [25]. Вона володіє широкими можливостями для створення різних типів текстур, включаючи карту нормалей, карту освітлення, карту висот та інші. xNormal відома своєю ефективністю та зручним інтерфейсом, що дозволяє швидко та легко створювати текстури для 3D-моделей. Для створення текстур у сфері геймдеву часто використовуються Substance Painter, Blender, або Substance Designer.

Substance 3D Painter – це програма для створення текстурних карт для 3D-моделей з великим набором інструментів для реалізації творчих ідей [24]. Надає широкий спектр інструментів для створення та редагування текстур, включаючи інструменти для малювання, клонування та текстурного рендерингу. Substance 3D Painter має дружній інтерфейс, який робить процес створення текстур максимально зручним для користувача.

Blender – це безкоштовний і відкритий програмний продукт для 3D-моделювання, анімації та рендерингу, який також включає інструменти для текстурювання моделей [15]. Він має великий набір функцій, що дозволяє

створювати реалістичні текстури для будь-яких проектів. Легкий у вивченні та потужний у використанні, Blender є відмінним вибором.

Substance Designer – це програма для створення матеріалів та текстур для 3D-моделей з великим набором інструментів для реалізації творчих ідей [26]. Вона відома своєю потужністю та різноманітністю функцій, що дозволяють створювати унікальні та реалістичні матеріали для будь-яких проектів. Substance Designer має дружній інтерфейс та великий вибір вбудованих інструментів, що робить процес текстурування максимально зручним та ефективним. Для скульптингу було обрано ZBrush, який визнаний світовою спільнотою художників за його потужний інструментарій і високу якість результатів. Використання ZBrush дозволить нам створити деталізовані та реалістичні 3D-моделі з високою якістю.

Для збору референсів було обрано PureRef через його зручність та функціональність. Він є популярним інструментом серед художників і дизайнерів для збору та організації референсів. Для моделювання базових форм був обраний Autodesk Maya через його широкий функціонал і популярність серед професіоналів. Ця програма надає широкий спектр інструментів для створення складних 3D-моделей та анімації, що дозволить нам ефективно розробляти моделі для нашого проекту. Для ретопології було обрано Maya, який є потужним інструментом для ретопології завдяки своїй функціональності та інтеграції з іншими програмами, що дозволяє ефективно оптимізувати та підготувати моделі для нашого проекту. Для створення UV-розгортки було обрано RizomUV за його продуктивність та зручний інтерфейс, що дозволить нам ефективно створювати UV-розгортку для наших моделей. Для запечення текстурних карт було обрано Marmoset Toolbag 4, який визначається простотою використання, широким спектром налаштувань та швидкістю запікання, що робить його ідеальним інструментом для нашого проекту. Для текстурування було обрано Substance Painter за його потужний інтерфейс та можливість реалізації широкого спектру ефектів, що дозволить нам створити якісні текстури для 3D-моделей.

5 ОПИС ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ

5.1 Збір референсів

На початковому етапі розробки 3D-моделі вирішальне значення має збір референсів, який відіграє ключову роль у визначенні естетичного напрямку та візуальної концепції проекту. Під час цього процесу необхідно вибрати відповідні зображення, які відображають тематику та стиль майбутнього веб-видання. Щоб забезпечити відповідність між концепцією проекту та обраними референсами, використовується ряд критеріїв оцінки, таких як стиль, колірна палітра, деталізація, освітлення та композиція.

Під час пошуку референсів враховуються основні аспекти, що визначають естетичний характер веб-видання. Особлива увага була приділяється відповідності референсів тематиці та цілям проекту, а також їх потенційній придатності для подальшої обробки в текстурні матеріали. Кожен обраний референс піддається ретельному аналізу з метою визначення його потенційного використання та адаптації до потреб веб-видання. Ретельний відбір референсів дозволяє створити збалансований та візуально привабливий естетичний образ, що відображатиме унікальність та індивідуальність проекту. Завдяки процесу збору референсів художник забезпечує собі візуальний контекст та відповідність до концепту проекту, що стане основою для подальшого розвитку та втілення в життя ідеї проекту.

Коли 3D-модель створюється з нуля, проводиться пошук референсів для розробки власної ідеї форм. Оскільки дана робота розробляється за готовими концептами (рис. 5.1, рис. 5.2), пошук референсів було проведено лише для знаходження текстурних рішень.



Рисунок 5.1 – Концепт першої моделі



Рисунок 5.2 – Концепт другої моделі

Для пошуку референсів було використано платформу Artstation як основне джерело візуальних ресурсів. Artstation - це ідеальне місце для пошуку

натхнення та візуальних референсів завдяки своїй широкій базі дизайнерських робіт у різних жанрах та стилях [27].

Зважаючи на інформацію, отриману при аналізі концептів, було визначено, що для успішного проведення етапу текстурування, необхідно зібрати референси стилізованого каменю, металу та дерева.

Враховуючи вище описані фактори, було проведено пошук та ретельний відбір референсів, які допоможуть створити необхідні текстури для розроблюваного проекту (рис. 5.3).

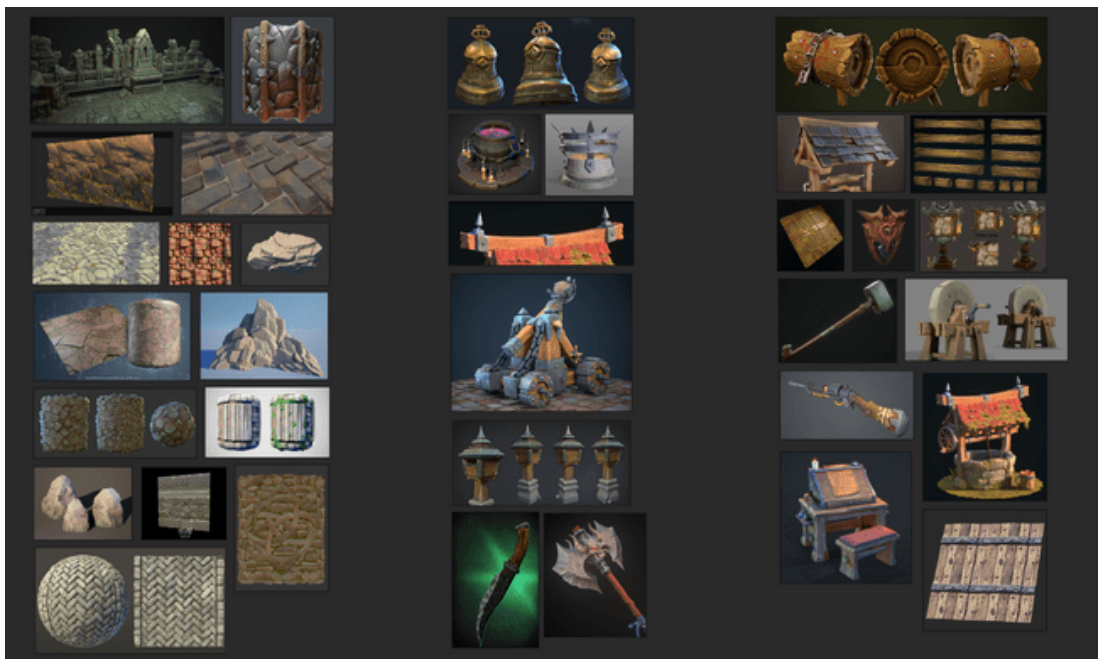


Рисунок 5.3 – Референси для текстур

5.2 Моделювання базових форм

Моделювання базових форм є ключовим етапом у процесі розробки 3D-моделей. На цьому етапі створюється основна геометрична структура моделі, використовуючи базові фігури та методи полігонального моделювання. Основна мета цього етапу полягає в тому, щоб створити прототип моделі, який відповідає загальній ідеї та концепції проекту.

Даний етап роботи розпочинається з аналізу концепту, щоб визначити форму, розміри та композицію моделі. Після цього обираються відповідні

базові форми і геометричні фігури, які найкраще відображають задуману ідею. Використовуючи програмне забезпечення для 3D-моделювання, а саме Autodesk Maya, створюється основна геометрична структура.

На цьому етапі використовуються різні прийоми полігонального моделювання. Полігональне моделювання є методом, що використовується для створення тривимірних моделей, який виник ще на ранніх стадіях розвитку. Основна ідея полягає в тому, що для відтворення криволінійних поверхонь використовується велика кількість полігонів, які утворюють багатогранну мережу, що відображає зовнішню оболонку моделі. Кількість полігонів визначає ступінь деталізації та точність структури поверхні об'єкту: чим більше полігонів, тим більш точно передається форма та структура моделі. Полігональна сітка моделі складається з набору полігонів, що утворюють основні елементи об'єкта, тобто багатокутників, які складаються з вершин, з'єднаних ребрами. Точність та гладкість вигляду готової моделі залежить від кількості полігонів, які утворюють сітку: чим більше полігонів, тим більш деталізована та згладжена буде модель [28].

Для даної роботи було використано методику під назвою «робота з примітивами». Початковою точкою у процесі моделювання є прості геометричні об'єкти, такі як піраміди, паралелепіпеди, або циліндри. Після вибору відповідного примітива, його обробляють: розділяють на полігони, створюють нові елементи, змінюють геометрію ребер. На виході отримується необхідна форма, деталізована до найменших деталей. Створення базових форм було виконано шляхом маніпулювання:

- вершинами, змінюючи координати яких, можна змінювати лінійні розміри та форму об'єкта;
- ребрами, редагуючи які, можна впливати на форму та розміри об'єкта;
- гранями, робота з якими дозволяє проводити складні операції, такі як створення округлостей та викривлень поверхні моделі.

Перед початком роботи з кожною моделлю у сцену було додано концепти, враховуючи розміри. Для цього використовувався інструмент Image

Plane. Даний інструмент є дуже зручним для моделювання за кресленнями, розташовуючи їх у відповідних проекціях. Так само є можливість налаштувати кольоровий профіль, непрозорість та видимість з різних проекцій для підвищення зручності роботи. У рамках даної кваліфікаційної роботи, цей прийом використовувався для розуміння розмірів і форм моделей.

Зважаючи на великі розміри моделі входу на локацію боса, було прийнято рішення моделювати половину об'єкту і по завершенню роботи віддзеркалити по вертикалі. Плюсом даного методу є підвищення рівня чіткості текстур, шляхом економії місця на UV-розгортці моделі. Мінусом є те, що модель матиме однаковий вигляд з двох сторін. Розміри трону дозволяють моделювати цілу модель і додати різноманіття форм і текстур.

Важливо, що моделі надалі будуть переходити на етап скульптингу, на якому необхідно буде значно збільшувати кількість полігонів. У зв'язку з цим необхідно додати підтримуючі ребра на грані, які мають зберегтися без згладжування. Для цього можна використовувати інструмент Bevel, в мануальному режимі, або комбінуючи дані методи. Таким чином досягається необхідний вигляд моделі при використанні Subdivision (рис 5.4).

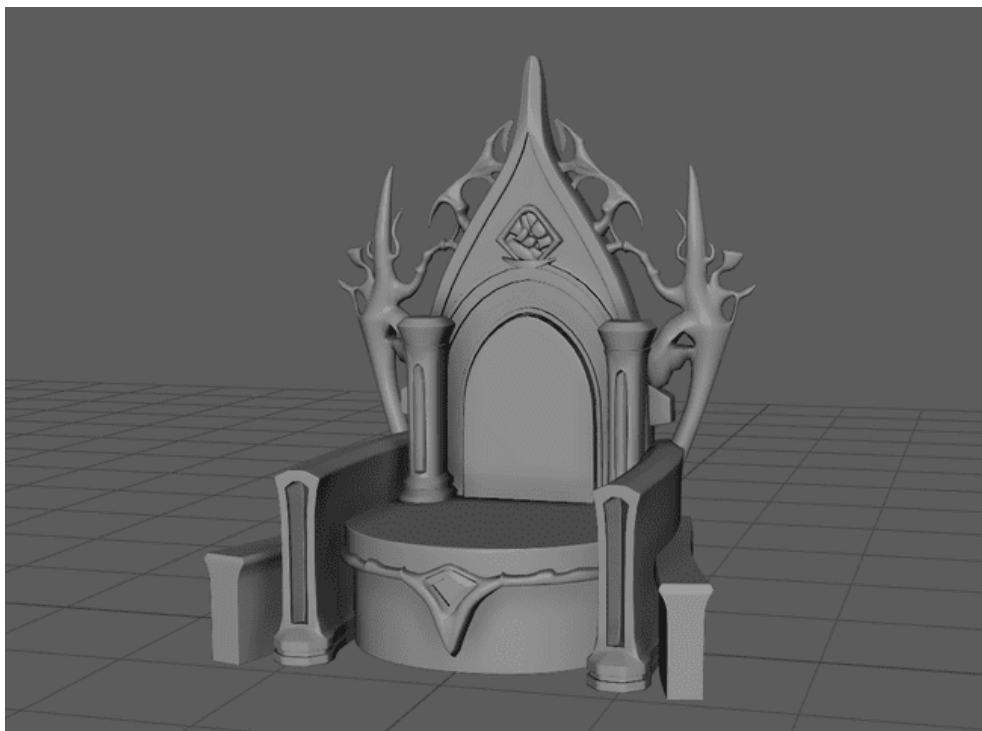


Рисунок 5.4 – Базові форми другої моделі

При цьому полігонаж і сітка на даному етапі не є важливим аспектом, оскільки дана модель не буде використовуватись безпосередньо у грі, вона буде необхідна лише для запікання усієї деталізації на низько деталізовану модель у вигляді текстурних карт. Після завершення моделювання базових форм проводиться аналіз та оцінка результатів.

Завершальним етапом є підготовка створеної моделі для подальшого імпорту на етап скульптингу, де вона буде детально вдосконалюватися та оброблятися для досягнення високого рівня деталізації.

5.3 Скульптинг

Комп'ютерна скульптура, або 3D-скульптинг, є формою мистецтва, де об'ємні твори створюються за допомогою спеціальних програм.

Це програмне забезпечення імітує інструменти та техніки, які використовуються скульпторами при роботі з традиційними матеріалами, такими як глина або камінь.

Цифровий скульптинг в тривимірному просторі швидко стає переважним методом для творення складних дизайнів та деталізованих 3D-об'єктів завдяки можливості маніпулювання програмним забезпеченням для цифрового ліплення. Поєднуючи традиційні методи ліплення з 3D-технологіями, користувачі можуть створювати деталізовані об'єкти у тривимірному просторі. Сфера цифрової скульптури все частіше використовується для створення арт-об'єктів та віртуальних середовищ для фільмів, відеоігор та інших цифрових медіа. Також вона застосовується для створення тривимірних прототипів для виробництва та 3D-друку. Використовуючи передові технології, можна створювати деталізовані моделі та об'єкти набагато ефективніше, ніж за допомогою традиційних методів.

3D-скульптура представляє собою передовий метод цифрового моделювання, який використовує спеціалізовані програми для створення тривимірних форм персонажів або об'єктів. Цей підхід здобув велику

популярність у сферах 3D-анімації та мистецтва завдяки своїм надзвичайно реалістичним результатам. Процес 3D-скульптування зазвичай розпочинається зі створення базової моделі персонажа або об'єкта, який потім обробляється та деталізується за допомогою інструментів для моделювання, доступних у програмах для 3D-моделювання. Використання техніки 3D-ліплення дозволяє художникам і дизайнерам створювати вражаюче деталізовані об'єкти і персонажі, які можуть бути розглянуті з будь-якого кута. Цей процес допомагає оживити навіть найскладніші концепції, дозволяючи оцінити їх у всій красі в тривимірному вигляді. Загалом, мистецтво 3D-скульптури полягає в тому, щоб художники створювали об'ємні об'єкти й надавали їм життя, реалізуючи свої найкреативніші ідеї на цифровому полотні [29].

При створенні високоякісного 3D-дизайну використовуються два основних методи: 3D-моделювання та скульптура. Традиційне 3D-моделювання передбачає формування структур і форм за допомогою математичних рівнянь, тоді як скульптура включає ліплення та моделювання з нуля. Цифрове скульптування використовується для створення реалістичних 3D-моделей з більш органічною формою, таких як персонажі або тварини. Цей вид моделювання потребує значних обчислювальних ресурсів через складність деталей, які необхідно врахувати для створення ефективної програми для скульптування. Хоча обидва методи мають свої переваги, важливо зауважити, що 3D-скульптура використовується для створення унікальних творів мистецтва, які потребують особистого підходу. Скульптура часто дозволяє створювати складніші конструкції та робити концептуальні ескізи у тривимірному просторі. Це ефективний спосіб додати додатковий рівень деталізації, недосяжний за допомогою традиційного 3D-моделювання. Загалом, вибір між моделюванням і скульптурою залежить від типу дизайну та рівня деталізації, якого необхідно досягти в кінцевому результаті.

Під час етапу скульптингу в процесі створення 3D-моделі використовується програмне забезпечення, спеціально призначене для цієї

мети. Один із таких програмних інструментів - ZBrush, що вважається одним з найпопулярніших і потужних інструментів для даного типу задач.

Перш ніж приступити до скульптингу, модель потребує певної підготовки. Вона може бути створена на основі примітивів або імпортована з іншого програмного середовища. Після цього модель зазвичай згладжується для створення рівномірної поверхні, що дозволяє легше працювати з нею під час скульптингу. У ZBrush для цього часто використовується інструмент DynaMesh, який автоматично розбиває поверхню моделі на полігони та підтримує їх рівномірність.

Сам процес скульптингу включає в себе використання різних інструментів та пензлів, які дозволяють додавати, видаляти та модифікувати деталі моделі. Ці інструменти дозволяють художникам надавати моделі різноманітні форми, текстури та деталізацію, відтворюючи натуральні поверхні та структури. Скульптинг може бути порівняний з роботою з глиною чи іншими матеріалами, де художник може вільно та творчо виражати свої ідеї.

Окрім стандартних інструментів ZBrush, для створення стилізованих моделей велику перевагу та художні можливості надають кастомні набори пензлів, створені іншими користувачами програми. Одним із таких є Orb Brush Pack, який включає в себе велику кількість пензлів, які можуть допомогти скоротити час та підвищити якість результатів. Даний набір включає в себе інструменти для створення текстури каменю, заліза і універсальної загальної стилізації. Таким чином, методом комбінування різних інструментів і пензлів, створюється високо деталізована версія моделі, (рис. 5.5).

Після завершення скульптингу важливим етапом є оптимізація моделі. Це означає зменшення кількості полігонів, щоб полегшити обробку та оптимізувати продуктивність програми. Оскільки в подальшому створена високодеталізована буде переноситись до програм, які не пристосовано до екстремально високих значень полікаунту, цей аспект є надзвичайно важливим для успішної роботи на наступних етапах. У ZBrush для цього зазвичай використовується інструмент Decimation Master, який дозволяє зменшити

кількість полігонів моделі, зберігаючи її деталізацію. Спочатку інструмент прораховує інформацію з сітки створеної моделі, що займає деякий час, залежно від складності створеного асету і кількості полігонів, які використовуються в ньому.

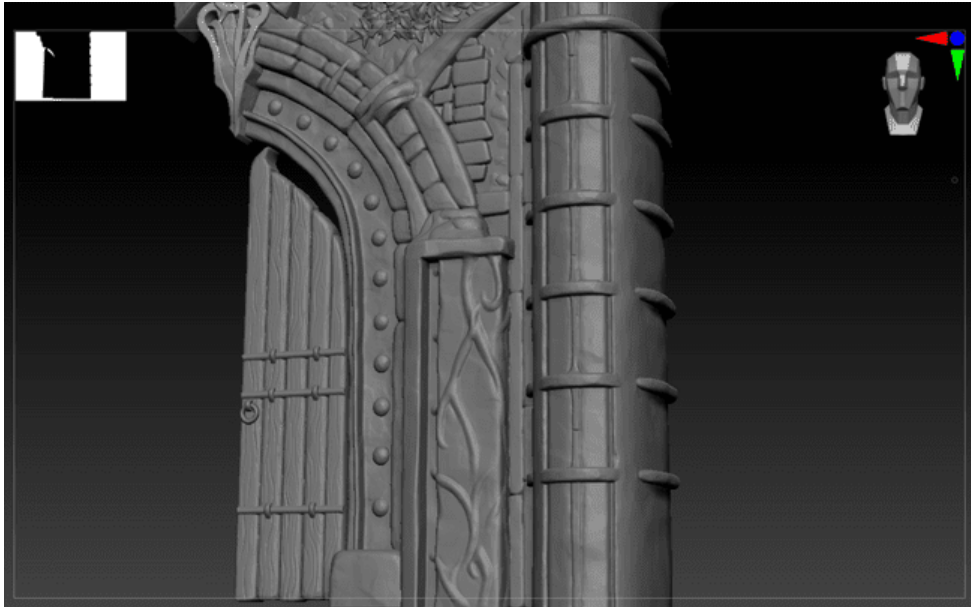


Рисунок 5.5 – Процес скульптингу

Надалі виконується операція оптимізації полігонажу моделі, при цьому у місцях з великою кількістю деталізації залишається більша кількість полігонів, а на місцях з низькою кількістю деталізації відповідно – менше. Цей процес виконується досить швидко, оскільки вся необхідна інформація була отримана комп'ютером до цього, рівень зменшення кількості полігонів налаштовується у відсотковому або кількісному вимірі, що є дуже зручною функцією. Після цього етапу модель готова для подальшої роботи зі створенням низькополігональної версії, або lowpoly моделі.

5.4 Ретопологія

Сьогодні в більшості комп'ютерних ігор використовують високо деталізовані 3D-моделі, які вражають своєю реалістичністю та красою. Дизайнери не обмежуються лише реалістичністю, а часто дають волю фантазії.

Це призводить до створення об'єктів, опрацьованих до найменших деталей, але з надмірною кількістю полігонів, що робить їх непридатними для ігор. Полігон – це чотирикутник з перспективним спотворенням, з якого можна скласти будь-яку форму. Велика кількість полігонів дозволяє створювати реалістичні моделі, особливо для складних, рельєфних поверхонь, таких як людське обличчя [30].

Ретопологія є одним з ключових етапів в процесі роботи з тривимірними моделями. Цей процес включає в себе перетворення високодеталізованих 3D-моделей у моделі з оптимізованою топологією, яка забезпечує оптимальний баланс між кількістю полігонів і рівнем деталізації. Основна мета ретопології полягає в створенні чистої, оптимізованої топології, що сприяє покращенню ефективності обробки та оптимізації робочого процесу.

Для виконання ретопології в даному проекті використовувалася програма Maya, яка відома своєю потужністю та широким спектром функцій для моделювання. Один з інструментів, що були застосовані під час ретопології, – це QuadDraw. QuadDraw дозволяє створювати нову геометрію вручну, розташовуючи вершини, ребра та полігони, що дозволяє дотримуватися необхідної топології та забезпечувати оптимальний рівень деталізації. Інші інструменти Maya також були використані для допомоги в оптимізації процесу ретопології та досягнення бажаного результату (рис. 5.6).

Особлива увага під час ретопології була приділена виконанню технічних вимог щодо кількості полігонів у lowpoly моделі. Ця кількість повинна бути достатньою для забезпечення потрібної деталізації та форми моделі, але водночас повинна бути достатньою для оптимізації її продуктивності та забезпечення швидкої роботи в програмі. Також дуже важливим моментом на даному етапі є видалення полігонів з місць моделі, недоступних для перегляду гравцю. В даному випадку це нижня частина усієї моделі, та деякі місця стиків різних елементів.

Таким чином зменшується навантаження на ігровий рушій і комп'ютер користувача, оскільки відеокарта прораховує усі наявні у сцени полігони, не зважаючи на те видні вони, чи знаходяться поза зоною перегляду камери.

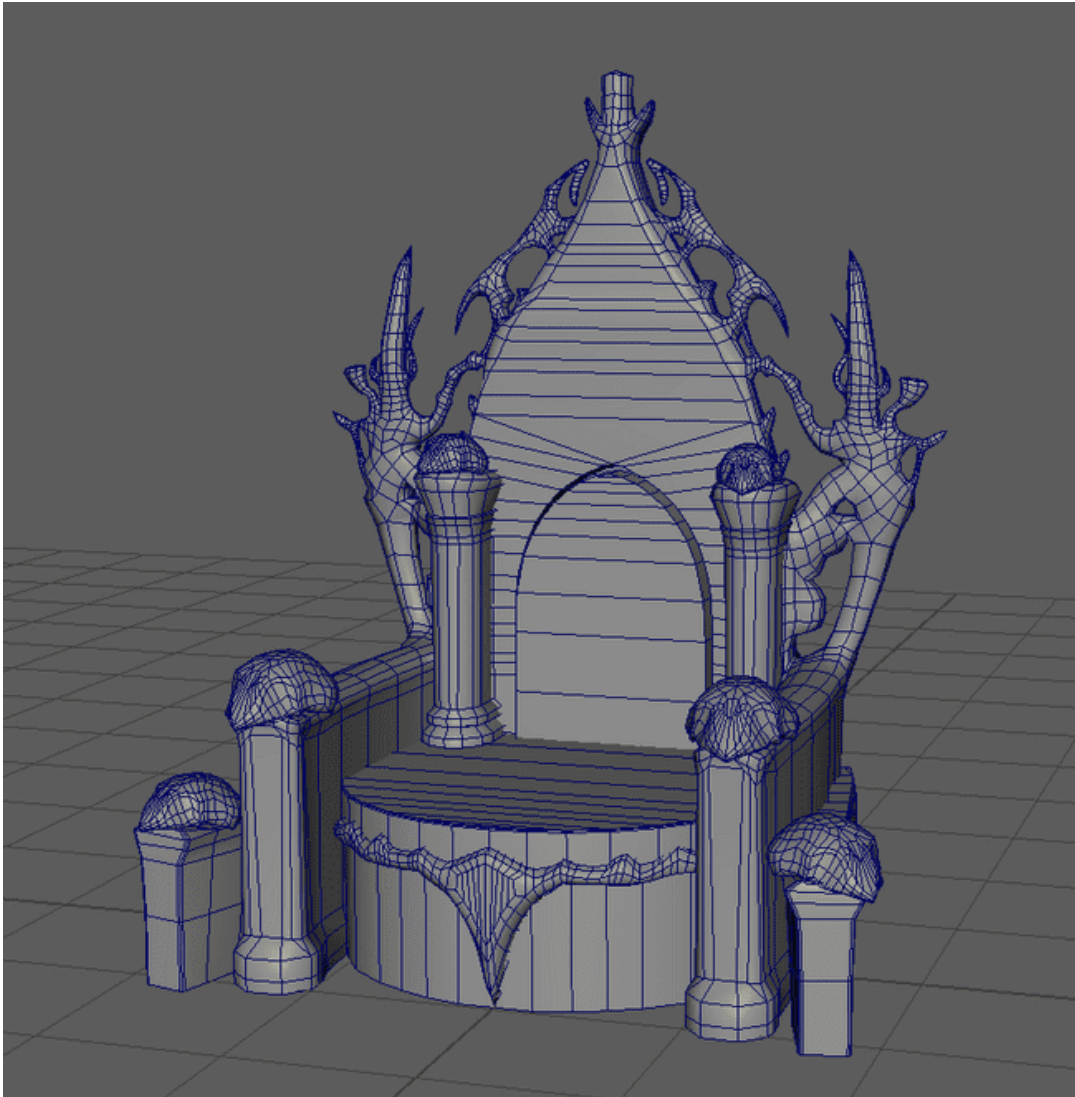


Рисунок 5.6 – Lowpoly модель, створена в результаті ретопології

Після завершення процесу ретопології та вирішення технічних вимог стосовно кількості полігонів, було проведено попереднє тестування моделі на її пристосованість до наступних етапів обробки. Ретопологія є важливим етапом, який дозволяє покращити якість та продуктивність робочого процесу та забезпечити оптимальну базу для подальшої обробки та роботи з 3D-моделлю.

5.5 Створення UV-розгортки

UV-маппінг – це процес переведення 3D-сітки з тривимірної моделі у двовимірний простір для подальшого накладання текстур. UV-карти є основою

для створення текстур, яку використовують усі програмні засоби. UV-карта створюється після завершення моделювання багатокутної 3D-моделі і має ту ж сітчасту структуру, що і тривимірний об'єкт, але всі ці багатокутники перетворюються в двовимірний простір, що дозволяє їх деформувати [31].

Для початку потрібно розібратися із основним показником на даному етапі роботи – texel density. Щільність текстелю (Texel density), або кількість пікселів на квадратний дюйм на текстурній карті, є важливим аспектом текстуровання 3D-асетів, який часто ігнорують. Правильна щільність текстур забезпечує, що текстури на об'єкті виглядатимуть гладкими та деталізованими при близькому розгляді, а також підтримуватимуть хорошу продуктивність в ігрових рушіях, таких як Unity або Unreal Engine. Головною перевагою високої щільності текстур є те, що вона забезпечує більшу деталізацію та реалістичність текстур 3D-асетів. Карта текстури з високою щільністю текстелю виглядає гладкою та реалістичною, з мінімальною пікселізацією або розмитістю при близькому розгляді. Це особливо важливо для об'єктів, призначених для перегляду з близької відстані, таких як персонажі або зброя, оскільки текстури з низькою щільністю можуть швидко зруйнувати ілюзію реалістичності. Крім того, текстури з низькою щільністю можуть відволікати увагу і погіршувати загальну якість асету [32].

Окрім впливу на візуальну якість асету, щільність текстур може суттєво вплинути на продуктивність. Висока щільність текстур вимагає більше пам'яті та обчислювальної потужності для рендерингу, що може негативно позначитися на продуктивності в іграх та інших додатках у реальному часі. З іншого боку, текстури з низькою щільністю можуть бути недостатньо деталізованими для очікуваного використання, що погіршує відповідний користувацький досвід.

Важливо знайти баланс між достатньо високою щільністю текстур для отримання гладких і деталізованих текстур і достатньо низькою, щоб забезпечити хорошу продуктивність.

Це досягається ретельним обмірковуванням призначення активу і відповідним регулюванням щільності текстур.

Існує декілька показників якості UV-розгортки, які можуть суперечити один одному:

максимально повне використання площі текстури. Потрібно експериментувати із розмірами і розташуванням UV-островів задля максимального заповнення UV-простору. Це допоможе підвищити рівень деталізації шляхом збільшення числа texel density;

відсутність областей з недостатньою або надлишковою деталізацією текстури. Розміри UV-островів мають бути пропорційними, мати максимально наближене значення texel density. Винятками є області, які сховані і не привернуть увагу певного гравця. Такі UV-острови можна зменшити для економії UV-простору;

відсутність областей з зайвими геометричними спотвореннями. UV-острови в процесі створення розгортки максимально вирівнюються до простих фігур задля економії UV-простору. Але в деяких випадках дані дії можуть дуже сильно змінювати форму UV-острова, тим самим спотворюючи текстуру, що може призвести до візуальних артефактів;

вдало розташовані «шви». За можливості, шви мають бути у важкодоступних для перегляду місцях, оскільки вони можуть бути видні на фінальній моделі. Даний прийом допоможе підвищити рівень візуального враження гравця;

для частково симетричних об'єктів оптимальне поєднання симетричних і асиметричних ділянок розгортання є дуже важливим. Симетричні елементи підвищують деталізацію текстури та спрощують роботу художника, тоді як асиметричні деталі надають об'єкту більше життя та динаміки.

Для повного розуміння принципу роботи UV-розгортки, необхідно комбінувати теоретичні відомості із графічними прикладами. Базовим елементом у моделюванні є куб, тому принцип накладання UV-розгортки на

нього є одним із найбільш зрозумілих. Просте пояснення, як із тривимірного об'єкту створюється розгортка, представлено на рис. 5.7.

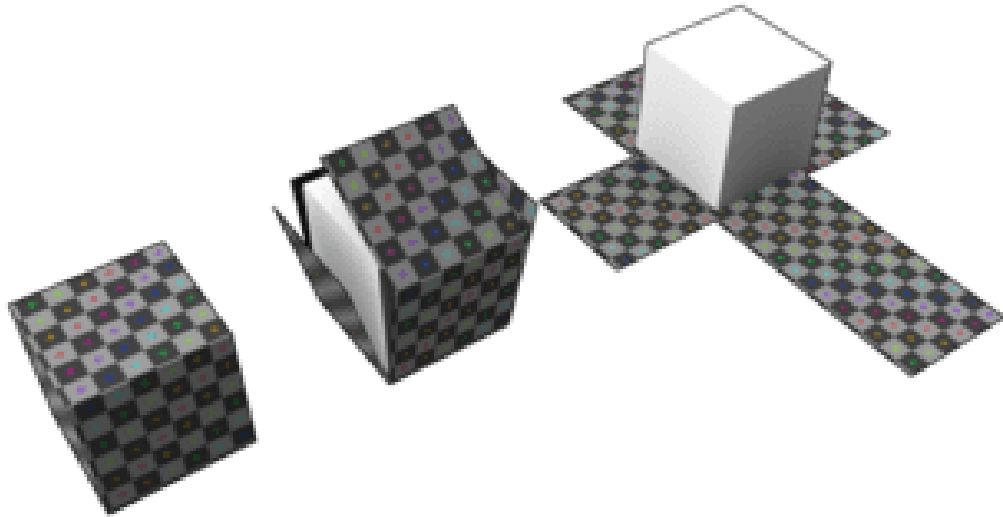


Рисунок 5.7 – Приклад накладання UV-розгортки на куб

На початку цього етапу роботи використовувалася програма Autodesk Maya, яка забезпечує зручні інструменти для нарізання моделі на UV-шелли. Під час цього процесу важливо враховувати геометрію моделі, щоб ефективно використовувати текстурний простір та уникнути розтягнутого або зім'ятого текстурного зображення.

Після нарізання UV-шеллів у Maya, робота переноситься до програми RizomUV. Це потужне програмне забезпечення надає широкі можливості для редагування та оптимізації UV-розгортки. У RizomUV використовуються інструменти вирівнювання та запаковування UV-шеллів, що дозволяє забезпечити оптимальне використання текстурного простору. Таким чином створюється фінальний варіант розгортки з оптимізованими островами та максимально ефективним використання простору (рис. 5.8).

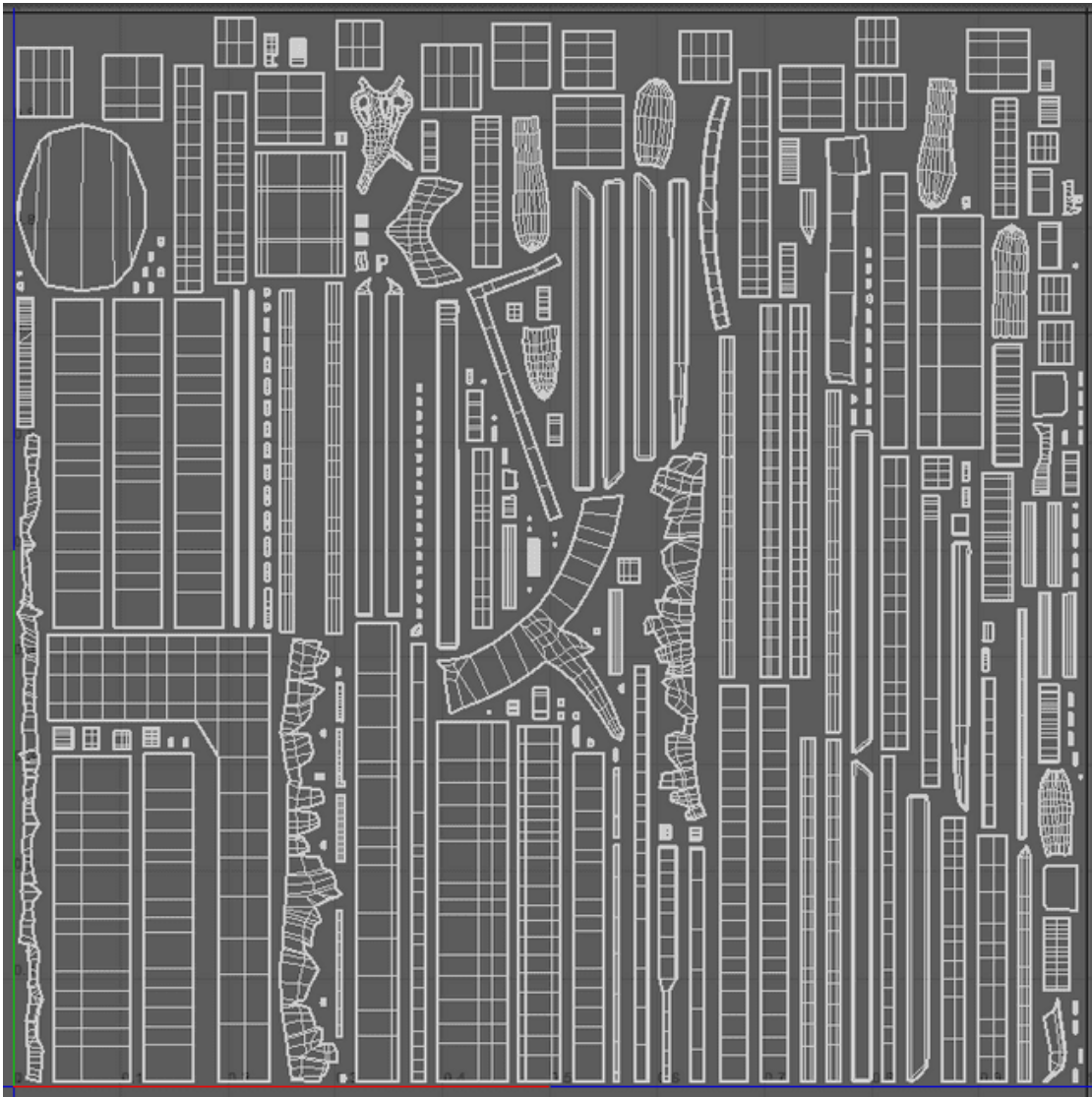


Рисунок 5.8 – Готова UV-розгортка першої моделі

Після завершення роботи у RizomUV проводиться перевірка UV-розгортки на відповідність вимогам і налаштуванням для подальшої роботи з текстурами. Забезпечення якості UV-розгортки дозволяє уникнути проблем з текстурами під час моделювання та анімації, забезпечуючи високий рівень реалізму та професіоналізму в кінцевому продукті.

5.6 Запечення текстурних карт

Запікання – це процес, який включає в себе передачу властивостей матеріалу з вихідної геометрії в цільову. Зазвичай запікання передбачає проектування вмісту з сітки з великою кількістю полігонів (високою

роздільною здатністю) на сітку з малою кількістю полігонів (низькою роздільною здатністю), але ще це може означати перенесення вмісту з однієї сітки в іншу з іншою топологією або UV-розгорткою. Для успішного запікання потрібно переконатися, що у цільового меша є UV-розгортка. При цьому, для вихідного меша наявність розгортки не потрібна, тільки якщо в ньому немає матеріалів із текстурними картами, які будуть залучені в процес запікання. Зазвичай, запікання використовується для захоплення деталізованих поверхонь об'єктів, сітка яких є надто щільною або ресурсоемними для використання безпосередньо в іграх, фільмах або інших типах візуальних засобів масової інформації [33].

Marmoset Toolbag може запікати низку основних типів карт, таких як Normal, Ambient Occlusion, Curvature, Height тощо. У найзагальнішому сенсі карта нормалей - це текстура, в якій кожен піксель являє собою нормаль або напрямок поверхні. Карти нормалей можна використовувати для імітації деталізованих поверхонь, разом з об'єктами, які мають відносно невелику кількість геометрії.

Щоб успішно запекти карту нормалей, деталі поверхні з високо-полігональної сітки мають бути спроектовані на низько-полігональну сітку.

Для запікання текстурних карт, геометрія вихідного високо-полігонального меша проектується на низько-полігональний меш. Найкращий спосіб візуалізувати це – уявити камеру, що дивиться на НР-об'єкт і фіксує напрямок поверхні для кожного пікселя на карті нормалей. Щоб бути впевненим, що проекція не потрапляє на неправильні елементи, необхідно налаштувати оболонку або меш проекції, щоб обмежити відстань проекції. Для кожного пікселя, кут камери встановлюється напрямком нормалі оболонки (сage). Оболонка – це, по суті, копія LP сітки, яка розширюється назовні, щоб оточити собою НР сітку. Як правило, краще, щоб оболонка була розширена рівно настільки, щоб покривати найвищі точки НР об'єкта. Принцип роботи запікання і оболонки зображено на рис. 5.9.

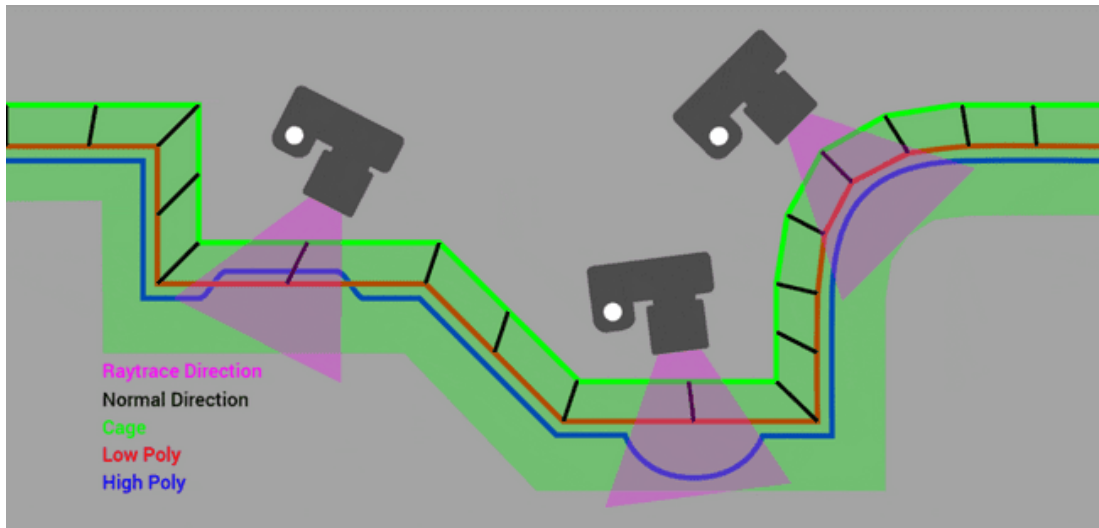


Рисунок 5.9 – Принцип роботи запікання текстурних карт

Існує два типи оболонок: згладжена і не згладжена. Згладжена ігнорує нормалі LP сітки під час визначення напрямку проектування. Згладити оболонку необхідно для того, щоб результат запікання був безшовним - без зазорів у проекції вздовж жорстких ребер. Цей тип оболонки рекомендується використовувати в більшості випадків. Не згладжена сітка, для проектування використовує явні нормалі LP меша. Цей метод призводить до утворення зазорів і швів на жорстких ребрах і зазвичай не рекомендується до використання. Основна перевага цього методу полягає в тому, що це може призвести до меншого перекосу/зміщення деталей. Однак вбудований інструмент Skew Painting Tool може легко усунути проблеми з перекосами/зміщеннями.

Орієнтація осі Y або зеленого каналу карти нормалей є дуже важливим налаштуванням. Коли справа доходить до усунення проблем, що виникли з картою нормалей, орієнтація зеленого каналу, мабуть, найпоширеніша проблема, з якою стикаються багато художників. Різні 3D-додатки та ігрові рушії використовують праворукість/(Y+) або ліворукість/(Y-). Правий напрямок називають стилем OpenGL, а ліворукість - стилем DirectX. Як і у випадку з дотичним простором, важливо переконатися, що використовується один і той самий напрямок під час запікання і під час рендерингу асета. У Toolbag, напрямок автоматично визначається налаштуванням дотичного

простору. Однак напрямок можна змінити за допомогою налаштувань карти нормалей в об'єкті Baker, встановивши прапорець навпроти опції Flip Y.

Для даного проекту текстурні карти запікалися у розмірі 4096x4096. Для роботи з текстурованням розроблюваний асетів необхідні наступні карти: Normal, World Space Normal, Curvature, Ambient Occlusion та Position. Було виставлено усі необхідні налаштування та проведено процес запікання Normal Map, після чого у Marmoset є можливість перегляду результатів. Використовуючи дану методику, можна побачити помилки та погрішності, які відображаються на геометрії. І в режимі реального час є можливість змінити сцену та покращити результат, використовуючи інструментарій програмного забезпечення. Після усунення помилок проводиться запікання усіх наступних карт і отримується фінальний результат даного етапу розробки (рис. 5.10).



Рисунок 5.10 – Результат етапу запікання на другій моделі

Після завершення процесу запікання текстурних карт у Marmoset Toolbag 4 і їх перевірки на якість та відповідність заданим критеріям, вони стають готовими для використання в процесі текстуровання моделей. Ці текстурні

карти будуть імпортовані до спеціалізованого програмного забезпечення, а саме Substance Painter, де вони використовуються для нанесення текстур на моделі.

5.7 Текстурування

3D-текстурування – це процес нанесення текстури на тривимірний об'єкт. Він включає створення текстур (з фотографій або самостійно від початку), накладення текстур на 3D-об'єкти, налаштування освітлення сцени та додавання фінальних штрихів.

Кожен тривимірний об'єкт включає кілька шарів різних текстур, які можуть бути представлені як повторювані візерунки або унікальні зображення, створені спеціально для конкретної 3D-моделі. Ці текстури мають здатність перетворити просту фігуру на виразного фотореалістичного персонажа або просту сцену на атмосферне середовище. Кольори 3D-матеріалів можуть бути простими або складними, імітуючи різноманітні матеріали, такі як трава, гравій або камінь. Ці матеріали зазвичай включають інформацію про відповідні елементи, такі як колір, або комбінацію кольорів елемента, його здатність відбивати світло, повна непрозорість або певний рівень прозорості [34].

Існує три основні методи створення текстур. Перший – це власноручне створення текстури за допомогою малювання. Другий – сканування матеріалу у реальному світі та подальше перетворення отриманого зображення на текстуру. Третій метод – це використання комп'ютерних алгоритмів для створення текстур (цей процес називається процедурною генерацією). Художники часто застосовують комбінацію усіх трьох підходів. Створення текстур вручну надає високий рівень творчого контролю і свободи. Для цього можна використовувати власні дизайнерські рішення з певною текстурою або додавати елементи, такі як подряпини чи потертості. Цей метод дозволяє створити унікальний стиль і може бути використаний для створення текстур, наприклад, для анімаційних відеоігор, де все має свій характерний вигляд. Програми, такі як Adobe Substance 3D Painter, ідеально підходять для повного

контролю над усіма аспектами текстур унікального тривимірного об'єкта. Проте, створення текстур шляхом малювання може вимагати значного зусилля, особливо у випадках, коли поверхня має багато деталей або коли потрібно швидко досягти реалістичності. В таких ситуаціях може бути корисною процедурна генерація. Методи процедурного текстурування використовують розумні алгоритми, які автоматизують частину процесу текстурування, що зазвичай забирає багато часу та зусиль. Наприклад, програма для текстурування може автоматично додавати дрібний камінь до тріщин або використовувати маленькі подряпини та бліді відтінки в окремих областях, враховуючи їхню геометрію та орієнтацію. Проте, іноді навіть процедурні техніки можуть бути недостатніми для точного відтворення певних деталей реального світу. Для подолання цього виклику можна здійснити процес «сканування», що означає зафіксувати зображення потрібної поверхні. Це може бути проста фотографія, зроблена за допомогою смартфона, або високотехнологічне зображення, отримане за допомогою спеціального пристрою для вимірювання поверхонь. Отримане скановане зображення можна використовувати для створення цілком віртуального матеріалу для проєктів текстурування.

Текстури можна розділити на два основних типи: унікальні та мозаїчні. Унікальна текстура створюється для конкретної моделі чи поверхні; це практично індивідуальна текстура, яку неможливо використовувати в інших проєктах. Натомість, мозаїчна текстура призначена для застосування на будь-якій площині.

Гейм-індустрія постійно розвивається, пропонуючи нові методи і техніки, які дозволяють гравцям отримувати незабутні враження. Сучасні технології текстурування дозволяють створювати дуже реалістичні моделі за допомогою різних шейдерів, карт текстур та методів рендерингу. Фізично коректний рендеринг, відомий також як PBR, є методом, що дає більш точне уявлення про взаємодію світла з матеріалами. Цей підхід забезпечує створення реалістичних моделей, відображаючи їхні характеристики, такі як рельєф, металічність, прозорість та блиск. PBR застосовується в різних сферах, включаючи кіно, ігри,

дизайн інтер'єрів та рекламу. Для ігрової індустрії, де важливо забезпечити оптимальну графіку для рендерингу в реальному часі, PBR виявляється особливо важливим. Існують два основних підходи до роботи з PBR: *Metallic workflow* (Металічний робочий процес), що визначає матеріали на основі їхніх металевих властивостей, та *Specular workflow* (Дзеркальний робочий процес), що використовується для визначення матеріалів на основі їхніх дзеркальних властивостей. Незважаючи на те, що в кожному із даних методів, можна використовувати однакові текстурні карти, у цих двох робочих процесах також є суттєві відмінності. Перша несхожість полягає у картах кольору, яка для *Specular workflow* відома як *Diffuse map* і впливає лише на основний колір матеріалу, не зачіпаючи інші його характеристики. У *Metallic workflow* ця карта називається *BaseColor* і містить інформацію про *Diffuse* і *Specular*. Ще одна відмінність це карти, які визначають, як світло розсіюється на поверхні моделі. У *Specular workflow* використовується *Glossiness map*, а в *Metallic workflow* дані функції виконує *Roughness map*. Обидві карти вказують на однакову інформацію, проте з інвертованими значеннями. І остання відмінність – це спосіб відображення металічності. У *Specular workflow* для цього потрібні дві текстури (*Specular/Glossiness*), у відміну від *Metallic workflow*, де використовується лише одна карта з аналогічною назвою [35].

В розробці оточення для гри «Curse Of The Night» велику увагу було приділено етапу текстурування, який визначає візуальний стиль та атмосферу гри. Цей етап є критичним для досягнення бажаного ефекту та поглиблення імерсії гравця у містичний світ гри.

Локація, для якої розробляються 3D-моделі в даній роботі, відзначається своєю темною та містичною атмосферою. Під час текстурування важливою задачею було створення деталізованих та атмосферних текстур, які передадуть гравцям почуття загадковості та напруження.

Робота у *Substance 3D Painter* виконується за підходом PBR *Metallic Roughness* з використанням шарів, тобто текстура створюється поступово. Функціонал програми включає у себе стандартні інструменти, такі як

заповнюючі шари, коригуючі шари, маски, фільтри, генератори, тощо. Дані інструменти в різних комбінаціях дозволяють створювати велике різноманіття текстурних рішень. Так само, у даному програмному засобі доступні прогресивні інструменти, такі як розумні маски та розумні матеріали. Вони використовують інформацію із запечених текстурних карт для додавання різних видів деталізації, таких як подряпини, корозія, бруд, мох, тощо. Таким чином, використовуючи різноманітні комбінації шарів, генераторів, масок і ручного малювання, було створено текстури для розроблюваних 3D-моделей (рис. 5.11, рис. 5.12).



Рисунок 5.11 – Результат етапу текстурування на першій моделі



Рисунок 5.12 – Результат етапу текстурування на другій моделі

Аналіз отриманих результатів дозволив підтвердити, що створені текстури відповідають вимогам гри та успішно передають задуману атмосферу кожного середовища. Після завершення процесу створення текстур, вони передаються на перевірку в ігровому рушії, щоб впевнитися в успішній інтеграції з оточенням гри та створенні загального враження від геймплею. В разі необхідності здійснюється виправлення та доопрацювання, щоб забезпечити оптимальну якість готового продукту.

6 ТЕСТУВАННЯ В ІГРОВОМУ РУШІЇ

Етап тестування моделей і текстур у ігровому рушії є важливим етапом в розробці гри «Curse Of The Night», оскільки він спрямований на перевірку якості, сумісності та ефективності використання моделей та текстур у відповідності до заданих специфікацій і стилістики гри.

Основною метою цього етапу є виявлення і усунення будь-яких дефектів, помилок або несумісностей, що можуть виникнути під час використання моделей та текстур у ігровому середовищі. Це включає в себе перевірку текстур на наявність артефактів, розтягнення або спотворення, а також перевірку моделей на належну геометрію, оптимізацію та правильне відображення у грі. Крім того, тестування моделей і текстур в ігровому рушії передбачає перевірку їхньої відповідності заданим технічним вимогам та естетичним критеріям. Це охоплює перевірку кольорів, освітлення, тіней та інших візуальних аспектів моделей і текстур.

Підготовка до тестування включає підготовку тестових сценаріїв, в яких будуть використані різні моделі і текстури, а також створення звітів про виявлені помилки та недоліки. Крім того, необхідно забезпечити зручний спосіб комунікації між учасниками тестувального колективу для ефективного виявлення та вирішення проблем. Успішне тестування моделей і текстур у ігровому рушії допоможе забезпечити високу якість графіки та візуальний досвід гравців під час гри «Curse Of The Night».

6.1 Тестування топології моделей

Забезпечення правильної топології моделей є критично важливим аспектом при створенні 3D-контенту для відеоігор. Правильна топологія моделей означає, що всі полігони та вершини розташовані і з'єднані таким чином, щоб забезпечити гладке і коректне відображення моделі у грі без

артефактів та спотворень. Це особливо важливо для забезпечення високої якості візуалізації та стабільної роботи гри на різних пристроях. Правильна топологія моделей дозволяє досягти :

гладкості поверхонь, тобто уникнути небажаних складок і спотворень на поверхні моделей, що особливо важливо для органічних форм, таких як персонажі або тварини;

оптимізації полігонів, що забезпечує їх ефективне використання, зменшує навантаження на графічний процесор і дозволяє досягти високої продуктивності гри;

зменшення кількості артефактів, оскільки моделі з правильним розташуванням полігонів і ребер менше схильні до появи тіньових плям чи заломів на поверхні;

правильної роботи з шейдерами, що дозволяє досягти більш реалістичних та достовірних результатів.

Було проведено перевірку топології розроблених моделей для гри. Перший етап перевірки топології полягав у візуальній перевірці, тобто ретельному огляді моделей у різних ракурсах та умовах освітлення для виявлення можливих артефактів чи спотворень (рис. 6.1, рис. 6.2).

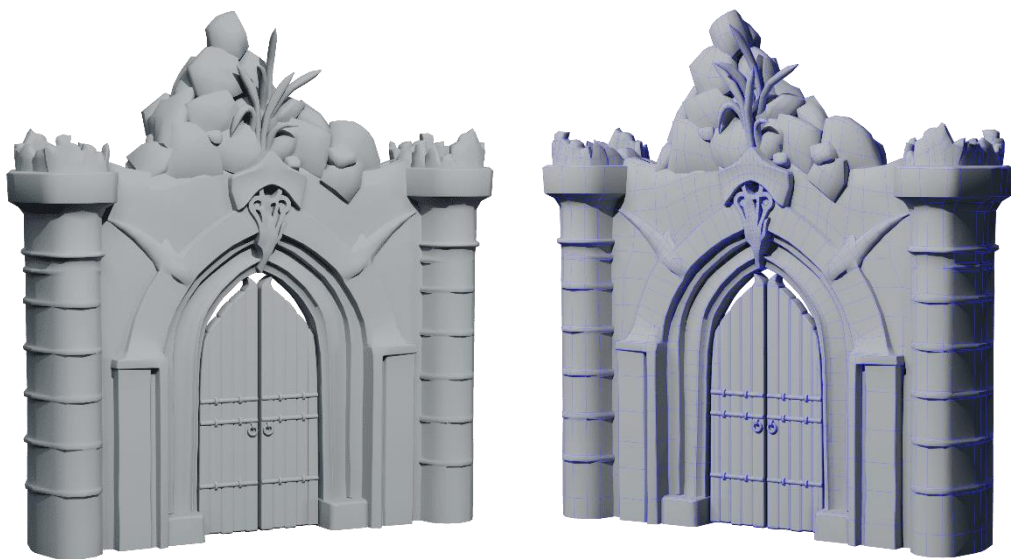


Рисунок 6.1 – Візуальна перевірка топології першої моделі

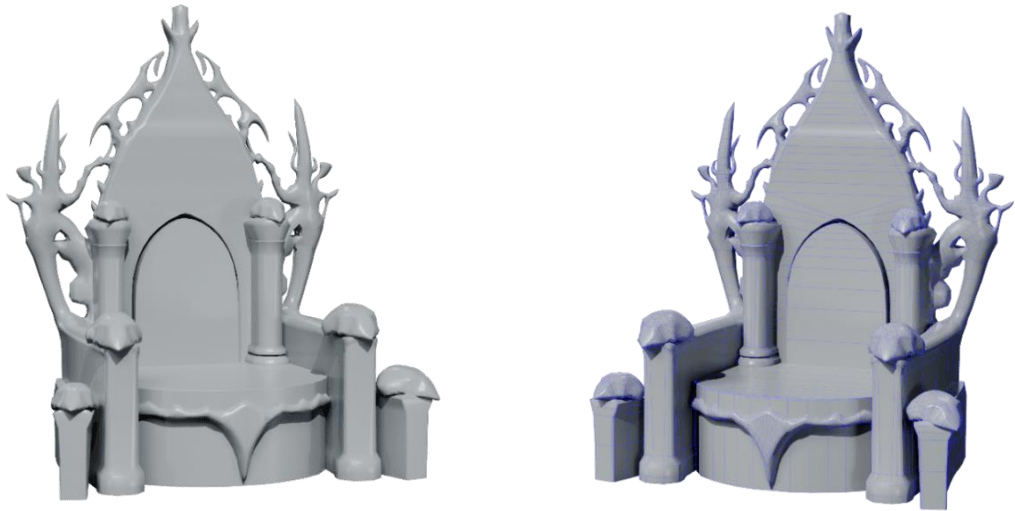


Рисунок 6.2 – Візуальна перевірка топології другої моделі

В результаті візуальної перевірки топології 3D-моделей зі стандартним шейдером без текстур, артефактів чи спотворень виявлено не було. Так само, було додатково проведено перевірку сітки кожної з моделей на наявність помилок, n-гонів, тощо. Результат перевірки має позитивний характер, негативних елементів сітки знайдено не було. Також було проведено тестування з різними шейдерами, тим самим перевірено коректність відображення моделі та наявність артефактів (рис. 6.3, рис. 6.4).



Рисунок 6.3 – Тестування першої моделі з різними шейдерами



Рисунок 6.4 – Тестування другої моделі з різними шейдерами

В результаті проведення тестування з різними шейдерами, було помічено незначні деформації, пов'язані із сіткою моделей, при використанні шейдерів із високим рівнем металічності. Дані недоліки не є критичними, оскільки в результаті накладання карти нормалей та текстур на моделі, дані спотворення нівелюються і не є помітними. Перевірка топології і аналіз її результатів дозволили гарантувати, що кінцевий продукт буде відповідати високим стандартам якості.

6.2 Перевірка полігонажу моделей

Оптимальний полігонаж для ефективної роботи на пристроях з різною потужністю процесора та відеокарти є ключовим аспектом при розробці 3D-контенту для відеоігор. Полігонаж визначає кількість полігонів, з яких складається модель, і впливає на продуктивність гри та якість її візуалізації. Оптимальний полігонаж забезпечує наступні переваги:

баланс між деталізацією та продуктивністю, який дозволяє зберегти високий рівень деталізації моделей без значного впливу на продуктивність гри;

відсутність артефактів, оскільки моделі з надто високим полігонажем можуть викликати проблеми з артефактами та спотвореннями при рендерингу.

Оптимізація полігонів допомагає уникнути цих проблем;

оптимізовані моделі можуть коректно відображатися на широкому спектрі пристроїв. Це розширює аудиторію гри і підвищує її доступність;

зниження полігонажу дозволяє ефективніше використовувати обмежені ресурси пристроїв, такі як оперативна пам'ять та відеопам'ять.

Було проведено тестування на різних пристроях. Перевірка моделей була проведена на комп'ютерах з різною потужністю процесора та відеокарти, щоб оцінити їхню продуктивність у різних умовах. В ході тестування головним показником є число кадрів в секунду). Вимірювання проводиться для виявлення можливих просідань продуктивності та визначення оптимального полігонажу.

Для даного етапу тестування було використано декілька ноутбуків з різними характеристиками, а саме Dream Machines Gaming Laptop, Xiaomi Mi Gaming Laptop, HP Victus Gaming та Lenovo LOQ.

Тестування проводилось із високими налаштуваннями графіки. В результаті було отримано наступні показники:

Dream Machines Gaming Laptop – 135 FPS (рис. 6.5);

Xiaomi Mi Gaming Laptop – 112 FPS;

HP Victus Gaming – 89 FPS;

Lenovo LOQ – 73 FPS.

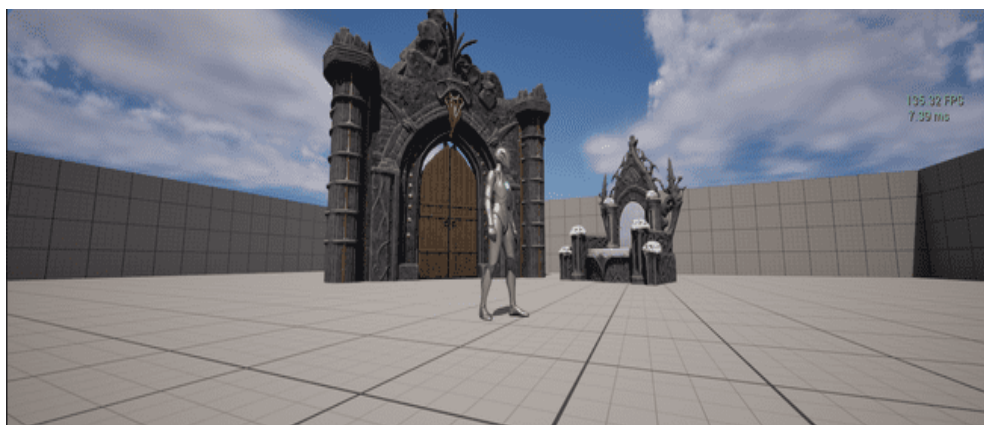


Рисунок 6.5 – Перевірка FPS на Dream Machines Gaming Laptop

Отримані показники є дуже хорошим результатом, оскільки навіть на найслабшому за технічними характеристиками Lenovo LOQ показник кількості кадрів на секунду є суттєво вищим за 60. Для того, щоб отримати плавну картинку та комфортний геймплей, рівень FPS на комп'ютерних пристроях має бути вищим за 60 кадрів на секунду.

При показникові, який є нижчим за дане число, можуть з'являтися затримки та лаги, що погіршує користувацький досвід.

Також, було проведено перевірку деталізації. Для цього було виконано огляд моделей у різних ракурсах та при різних умовах освітлення для оцінки візуальної якості та рівня деталізації. Окрім цього, варто провести ретельний аналіз моделей на предмет наявності артефактів чи спотворень, викликаних надмірним або недостатнім полігонажем (рис. 6.6).

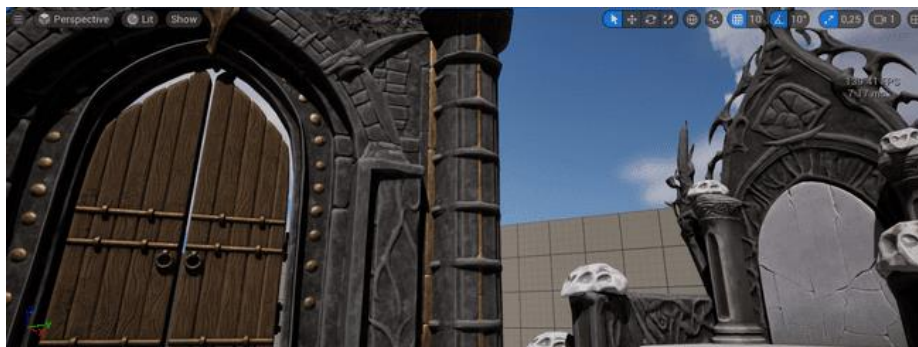


Рисунок 6.6 – Перевірка деталізації в Unreal Engine

В результаті перевірки, було зроблено висновок, що полігонаж моделей є оптимальним і забезпечує високий рівень деталізації, при цьому не маючи значного впливу на продуктивність. Артефактів чи спотворень виявлено не було, моделі виглядають чітко і коректно відображаються на різних пристроях.

6.3 Тестування адаптивних налаштувань графіки

Використання адаптивних налаштувань графіки, щоб моделі могли коректно відтворюватися як на потужних відеокартах, так і на базових вбудованих графічних процесорах, є важливим аспектом розробки 3D-контенту

для відеоігор. Дані налаштування мають позитивний вплив на доступність гри для широкого загалу, а саме:

широка сумісність сприяє розширенню аудиторії відповідної гри, дозволяючи залучити більше гравців, незалежно від технічних характеристик їхніх пристроїв;

адаптивні налаштування дозволяють знижувати якість графіки на пристроях із обмеженими можливостями, що зменшує навантаження на графічні процесори і підвищує продуктивність гри;

оптимізація графічних налаштувань сприяє зменшенню лагів і фризів, забезпечуючи гладкий ігровий процес навіть на слабких пристроях;

гравці можуть налаштувати якість графіки відповідно до можливостей свого обладнання та особистих уподобань, що підвищує задоволеність користувачів.

На етапі тестування було проведено ретельну перевірку адаптивних налаштувань графіки для забезпечення коректного відображення моделей на різних пристроях. Вимірювання продуктивності було виконано за допомогою моніторингу кількості кадрів в секунду для оцінки впливу різних налаштувань графіки на продуктивність гри. Також проводилась перевірка якості відображення текстур на різних налаштуваннях графіки, щоб забезпечити чіткість і деталізацію моделей. Додатково, на даному етапі також виконується ретельний огляд моделей для виявлення можливих артефактів або спотворень, викликаних зміною графічних налаштувань.

Під час проведення тестування було зафіксовано рівень кількості кадрів на секунду на чотирьох рівнях якості графіки: Low, Medium, High та Epic. В результаті було отримано наступні показники:

low – 174 FPS (рис. 6.7);

medium – 163 FPS;

high – 148 FPS;

epic – 130 FPS (рис. 6.8).

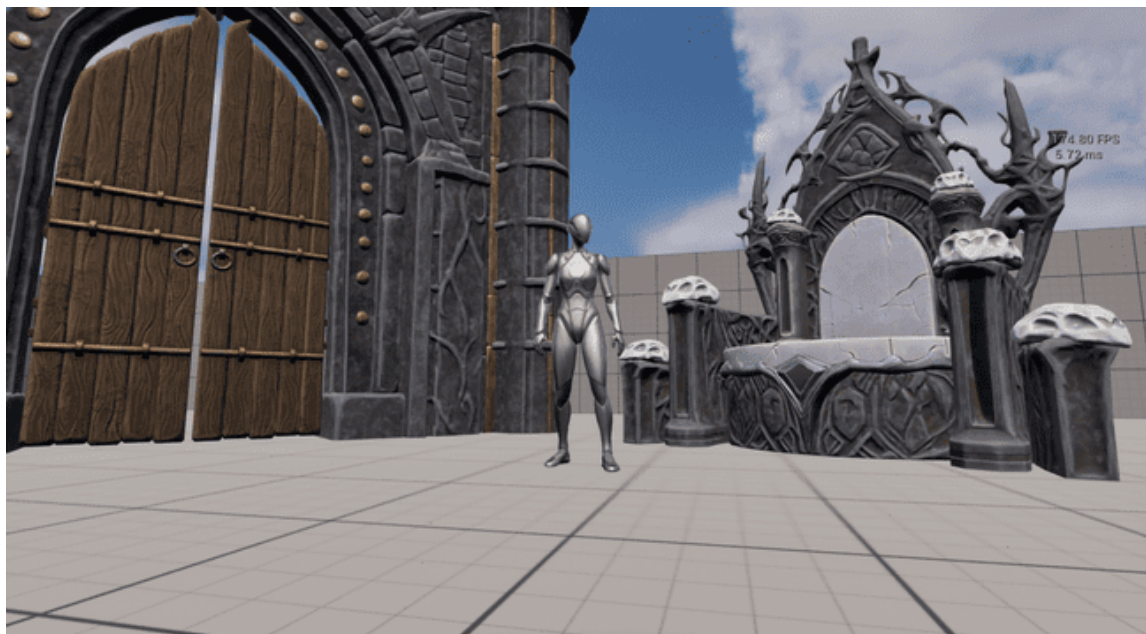


Рисунок 6.7 – Перевірка FPS на низьких налаштуваннях графіки



Рисунок 6.8 – Перевірка FPS на епічних налаштуваннях графіки

В результаті можна зробити висновок, що зміна налаштувань графіки впливає на деталізацію тіней. На низьких налаштуваннях тіні промальовуються не дуже якісно, але якість текстур моделей залишається незмінною. При підвищенні рівня деталізації, можна побачити підвищення якості промальовування тіней, їх глибини, тощо. Було оглянуто 3D-моделі на появу

артефактів та порушення якості текстур. На жодному з оглянутих налаштувань графіки проблем помічено не було.

Окрім цього, було проведено бета-тестування за участю гравців з різними пристроями для збору зворотного зв'язку і виявлення потенційних проблем з адаптивними налаштуваннями. Аналіз відгуків бета-тестерів виявився схвальним, нарікань на продуктивність гри не було, візуальний стиль і якість асетів теж отримали високі оцінки.

6.4 Тестування адаптивності до різних роздільних здатностей екранів

Адаптивність до різних роздільних здатностей екранів, щоб моделі виглядали чітко на різних за розмірами моніторах, є важливим аспектом розробки 3D-контенту для відеоігор. Важливо, щоб 3D-моделі виглядали чітко і деталізовано на екранах будь-якого розміру та роздільної здатності. Це забезпечує високу якість візуального досвіду для всіх гравців. Крім того, забезпечення адаптивності дозволяє уникнути артефактів або розмиття зображень і зберегти візуальну цілісність моделей. Гравці можуть обирати різні роздільні здатності залежно від своїх уподобань та можливостей пристрою, що підвищує їхню задоволеність від гри.

На етапі тестування було проведено ретельну перевірку адаптивності 3D-моделей до різних роздільних здатностей екранів. Це включало наступні дії:

- тестування на екранах різних розмірів, щоб забезпечити коректне відображення на будь-якому пристрої;

- перевірку чіткості та деталізації моделей на різних роздільних здатностях для виявлення можливих проблем із відображенням;

- виявлення артефактів або розмиття зображень, які можуть виникати при зміні роздільної здатності.

Тестування на роздільній здатності 1920x1080 (рис. 6.9) дало позитивний результат. Проблем із відображенням текстур виявлено не було, моделі також працюють прогнозовано, артефактів не з'явилося.



Рисунок 6.9 – Перевірка чіткості текстур в Unreal Engine

Також в результаті бета-тестування з участю користувачів, що використовують різні пристрої та роздільні здатності екранів, була розширена база відгуків з приводу виявлення потенційних проблем. Аналіз відгуків від бета-тестерів дав зрозуміти, що незалежно від роздільної здатності та розміру монітора, моделі виглядають чітко і деталізовано. Мильності чи нечіткості текстур виявлено не було, так само як і артефактів чи деформацій 3D-моделей.

7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У результаті виконання кваліфікаційної роботи створено дві готові до використання 3D-моделі для комп'ютерної гри «Curse Of The Night». Можливість більш детального ознайомлення з віртуальним світом «Curse Of The Night» за допомогою 3D-моделей та інших візуальних елементів є діючим методом для залучення уваги цільової аудиторії до проєкту та підвищення її інтересу до гри.

Економічна ефективність проєкту розраховується перед розробкою 3D-моделей, у результаті чого можливо спрогнозувати потенційний ефект. Розрахунок надає можливість провести аналіз ефективності проєктування порівняно з аналогами.

Розглянемо переваги розроблених 3D-моделей.

Розроблені 3D-моделі створені за допомогою провідних інструментальних засобів, які використовуються в індустрії. Це дозволяє скоротити витрати часу на розробку.

Текстури максимально оптимізовані, в результаті чого досягається економія дискового простору. Оптимізація топології та кількості полігонів моделей дозволяє підвищити рівень частоти кадрів у грі.

Гра не має високих системних вимог, що дозволить гравцям зі слабкими комп'ютерами отримати новий ігровий досвід.

Розглянемо порядок проєктування 3D-моделей.

У даному випадку розробка gameready 3D-моделей містить у собі наступні етапи:

– початковий етап, на якому формулюються основні вимоги до 3D-моделей, створюється технічне завдання й розробляються специфікації. Також проводиться пошук референсів для знаходження цікавих текстурних рішень;

- етап підготовки до створення highpoly, на якому проводиться моделювання базових форм, які в подальшому стануть основою для високодеталізованих версій моделей;
- етап створення highpoly, у ході виконання якого відбувається скульптинг і створюються високодеталізовані версії моделей;
- етап створення lowpoly включає в себе ретопологію, тобто створення низькодеталізованих версій моделей, і створення UV-розгортки для можливості проведення наступного етапу;
- етап створення текстурних компонентів, на якому проводиться запікання текстурних карт і в подальшому текстурування моделей;
- етап перевірки правильності роботи, на якому проводиться тестування моделей в ігровому рушії.

Здійснимо розрахунок собівартості та ціни розробки 3D-моделей.

У собівартість розробки 3D-моделей входять наступні статті витрат:

- основна заробітна плата;
- додаткова заробітна плата;
- єдиний соціальний внесок;
- інші витрати.

Розробкою 3D-моделей займаються два фахівці: 3D-художник та розробник. Зарплата 3D-художника становить 180,00 грн/год, розробника – 150,00 грн/год. При цьому тривалість робочого дня кожного з них становить 8 годин. 3D-моделі розробляються 12 днів.

Розрахунок основної заробітної плати наведено у табл. 7.1.

Додаткова заробітна плата – це винагорода за роботу понад встановлені норми, за трудові досягнення, креативність та за особливі умови праці. Вона містить додаткові виплати, надбавки, гарантійні та компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством, а також премії за виконання виробничих завдань і функцій. Розрахунок додаткової заробітної плати:

$$16920,00 \times 0,2 = 3384,00 \text{ грн.}$$

Таблиця 7.1 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Етап	Вид робіт	Виконавець		Годинна ставка, грн	Тривалість виконання, дні	Заробітна плата, грн
		кількість, ос.	посада			
1	2	3	4	5	6	7
1. Підготовчий	Формулювання вимог до 3D-моделей	1	розробник	150,00	0,5	600,00
	Пошук референсів	1	3D-художник	180,00	0,5	720,00
2. Підготовка до створення highpoly	Моделювання базових форм	1	3D-художник	180,00	1	1440,00
3. Створення highpoly	Скульптинг	1	3D-художник	180,00	4	5760,00
4. Створення lowpoly	Ретопологія	1	3D-художник	180,00	1	1440,00
	Створення UV-розгортки	1	3D-художник	180,00	1	1440,00
5. Створення текстурних компонентів	Запікання текстурних карт	1	3D-художник	180,00	1	1440,00
	Текстурування	1	3D-художник	180,00	2	2880,00
6. Перевірка правильності роботи	Тестування в ігровому рушії	1	розробник	150,00	1	1200,00
Разом					12	16920,00
Додаткова заробітна плата (20 %)						3384,00
Усього						20304,00

До інших витрат слід віднести витрати на обслуговування комп'ютерної техніки, що використовується виконавцями проекту, і плату за електроенергію.

Витрати на електроенергію розраховуються виходячи зі споживаної потужності пристрою і тарифу на електроенергію. У даному випадку передбачається використання моноблоку і ноутбуку з потужністю 0,143 кВт/год і 0,23 кВт/год відповідно. Вартість 1 кВт/год електроенергії прийнято у розмірі 2,64 грн. Оскільки моделі розроблялися 12 днів, час використання електроенергії в процесі розробки складає 96 годин.

Розрахунок плати за електроенергію:

$$(0,143 \times 2,64 \times 96) + (0,23 \times 2,64 \times 96) = 36,24 + 58,29 = 94,53 \text{ грн.}$$

Витрати на обслуговування техніки визначаються виходячи з її вартості та часу експлуатації, після закінчення якого, вона підлягає заміні (зазвичай цей час не перевищує 3-х років). Вартість моноблоку складає 45000,00 грн, а ноутбуку – 70000,00 грн. Також у роботі використовується графічний планшет вартістю 5590,00 грн. Протягом року техніка використовується 254 робочих дні.

Розрахунок суми витрат на обслуговування за час виконання проєкту:

$$(120590,00 \div (3 \times 8 \times 254)) \times 96 = 1899,06 \text{ грн.}$$

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

$$(16920,00 + 3384,00) \times 0,22 = 4466,88 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості розробки:

$$(20304,00 + 94,53 + 1899,06 + 4466,88) \div 1 = 26764,47 \text{ грн.}$$

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

$$26764,47 \times 0,3 = 8029,34 \text{ грн.}$$

Розрахунок ціну розробки 3D-моделей без податку на додану вартість:

$$26764,47 + 8029,34 = 34793,81 \text{ грн.}$$

Розрахунок суми ПДВ, що дорівнює 20 % від ціни без ПДВ:

$$34793,81 \times 0,2 = 6958,76 \text{ грн.}$$

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

$$34793,81 + 6958,76 = 41752,57 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків наведено у табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Розрахунок витрат на розробку

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн
1	Основна заробітна плата	16920,00
2	Додаткова заробітна плата	3384,00
3	Єдиний соціальний внесок	4466,88
4	Витрати на обслуговування техніки	1899,06
5	Витрати на електроенергію	94,53
6	Собівартість розробки 3D-моделей	26764,47
7	Прибуток	8029,34
8	Ціна без ПДВ	34793,81
9	ПДВ	6958,76
10	Ціна з урахуванням ПДВ	41752,57

Таким чином, повна вартість розробки 3D-моделей складе 41752,57 грн. Термін виконання усіх етапів розробки становить 12 днів для команди, до якої входять розробник та 3D-художник. Очікувана сума прибутку складе 8029,34 грн.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання атестаційної роботи було створено тривимірний мультимедійний контент для гри «Curse Of The Night». Це включило в себе розробку двох високоякісних 3D-моделей, які покращують ігровий досвід і підвищують залученість гравців.

У ході виконання були визначені цілі і завдання проекту, що допомогло зрозуміти, які саме 3D моделі потрібно створити для гри «Curse Of The Night» та як вони будуть інтегровані в неї. Було проведено збір референсів, які стали основою для створення 3D моделей. Було проведено аналіз і подальший вибір інструментальних засобів для розробки.

Розроблено необхідний тривимірний контент для гри, що включило в себе наступні етапи:

- моделювання базових форм;

- скульптинг;

- ретопологія;

- створення UV-розгортки;

- запечення текстурних карт;

- текстурування.

В завершення розробки, було проведено тестування в ігровому рушії для перевірки взаємодії створених 3D-моделей з Unreal Engine 5. Було обґрунтовано економічну доцільність розробки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Miller T., Brown K. Design Principles for Immersive Virtual Environments. *Journal of Game Development*. 2020. P. 102–117.
2. Schell J. *A Book of Lenses. The Art of Game Design*. 2008. P. 133–149.
3. Мартиненко Є. Зародження геймдеву в Україні і перспективи його розвитку. DOU. URL: <https://gamedev.dou.ua/blogs/the-origin-of-gamedev-in-ukraine/> (дата звернення: 30.05.2024).
4. GameSpy: Rise Of The Roguelikes: A Genre Evolves - Page 1. Wayback Machine. URL: <https://web.archive.org/web/20181013192444/http://pc.gamespy.com/pc/ftl-faster-than-light/1227287p1.html> (дата звернення: 17.05.2024).
5. Saltzman M. The Best Roguelike Games – IGN. *IGN*. URL: <https://www.ign.com/articles/top-10-roguelikes> (дата звернення: 17.05.2024).
6. r/roguelikes. Reddit. URL: <https://www.reddit.com/r/roguelikes/> (дата звернення: 17.05.2024).
7. Risk of Rain 2. Steam. URL: https://store.steampowered.com/app/632360/Risk_of_Rain_2/ (дата звернення: 03.06.2024).
8. Rogue Spirit. Steam. URL: https://store.steampowered.com/app/1554970/Rogue_Spirit/ (дата звернення: 03.06.2024).
9. ArcRunner. Steam. URL: <https://store.steampowered.com/app/1575830/ArcRunner/> (дата звернення: 03.06.2024).
10. Дейнека Д.В., Кулішова Н.Є. Основні етапи технології розробки тримірних моделей архітектурних об'єктів для мультимедійних видань // 26-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI

столітті».19-21 квітня 2022 р. Зб. матеріалів форуму. Т. 6. Харків: ХНУРЕ, 2022. С. 53 – 54.

11. PureRef. URL: <https://www.pureref.com/> (дата звернення: 04.06.2024).

12. Best Note Taking App - Organize Your Notes with Evernote. Evernote. URL: <https://evernote.com/> (дата звернення: 04.06.2024).

13. Pinterest. URL: <https://www.pinterest.com/> (дата звернення: 04.06.2024).

14. Autodesk Maya: Create expansive worlds, complex characters, and dazzling effects. Autodesk. URL: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview?term=1YEAR&tab=subscription> (дата звернення: 04.06.2024).

15. Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software. blender.org. URL: <https://www.blender.org/> (дата звернення: 04.06.2024).

16. Cinema 4D - Intuitive 3D modeling & animation software to create... Maxon. URL: <https://www.maxon.net/en/cinema-4d> (дата звернення: 04.06.2024).

17. ZBrush. Maxon. URL: <https://www.maxon.net/en/zbrush> (дата звернення: 04.06.2024).

18. Autodesk Mudbox: Sculpt detailed characters and models. Autodesk. URL: <https://www.autodesk.com/products/mudbox/overview?term=1-YEAR&tab=subscription> (дата звернення: 04.06.2024).

19. 3D Coat 2024. Create 3D models easily: Voxel Sculpting, Retopo, Texturing, Modeling. 3D Coat. URL: <https://3dcoat.com/ua/> (дата звернення: 04.06.2024).

20. Home | TopoGun. TopoGun. URL: <https://www.topogun.com/> (дата звернення: 04.06.2024).

21. RIZOMUV - UV Mapping 3D Software - RIZOM-LAB. Rizom-Lab. URL: <https://www.rizom-lab.com/> (дата звернення: 04.06.2024).

22. Try – headus UVLayout. UVLayout. URL: <https://www.uvlayout.com/try/> (дата звернення: 04.06.2024).
23. Marmoset Toolbag 4 - 3D Rendering, Texturing, & Baking Tools. Marmoset. URL: https://marmoset.co/toolbag/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw9vqyBhCKARIsAIIcLMERC2Uwzw86RgaYuwjqyaBgRR0tJEzacfNF6_Adh8yiOwZX9pJR5JQaAnYXEALw_wcB (дата звернення: 04.06.2024).
24. Малюйте 3D-текстури в реальному часі. Adobe. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d-painter.html> (дата звернення: 04.06.2024).
25. xNormal. URL: <https://xnormal.net/> (дата звернення: 04.06.2024).
26. Створення 3D-матеріалів без обмежень. Adobe. URL: <https://www.adobe.com/ua/products/substance3d-designer.html> (дата звернення: 04.06.2024).
27. Shinabery K. Introduction to ArtStation!. Medium. URL: <https://kennshinabery.medium.com/introduction-to-artstation-b3b3caa47a10> (дата звернення: 17.05.2024).
28. Беседа А. Полігональне моделювання: суть методу, ключові особливості, рекомендації в роботі. Rocketmen. URL: <https://rocketmen.com.ua/ua/article/polygonic> (дата звернення: 17.05.2024).
29. Digital 3D Sculpting for Beginners. What is 3D sculpting?. AAA Game Art Studio. URL: <https://aaagameartstudio.com/blog/digital-3d-sculpting-for-beginners/> (дата звернення: 17.05.2024).
30. Lookinar. URL: <https://lookinar.com/uk/education-uk/shho-take-retopologiya/> (дата звернення: 17.05.2024).
31. Що таке UV Mapping?. 3DCoat 2024. Create 3D models easily: Voxel Sculpting, Retopo, Texturing, Modeling. URL: <https://3dcoat.com/ua/articles/article/what-is-uv-mapping/> (дата звернення: 05.06.2024).

32. Benjamin M. Ebadati Benjamin M. Ebadati. Texel Density Importance in 3D Game Asset creation. Artstation. URL: <https://www.artstation.com/blogs/bendvfx/G1nB/texel-density-importance-in-3d-game-asset-creation> (дата звернення: 17.05.2024).

33. The Toolbag Baking Tutorial | Marmoset. Marmoset. URL: <https://marmoset.co/posts/toolbag-baking-tutorial/> (дата звернення: 17.05.2024).

34. 3D texturing solution with Adobe Substance 3D. URL: <https://www.adobe.com/products/substance3d/discover/3d-texturing.html> (дата звернення: 17.05.2024).

35. Кулішова Н.Є., Манскова Ю.Ю. Використання фізично коректного рендерингу (pbr) під час створення фотореалістичної 3d моделі для комп'ютерних ігор // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : матеріали Молодіжної школи-семінару ІХ Міжнар. наук.-техн. конф., 14-28 травня 2024 р. – Харків : ТОВ «Друкарня Мадрид», 2024. – Т. 2. – С. 166-168.