

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4КГ-08

Дипломний проект

здобувачки освіти денної форми навчання

КГ.08.18.000.ДП

***ПОЗНАНСЬКОЇ
МАРІЇ ПАВЛІВНИ***

**м. Одеса
2025 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: **123 «Комп'ютерна інженерія»**

Освітньо-професійна програма: **«Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»**

Група: **4КГ-08**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

Розробка інтерактивної візуальної моделі
середньовічної архітектури

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 75 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 14 аркушах (слайдах)

Дипломник [підпис] (Познанська М.П.)

Керівник [підпис] (Жадан А.С.)

Консультанти:

з економічного розділу [підпис] (Канський М.Ю.)

з розділу охорони праці та техніки безпеки [підпис] (Чорновол Н.І.)

з нормоконтролю [підпис] (Петрашова В.І.)

старший консультант [підпис] (Кривченко Ю.В.)

До захисту допущений

Голова циклової комісії [підпис] (Кривченко Ю.В.)

Завідувач відділення [підпис] (Краснокутська К.Г.)

Захист «24» червень 2025 р.

Протокол ЕК № 4

Оцінка ЕК 4 (добре) / 80%.

Секретар ЕК [підпис]

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та ПІ
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітньо-професійна програма «Комп'ютерна графіка і web-дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Заст. дир. з НВР Беркань І.В.
« 19 » 05 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект

Здобувачі освіти Познанській Марії Павлівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Розробка інтерактивної візуальної моделі середньовічної архітектури.

затверджена наказом по коледжу від « 14 » листопада 2024р. № 246

2. Термін здачі закінченого проекту _____

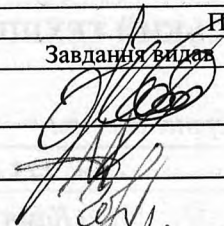
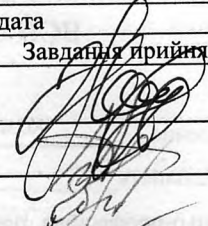
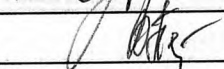
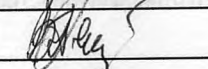
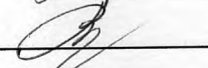
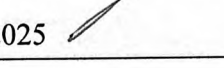
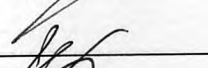
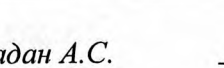
3. Вихідні данні до проекту _____

1. Передбачити інтеграцію 3D-моделей середньовічних замків у веб-застосунок;
2. Застосовувати Blender для моделювання та <model-viewer> для відображення моделей;
3. Впровадити навігацію веб-застосунку та можливість взаємодії з тривимірними моделями (обертання, масштабування).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)
1. Аналіз середньовічної архітектури як предметної області; 2. Вибір технологій для розробки;
3. Розробка тривимірних моделей замків у Blender; 4. Створення структури та дизайну веб-
застосунку; 5. Інтеграція 3D-моделей; 6. Тестування роботи сайту та його інтерактивності;
7. Економічний розрахунок вартості розробки; 8. Охорона праці та техніка безпеки.

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)
Вступ; Схема технологій; Архітектура веб-застосунку; Файлова схема;
Функціональні можливості; Схема алгоритму; Моделювання; Розробка хедеру;
Кольорова гама веб-застосунку; Розробка компонентів; Фронтенд;
Тестування проекту; Посилання на веб застосунок.

6. Консультанти по проекту, із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видан	Завдання прийняв
Основний розділ	Жадан А.С.		
Економічний розділ	Канський М.Ю.		
Розділ охорони праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		
Старший консультант	Кривченко Ю.В.		

7. Дата видачі завдання 12.05.2025

Керівник Жадан А.С.

Завдання прийняв до виконання

Познанська М.П.

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1	Формування вступу	15. 05. 25	виконано
2	Аналіз предметної області та вивчення аналогів	16. 05. 25	виконано
3	Підбір технічної літератури та аналіз технологій	18. 05. 25	виконано
4	Проектування 3D-моделей	21. 05. 25	виконано
5	Реалізація 3D-моделей	25. 05. 25	виконано
6	Проектування веб-застосунку	28. 05. 25	виконано
7	Реалізація веб-застосунку	29. 05. 25	виконано
8	Тестування створеного веб-застосунку	01. 06. 25	виконано
9	Оформлення пояснювальної записки	06. 06. 25	виконано
10	Оформлення графічної (презентаційної) частини	09. 06. 25	виконано
11	Економічний розрахунок	12. 06. 25	виконано
12	Опис охорони праці та техніки безпеки	14. 06. 25	виконано
13	Аналіз результатів проектування	14. 06. 25	виконано
14	Підготовка доповіді для захисту	16. 06. 25	виконано

Дипломник

(підпис)

Керівник

(підпис)

[illegible]

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Основний розділ.....	8
1.1 Огляд предметної області.....	8
1.1.1 Огляд аналогічних продуктів.....	8
1.1.2 Опис обраної технології та етапів розробки	9
1.2 Огляд інструментів моделювання	12
1.2.1 Пошук 2D-макетів (референсів).....	12
1.2.2 Архітектура веб-застосунку.....	16
1.3 Реалізація веб-застосунку	22
1.3.1 Налаштування середовища Blender	22
1.3.2 Створення моделей	23
1.3.3 Програмування веб-застосунку	36
1.3.4 Система CSS змінних	41
1.4 Тестування веб-застосунку	43
1.4.1 Функціональний огляд головної сторінки.....	43
1.4.2 Функціональний огляд розділу «Замки»	44
1.4.3 Функціональний огляд розділу «3D-моделі»	45
1.4.4 Функціональний огляд розділу «Про проєкт»	46
1.4.5 Функціональний огляд розділу «Контакти».....	46
1.4.6 Функціональний огляд мобільної версії веб-застосунку	47
2 Економічний розділ	50
3 Розділ охорони праці та техніки безпеки.....	55
3.1 Аналіз негативних факторів при роботі за комп'ютером	55
3.2 Організація безпечного робочого місця	56
3.3 Гігієнічні вимоги до умов праці	57
3.4 Електробезпека та пожежна безпека.....	58
3.5 Режим праці та профілактичні заходи	59
Висновки.....	61
Перелік використаних інформаційних джерел	62

Додаток А. Фрагмент програмного коду головної сторінки.....63

Додаток Б. Слайди мультимедійної презентації68

					КГ 08. 18 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Середньовічна архітектура є важливим етапом у розвитку світової культури та мистецтва, що привертає увагу дослідників, архітекторів, істориків та широкої аудиторії [1]. В умовах активного розвитку інформаційних технологій та віртуальних середовищ актуальність створення інтерактивних візуальних моделей середньовічної архітектури постійно зростає. Такі розробки сприяють популяризації історико-культурної спадщини, розширенню можливостей вивчення архітектурних об'єктів та підвищенню ефективності освітніх процесів шляхом застосування сучасних засобів візуалізації.

Метою даної роботи є створення інтерактивної візуальної моделі, яка дозволить користувачам досліджувати архітектурні об'єкти у веб-середовищі. Реалізація цієї мети передбачає виконання низки завдань, зокрема аналіз архітектурних особливостей середньовічних споруд, створення тривимірних моделей замків у середовищі Blender, оптимізацію моделей для інтеграції у веб-застосунок, розробку функціонального веб-застосунку та забезпечення його інтерактивності й зручності для користувачів [2].

Для досягнення поставленої мети у роботі застосовуються методи тривимірного моделювання, текстурювання, оптимізації полігональних сіток, а також методи веб-програмування для інтеграції тривимірної графіки у браузерне середовище. У якості технологічної бази розробки використовується програма Blender для створення тривимірних моделей та фреймворки для інтеграції 3D-графіки у веб-застосунок.

Розробка призначена для використання як інтерактивний навчально-просвітницький інструмент, який надає можливість у зручному цифровому форматі ознайомлюватися з архітектурними особливостями середньовічних замків, розширюючи доступ до культурної спадщини за допомогою сучасних веб-технологій.

					КГ 08. 18 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ОСНОВНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Огляд предметної області

1.1.1 Огляд аналогічних продуктів

Аналізуючи існуючі проекти цифрової реконструкції архітектурних пам'яток було виявлено кілька типів рішень для представлення архітектурних об'єктів:

1. Віртуальні музеї та галереї – системи, що дозволяють віртуально "відвідувати" визначні архітектурні пам'ятки. Прикладом є Google Arts & Culture з їх віртуальними турами. Проекти такого типу, надають можливість «переміщатися» просторами історичних об'єктів за допомогою панорамної візуалізації або VR-навігації. Ключова особливість таких систем – реалізм подачі та точність просторового відтворення. Разом із тим, взаємодія з окремими архітектурними елементами часто обмежена, а художня реконструкція практично відсутня.

2. Спеціалізовані архітектурні платформи – наприклад, Sketchfab, де розміщуються 3D-моделі різних об'єктів, у тому числі й архітектурних. Дозволяють розміщувати готові 3D-моделі архітектурних структур, з можливістю їх перегляду в режимі реального часу. Відвідувачі мають змогу обертати об'єкти, масштабувати зображення, змінювати кути огляду, а також взаємодіяти з анімаційними або технічними шарингами. Основний акцент у таких проєктах – на візуальній презентації моделі, а не на історичній реконструкції чи користувацькій навігації. До того ж, подібні рішення рідко забезпечують цілісну контекстуалізацію архітектурного середовища.

3. Освітні портали – сайти, що надають великий обсяг інформації щодо архітектурних стилів, історії будівництва, конструкцій та еволюції архітектури. Часто тут надаються двовимірні ілюстрації, схеми, креслення або, рідше, 3D-моделі. Основна перевага – глибокий історичний контекст та дидактична орієнтація. Проте інтерактивна взаємодія з об'єктами залишається обмеженою, і цілісна просторово-візуальна модель майже не представлена.

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Було проведено порівняльний аналіз аналогів, результати якого наведено в Таблиці 1.1

Таблиця 1.1 Порівняння представлень архітектурних об'єктів

Характеристика	Google Arts & Culture	Sketchfab	Освітні платформи
Тип візуалізації	Панорамна, 360°, VR	3D WebGL	2D/3D ілюстрації
Рівень деталізації архітектури	Високий	Високий / змінний	Середній
Можливість навігації середовищем	Так	Частково	Зазвичай відсутня
Історична достовірність	Висока	Залежить від автора	Висока
Інтерактивність	Обмежена	Висока	Мінімальна
Можливість модифікації об'єкта	Немає	Лише власнику	Відсутня
Можливість художньої інтерпретації	Обмежена	Так	Мінімальна

Проте, більшість існуючих рішень або зосереджені виключно на реалістичному відтворенні історичних пам'яток, або представляють фентезійні об'єкти без належного історичного контексту. Запропонований проект має на меті поєднати історичну достовірність базових архітектурних елементів з художньою інтерпретацією у фентезійному стилі.

1.1.2 Опис обраної технології та етапів розробки

Для реалізації інтерактивної візуальної моделі середньовічної архітектури було обрано комплексний підхід, який передбачає використання трьох груп інструментів:

Основним середовищем для створення моделей обрано Blender, який забезпечує баланс між потужністю функціоналу та гнучкістю експорту в різні формати (FBX, OBJ, glTF). Перевагами цього програмного забезпечення є підтримка процедурного моделювання, висока точність у створенні архітектурних елементів, а також активна спільнота та наявність відкритих бібліотек референсів [3].

Для реалізації візуалізації моделей у браузері використано JavaScript-бібліотеку <model-viewer>, що дозволяє ефективно працювати з WebGL та забезпечувати інтерактивну побудову сцен у реальному часі. Бібліотека підтримує завантаження 3D-моделей, налаштування освітлення, камери, матеріалів та елементів взаємодії (керування мишею, вибір об'єктів, анімація).

Вебінтерфейс розроблено на основі HTML5, CSS3 та JavaScript, із застосуванням фреймворку Bootstrap для адаптивного макетування. Це дозволило досягти доступності контенту як на стаціонарних, так і на мобільних пристроях.

Технологічну основу проекту становить комплекс сучасних веб-технологій, оптимізованих для створення інтерактивних тривимірних застосунків. Центральну роль відіграє технологія WebGL – стандарт для рендерингу тривимірної графіки в веб-браузерах без використання додаткових плагінів.

WebGL базується на стандарті OpenGL ES і забезпечує апаратне прискорення графіки через взаємодію з графічним процесором. Це дозволяє досягти високої продуктивності при відображенні складних тривимірних сцен безпосередньо в браузері. Технологія підтримується всіма сучасними браузерами та мобільними пристроями, що забезпечує широку доступність додатку.

Для спрощення роботи з WebGL використовується бібліотека Model Viewer – спеціалізований веб-компонент від Google для відображення тривимірних моделей. Бібліотека автоматично обробляє завантаження моделей у форматі GLTF/GLB, забезпечує стандартні елементи управління камерою, підтримує технології доповненої реальності (AR) та оптимізує продуктивність для різних пристроїв [4].

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Тривимірні моделі створені в програмному пакеті Blender – безкоштовному професійному інструменті для 3D-моделювання, анімації та рендерингу. Blender забезпечує повний цикл створення тривимірного контенту: від моделювання геометрії до налаштування освітлення та експорту готових моделей. Програма підтримує всі сучасні стандарти тривимірної графіки та має активну спільноту розробників.

Формат GLTF (Graphics Language Transmission Format) обраний як стандарт для зберігання та передачі тривимірних моделей. Цей формат оптимізований для веб-застосунків: підтримує ефективне стиснення геометрії та текстур, забезпечує швидке завантаження, зберігає інформацію про матеріали та освітлення. GLTF підтримує прогресивне завантаження, що дозволяє розпочати відображення моделі ще до повного завантаження всіх деталей.

Каркас веб-застосунку побудований на технологіях HTML5, CSS3 та JavaScript ES6+. HTML5 забезпечує семантичну структуру документа та підтримку мультимедійного контенту. CSS3 використовується для стилізації інтерфейсу, створення анімацій та забезпечення адаптивності дизайну. JavaScript відповідає за інтерактивність, обробку подій користувача та інтеграцію з тривимірними компонентами.

Для прискорення розробки та забезпечення консистентності дизайну використовується фреймворк Bootstrap 5. Цей CSS-фреймворк надає готові компоненти інтерфейсу, систему сітки для адаптивної верстки та утиліти для швидкого стилізування. Bootstrap забезпечує сумісність із різними браузерами та пристроями.

Анімаційні ефекти реалізовані за допомогою бібліотеки GSAP (GreenSock Animation Platform). Ця професійна бібліотека забезпечує плавні та продуктивні анімації, підтримує складні тайминги та ефекти, має хорошу сумісність із різними браузерами. GSAP використовується для створення переходів між секціями, анімації появи елементів та інтерактивних ефектів. Нижче наведено блок-схему процесу розробки.

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

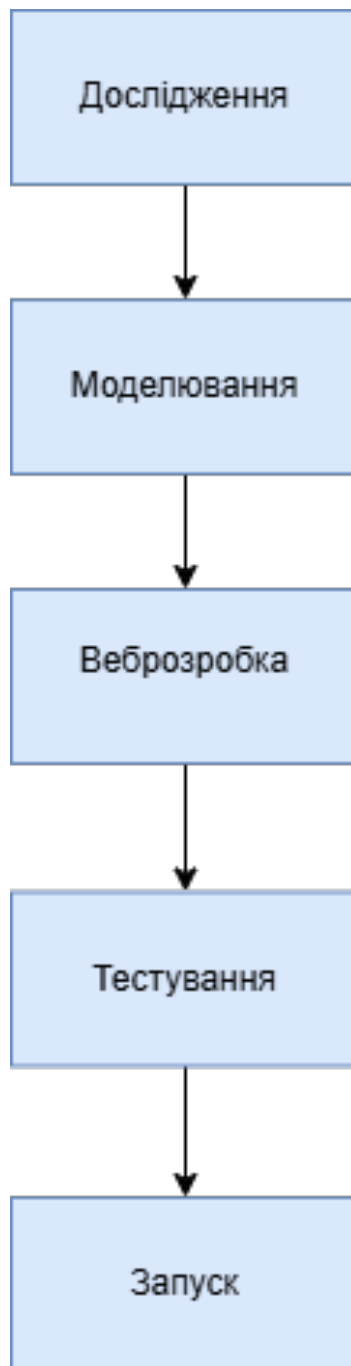


Рисунок 1.1. Блок-схема процесу розробки

1.2 Огляд інструментів моделювання

1.2.1 Пошук 2D-макетів (референсів)

Сучасна популярна культура активно використовує середньовічну архітектуру як основу для створення фантастичних світів. Особливо яскравим прикладом є архітектура замків у серіалі "Гра престолів" [5], де реальні історичні прототипи поєднуються з художніми елементами для створення унікального візуального стилю (Таблиця 1.2)

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Методи адаптації історичної архітектури у фентезі-проектах включають:

1. Масштабування: збільшення розмірів споруд для посилення драматичного ефекту.
2. Стилiстичне змішування – поєднання елементів різних епох та регіонів.
3. Фантастичні елементи – додавання неіснуючих конструктивних рішень.

Таблиця 1.2 Замки Вестеросу та їх реальні прототипи

Замок з серіалу	Реальний прототип	Місце зйомок	Архітектурні особливості
Вінтерфелл	Замки Йоркширу	Castell Coch (Уельс)	Готичні елементи, масивні башти
Королівська Гавань	Константинополь	Дубровник	Середземноморський стиль
Драконячий Камінь	Сан-Хуан де Гастелугаче	Басків країна	Морська фортифікація
Харренхол	Кенілворт	CGI-модель	Руїни готичного замку

Процес збору референсів розпочався з аналізу оригінальних описів із книжкової серії "Пісня льоду та полум'я". Джордж Мартін детально описує архітектурні особливості кожного замку, часто посиляючись на реальні історичні прототипи [6]. Ці літературні описи стали основою для визначення ключових архітектурних характеристик кожної споруди.

Візуальні референси почерпнуті з кількох джерел. Офіційні концепт-арти серіалу HBO надали сучасну інтерпретацію замків, адаптовану для кінематографічних потреб. Однак ці зображення часто спрощують архітектурну логіку заради візуального ефекту, тому потребували критичного аналізу.

Історичні аналоги відіграли ключову роль у формуванні достовірного зображення середньовічної архітектури. Для Вінтерфеллу референсами послужили північноєвропейські замки: Калмар у Швеції, Турку у Фінляндії, Акерсхус у Норвегії. Ці споруди демонструють адаптацію фортифікаційної архітектури до суворих кліматичних умов.

Королівська Гавань базується на архітектурних принципах пізньосередньовічних столичних резиденцій. Основними референсами стали Лувр у Парижі (до перебудови), Тауер у Лондоні, Алькасар у Сеговії. Ці

комплекси поєднують оборонні функції з репрезентативними завданнями королівської резиденції.

Кастерлі Рок інспірований гірськими фортецями Середземномор'я: Монсегюр у Франції, Хоенцоллерн у Німеччині, Прекарський замок у Словенії. Особливістю таких споруд є максимальне використання природного рельєфу для оборонних цілей.

Штормовий Кінець відображає принципи приморської фортифікації. Референсами стали Мон-Сен-Мішель у Франції, Едінбурзький замок у Шотландії, фортеця Дубровника в Хорватії. Ці споруди демонструють адаптацію до морського узбережжя та використання природних перешкод.

Орлине Гніздо базується на концепції недоступної гірської фортеці. Прототипами послужили замок Нойшванштайн у Баварії, Преджама у Словенії, монастир Метеора в Греції. Спільною рисою цих об'єктів є драматичне розташування на неприступних скелях.

Високий Сад втілює ідею замку-саду, що поєднує оборонні функції з естетичними завданнями. Референсами стали Версаль у Франції, Шенонсо в долині Луари, Гайдельберзький замок у Німеччині. Ці резиденції демонструють еволюцію від суто оборонних споруд до комфортних палаців.

Сонячне Коп'я відображає принципи південної архітектури, адаптованої до жаркого клімату. Основними аналогами стали Альгамбра в Іспанії, палаци Марокко, фортеці хрестоносців у Леванті. Особливістю цих споруд є використання внутрішніх двориків та систем природної вентиляції.

Ці референси лягли в основу побудови тривимірних моделей у середовищі комп'ютерного моделювання. Особливу увагу приділено пропорціям, масштабам та композиційній логіці споруд. Усі моделі проходили етап порівняння з літературними описами для перевірки відповідності духу оригіналу. Було враховано також сезонні й кліматичні особливості, які могли впливати на архітектурні рішення. Отримані моделі стали базою для подальших ескізів, ілюстрацій та анімаційних композицій.

Для візуалізації ідей було знайдено початкові референси (Рисунок 1.2), які

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

визначили загальні об'єми та структуру майбутніх моделей:

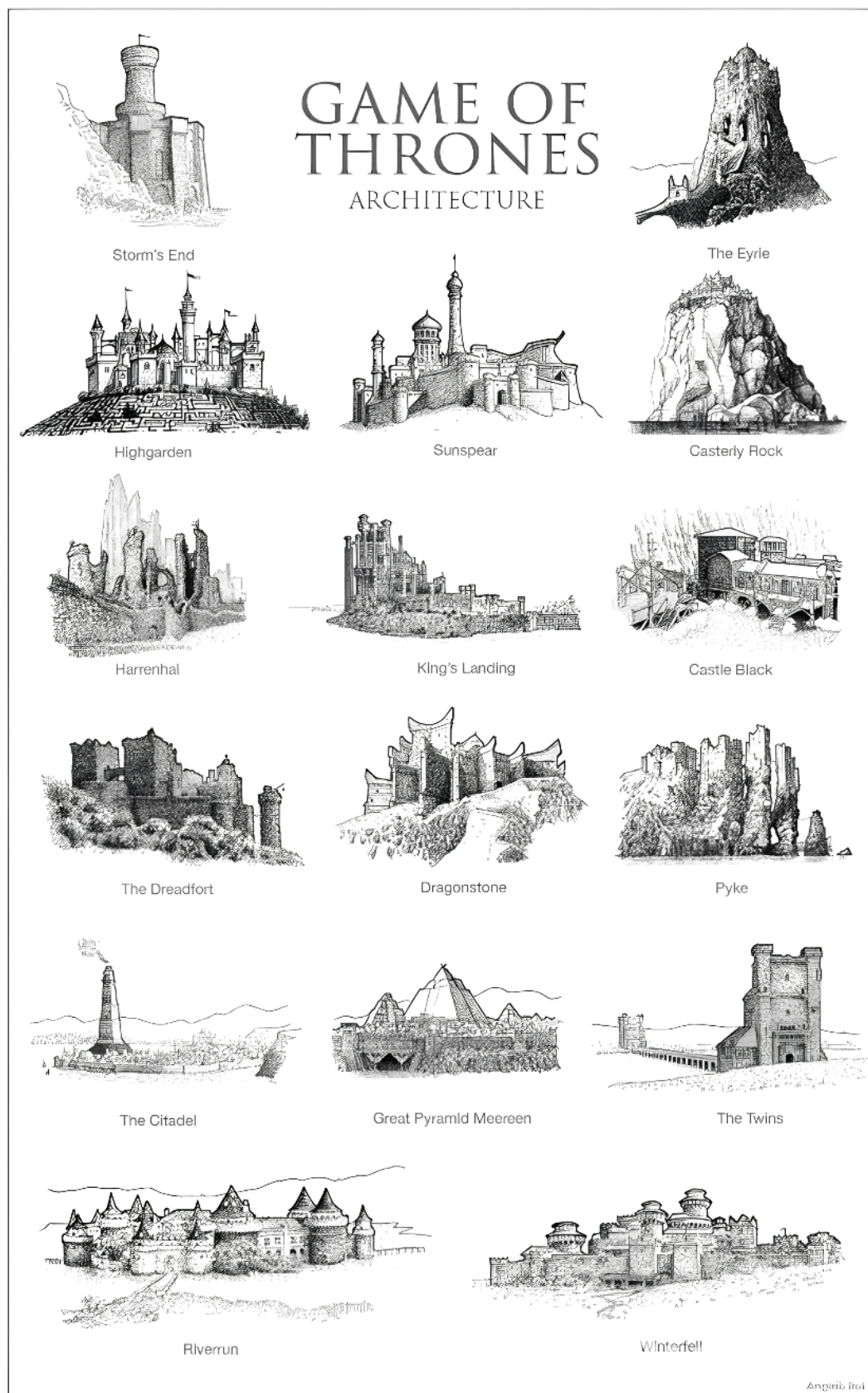


Рисунок 1.2. Референси середньовічних замків, натхненних реальними прототипами

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1.2.2 Архітектура веб-застосунку

Архітектурна концепція проекту реалізована через багат шарову модель, що забезпечує чіткий розподіл відповідальності та можливості для майбутнього розширення функціональності. Наведено на рисунку 1.3 Блок-схема архітектури веб-застосунку.

Презентаційний шар формує користувацький інтерфейс застосунку. Основою є адаптивна верстка, що забезпечує коректне відображення на різних типах пристроїв: від смартфонів до великих моніторів. Інтерфейс структурований як послідовність тематичних секцій, між якими користувач може вільно переміщатися.

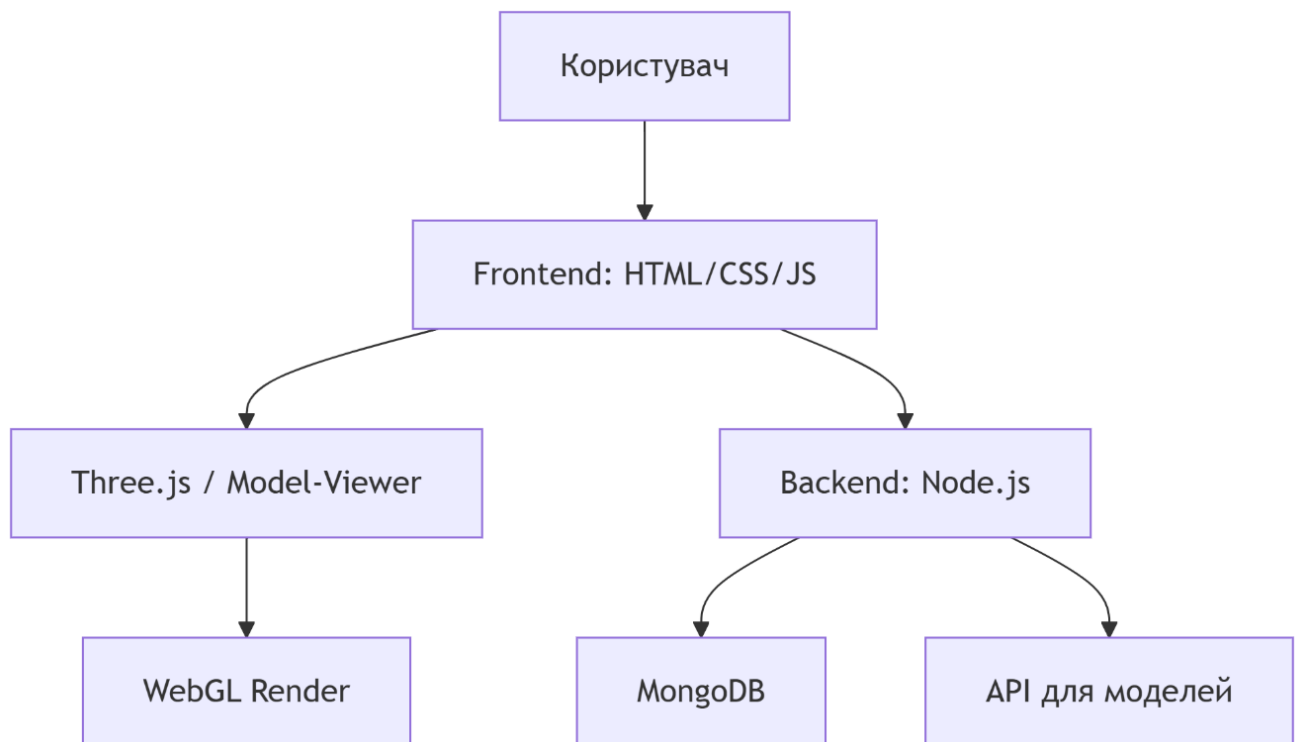


Рисунок 1.3. Блок-схема архітектури веб-застосунку

Навігаційна система побудована на принципі односторонньої сторінки з плавними переходами між розділами. Фіксована навігаційна панель забезпечує постійний доступ до всіх секцій застосунку. Додатково реалізована система автоматичного скролінгу та індикації поточного розділу.

Шар бізнес-логіки відповідає за обробку користувацьких взаємодій та координацію між різними компонентами системи. JavaScript-модулі організовані

за принципом слабкого зв'язування, що спрощує підтримку та розширення коду. Основні модулі включають: керування навігацією, обробку подій моделей, систему мультимовності, валідацію форм.

Шар даних містить статичний контент застосунку: тривимірні моделі, текстури, текстові описи, мультимедійні ресурси. Тривимірні моделі зберігаються у форматі GLB та завантажуються за потреби для оптимізації продуктивності. Система кеширування забезпечує швидкий доступ до часто використовуваних ресурсів.

Інтеграційний шар забезпечує взаємодію з зовнішніми сервісами та API. До цього шару належать: система веб-аналітики, інтеграція з соціальними мережами, сервіси надсилання електронної пошти через контактну форму, система збору відгуків користувачів.

Архітектура передбачає можливість майбутнього розширення функціональності: додавання нових замків, інтеграція з системами електронного навчання, розробка мобільного додатку, створення віртуальних турів з аудіогідом. Нижче наведено технологічний стек (таблиця 1.2):

Таблиця 1.2 Технологічний стек

Компонент	Технологія	Обґрунтування
Frontend	HTML5, CSS3, JavaScript (Three.js)	Оптимальна швидкість, підтримка WebGL
3D-рендеринг	WebGL, Model-Viewer	Найкраща підтримка AR/VR
Сервер	Node.js + Express	Легкість розробки API
База даних	MongoDB	Гнучкість для зберігання 3D-моделей

Для кращого розуміння структури та логіки функціонування веб-застосунку, що розробляється, на рисунку 1.4 представлено UML-діаграму класів, яка відображає ключові компоненти інтерфейсу та їхню взаємодію у межах системи. Дана діаграма демонструє зв'язки між модулями, що відповідають за

введення даних користувача, візуалізацію 3D-моделей замків, анімації та інтерактивні функції.

ContactForm – клас, що реалізує логіку роботи з формою зворотного зв'язку. Він дозволяє збирати дані користувача (ім'я, електронну пошту та повідомлення), а також перевіряти їхню коректність за допомогою методу validate(). Після перевірки користувач може надіслати форму (submit()) або очистити всі введені поля (reset()).

AnimationController – контролер, який відповідає за візуальні ефекти, зокрема прокручування та анімацію елементів інтерфейсу. Він використовує можливості бібліотеки GSAP і містить атрибути timeline (часова шкала анімацій) і ScrollTrigger (механізм тригерів при скролі). Методи цього класу – initScrollAnimations(), playSectionAnimations() та handleScrollEvents() – забезпечують ініціалізацію, запуск та контроль анімацій на сторінці.

Castle – один із центральних класів застосунку, який інкапсулює дані про кожну 3D-модель замку. Серед його атрибутів – унікальний ідентифікатор, назва, опис, шлях до 3D-моделі у форматі .glb та масив зображень. За допомогою методів get3DModel() і getImages() здійснюється доступ до цих ресурсів, які надалі передаються в систему візуалізації.

ModelViewer – клас, відповідальний за відображення моделей у браузері за допомогою WebGL. До його параметрів входять: src (шлях до моделі), exposure (освітлення сцени), cameraOrbit (позиція камери). Методи loadModel(), setCameraPosition() та enableAR() дозволяють здійснювати завантаження моделі, змінювати положення камери та активувати режим доповненої реальності (AR), що значно розширює функціональність платформи.

У результаті реалізації такої архітектури досягається чіткий розподіл обов'язків між компонентами, що спрощує підтримку та масштабування застосунку. Зв'язки між класами демонструють принципи модульності та повторного використання коду. Це дозволяє легко впроваджувати нові функції без порушення цілісності всієї системи.

Дана діаграма описує інтеграцію вхідних даних, керування анімаціями та

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

візуалізацію 3D-контенту в єдину систему, що забезпечує сучасний користувацький досвід.

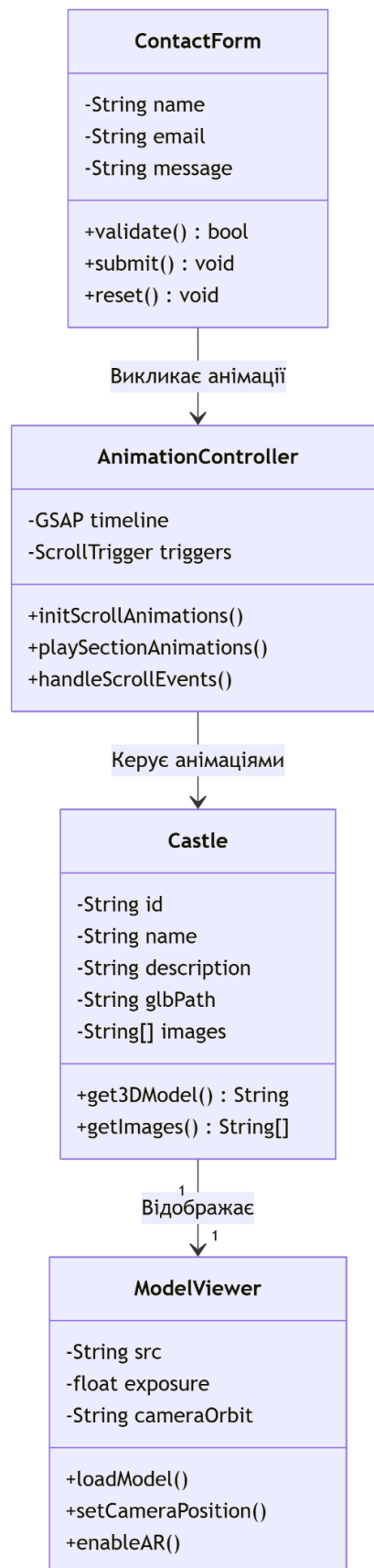


Рисунок 1.4. UML-діаграма класів інтерфейсу користувача та 3D-моделей

Ця діаграма відображає логічну структуру застосунку, у якій кожен об'єкт виконує окрему роль, а взаємодія між ними забезпечує повноцінну функціональність вебсередовища з 3D-візуалізацією та інтерактивною взаємодією.

На рисунку 1.5 представлено UML-діаграму класів, що демонструє взаємодію між основними компонентами системи, які відповідають за керування прокруткою, відображення анімованих карток замків, а також активацію доповненої реальності. Вона деталізує, як зміни стану одного елемента можуть впливати на інші частини інтерфейсу.

Клас `ModelViewerAR` реалізує логіку доповненої реальності. Він має два основні атрибути: `arEnabled` (означає, чи ввімкнено AR) і `arModes` (доступні режими AR). До методів належать `activateAR()` (активація режиму), `checkXRSupport()` (перевірка підтримки XR-пристроїв) та `showARButton()` (відображення кнопки AR).

Зміни у `ModelViewerAR` можуть ініціювати події у класі `ScrollManager`, який відповідає за обробку прокручування сторінки. Його атрибут `scrollPosition` зберігає поточне значення прокрутки. Основні методи: `handleScrollEvent()`, `updateNavbarState()` та `triggerAnimations()` – вони реагують на зміну прокрутки та активують відповідні візуальні ефекти.

Клас `CastleCard` описує структуру картки замку. До його атрибутів належать `title`, `imageUrl`, `description` та `isVisible` (визначає, чи відображається картка). Клас надає методи `show()`, `hide()` та `playRevealAnimation()` – для керування візуальним відображенням елементів на сторінці.

Обидва класи – `ScrollManager` і `CastleCard` – активно використовують методи класу `GSAPAnimation`, що відповідає за анімацію елементів за допомогою бібліотеки GSAP. У ньому зберігається об'єкт `timeline` для відстеження анімаційної послідовності. Метод `fadeIn()` застосовує ефект з'явлення, `slideFromLeft()` – зсув зліва, `parallaxEffect()` – імітацію паралаксу, а `registerScrollTrigger()` – інтеграцію з прокруткою.

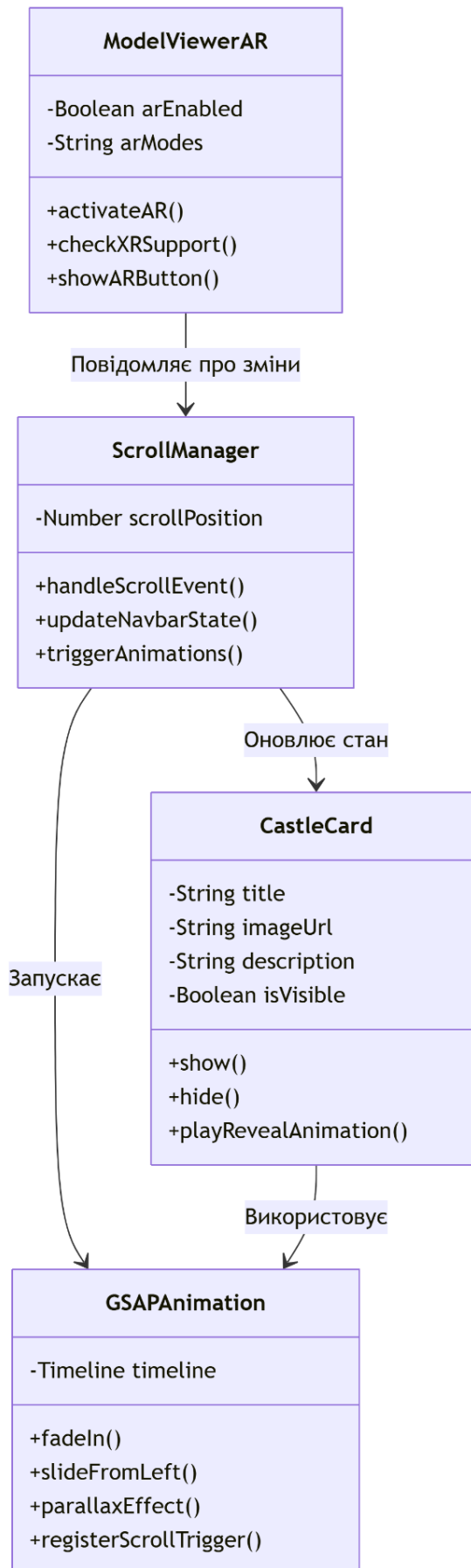


Рисунок 1.5. Діаграма класів, що демонструє взаємодію ScrollManager, CastleCard, GSAPAnimation і ModelViewerAR

1.3 Реалізація веб-застосунку

1.3.1 Налаштування середовища Blender

Blender 3.2 було обрано як основний інструмент моделювання через низку переваг: повну безкоштовність, активну спільноту розробників, вбудовану підтримку експорту в WebGL-сумісні формати (glTF/GLB), а також потужні інструменти для полігонального моделювання та процедурного текстурювання [7]. Нижче наведено порівняння з іншими програмними засобами (Таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 Порівняння програмних засобів для 3D-моделювання

Програма	Вартість	WebGL експорт	Складність освоєння	Підтримка спільноти
Blender	Безкоштовно	Відмінна	Середня	Відмінна
Maya	\$1700/рік	Через плагіни	Висока	Хороша
3ds Max	\$1700/рік	Через плагіни	Висока	Хороша
Cinema 4D	\$3000	Обмежена	Середня	Середня

Системні вимоги для ефективної роботи з Blender включають: процесор з підтримкою 64-бітної архітектури, мінімум 8 ГБ оперативної пам'яті, відеокарту з підтримкою OpenGL 3.3, та 2 ГБ вільного дискового простору для установки програми та тимчасових файлів.

Налаштування робочого середовища в Blender було оптимізовано для архітектурного моделювання. Встановлено додаткові аддони: Extra Objects для швидкого створення примітивів, Loop Tools для роботи з топологією, та Mesh: Inset Faces для створення архітектурних деталей.

Налаштовано систему одиниць виміру (метри), що забезпечує реалістичний масштаб об'єктів та спрощує експорт у веб-формати. Створено бібліотеку стандартних архітектурних елементів: цеглини різних типів, кам'яні блоки, дерев'яні балки, металеві елементи. Ці базові компоненти використовуються як основа для створення складних архітектурних форм через техніки модульного моделювання.

Налаштовано систему матеріалів із використанням Shader Editor. Створено процедурні матеріали для основних типів поверхонь: старий камінь із мохом, вивітрена деревина, окислений метал, черепичні покрівлі. Процедурні матеріали

забезпечують реалістичний вигляд без використання великих растрових текстур.

Система освітлення налаштована для імітації природного денного світла. Використовується HDRI-освітлення для реалістичних відблисків та тіней. Додатково створено кілька варіантів освітлення: ранковий, денний, вечірній, що дозволяє демонструвати замки в різних атмосферних умовах.

Конфігуровано експортні налаштування для формату GLTF. Оптимізовано параметри стиснення геометрії та текстур для мінімізації розміру файлів без втрати візуальної якості. Налаштовано автоматичне створення LOD (Level of Detail) для покращення продуктивності на слабких пристроях.

1.3.2 Створення моделей

Процес моделювання середньовічних архітектурних споруд базується на детальному аналізі історичних джерел та археологічних даних. Кожна модель створюється з дотриманням принципів історичної достовірності та архітектурної логіки того періоду.

Моделювання розпочинається з створення базових архітектурних елементів – стін, башт, воріт та внутрішніх приміщень. Геометрія створюється з використанням полігонального підходу, що забезпечує оптимальний баланс між деталізацією та продуктивністю. Кожен архітектурний елемент моделюється як окремий об'єкт з можливістю подальшого редагування та оптимізації.

Стіни замків створюються з урахуванням особливостей середньовічного будівництва. Товщина стін варіюється відповідно до їх функціонального призначення – зовнішні оборонні стіни мають значно більшу товщину порівняно з внутрішніми перегородками. Геометрія включає характерні елементи – бійниці, машикулі, зубці для захисту захисників.

Башти моделюються з дотриманням пропорцій та конструктивних особливостей різних типів оборонних споруд. Круглі башти створюються з використанням циліндричних примітивів з подальшою деталізацією. Квадратні та багатокутні башти формуються з базових геометричних форм з додаванням характерних архітектурних деталей.

Внутрішні приміщення моделюються з урахуванням функціонального

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

призначення кожного простору. Великі зали отримують відповідні пропорції та архітектурні елементи – колони, склепіння, вогнища. Житлові приміщення включають характерні деталі побуту середньовічного періоду.

Дахи та покриття створюються з урахуванням кліматичних умов та будівельних традицій. Моделювання включає різноманітні типи покриттів – від простих дерев'яних конструкцій до складних кам'яних склепінь. Особлива увага приділяється правильному відтворенню конструктивних з'єднань та опорних елементів.

Деталізація архітектурних елементів включає створення рельєфних прикрас, гербів, скульптурних елементів та інших декоративних деталей. Ці елементи створюються з використанням інструментів скульптурного моделювання та технік детального опрацювання поверхонь.

Етапи моделювання:

1. Блокінг базових форм – створення спрощених геометричних форм, що відповідають основним об'ємам майбутньої споруди. На цьому етапі використовувалися базові меші Blender: куби для стін, циліндри для круглих башт, площини для дахів.
2. Деталізація архітектури включала створення конструктивних елементів: зубців на стінах, арочних прорізів, колон, сходів та інших характерних деталей середньовічної архітектури. Особливу увагу приділяли історичній достовірності пропорцій та стилістичних особливостей. Нижче наведено таблицю архітектурні елементи та методи їх моделювання (Таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 Архітектурні елементи та методи їх моделювання

Елемент	Інструмент Blender	Складність	Час моделювання
Стіни замку	Extrude, Inset Faces	Низька	2-3 години
Круглі башти	Cylinder, Loop Cut	Середня	4-5 годин
Готичні арки	Bezier Curves, Solidify	Висока	6-8 годин
Зубці стін	Array Modifier	Низька	1-2 години
Сходи	Array + Curve Modifier	Середня	3-4 години

3. UV-розгортка – процес створення двовимірної карти текстурних координат для тривимірної моделі. Для архітектурних об'єктів використовувався метод планарного проектування з подальшим ручним редагуванням швів для оптимального використання текстурного простору.
4. Створення матеріалів здійснювалося з використанням вузлового редактора Blender. Для кожного типу поверхні (камінь, дерево, метал) створювалися PBR-матеріали з картами: Albedo (базовий колір), Normal (рельєф), Roughness (шорсткість), Metallic (металічність).
5. Етап цифрового скульптингу після побудови основної геометрії модель було переведено в режим Sculpt Mode для додаткового деталювання. На рис. 1.7 показано, як за допомогою кисті SculptDraw було застосовано невеликі рельєфні зміни для імітації нерівностей поверхні стін та колон, властивих грубій середньовічній кладці. Параметри кисті було налаштовано наступним чином: радіус 50 px, інтенсивність 0.5, жорсткість мінімальна – це дозволяло уникнути надмірної деформації геометрії та зберегти цілісність форми.

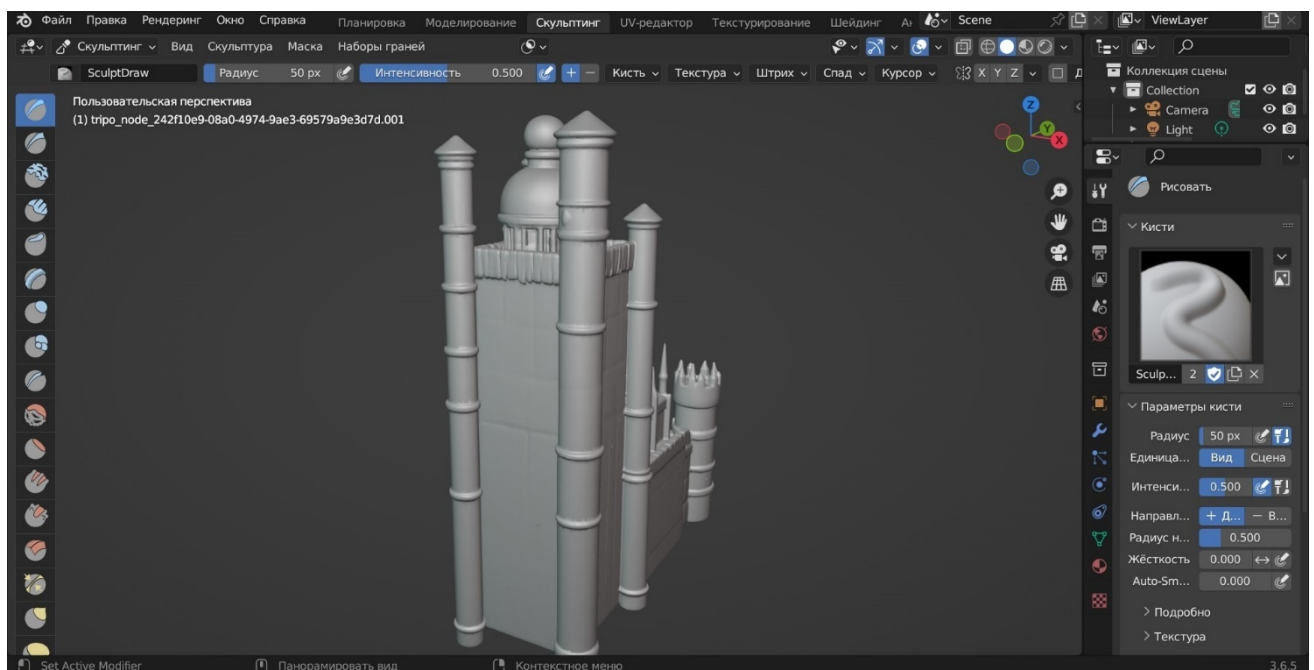


Рисунок 1.7 Режим скульптингу в Blender для додавання рельєфу на поверхні замку

UV-розгортка та текстурування.

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Після завершення скульптингу модель була підготовлена до текстурівання. На цьому етапі виконувалась UV-розгортка, що дозволила правильно проєціювати текстуру на поверхню об'єкта. Текстурне зображення було попередньо підготовлено у графічному редакторі або імпортовано з бібліотеки матеріалів.

Наступним кроком стало ручне фарбування текстури у Texture Paint Mode. На рис. 1.8 видно, як на основі UV-розгортки було застосовано текстуру з імітацією кам'яної кладки. Основну палітру склали коричневі, теракотові та червоно-коричневі відтінки, що підкреслюють матеріальність цегляної або кам'яної структури замку. Для точного нанесення деталей використовувалась кисть TexDraw з інтенсивністю 1.0.

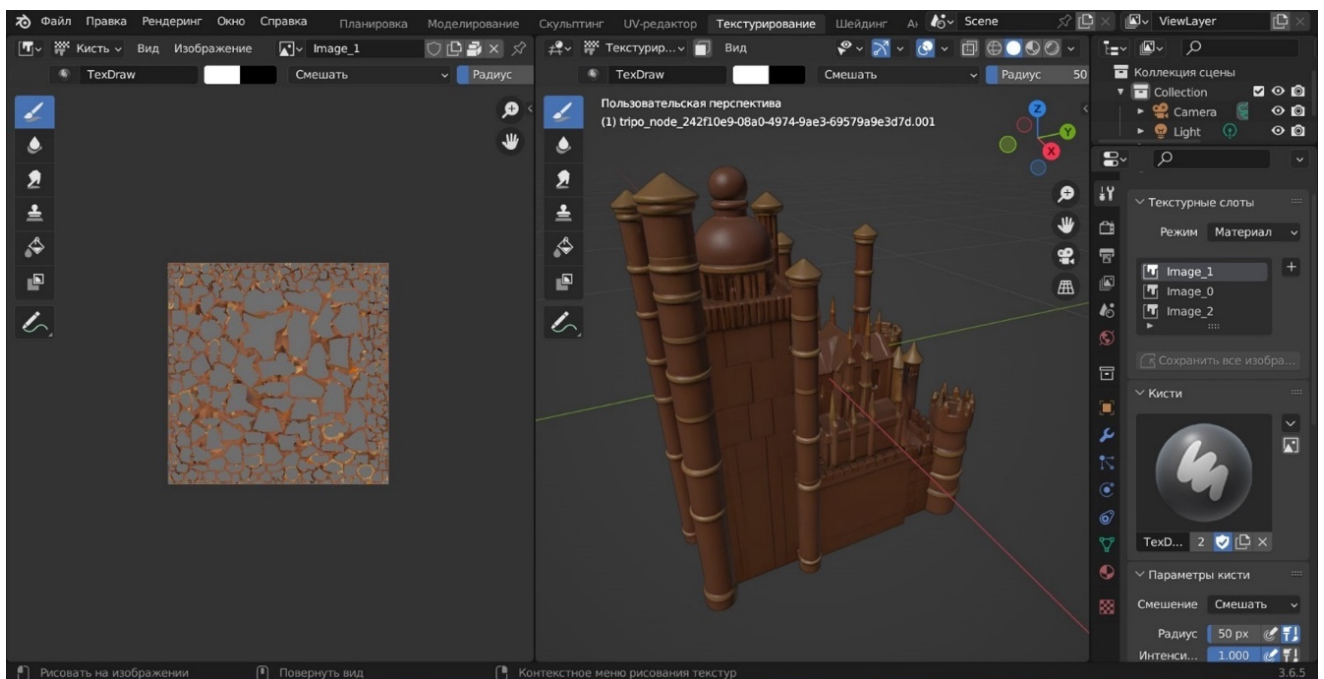


Рисунок 1.8 Текстурівання моделі 1 за допомогою UV-розгортки та ручного малювання у режимі Texture Paint

Далі було розроблено модель 2 вже іншого замку. На рис. 1.9 представлено модель 2 на яку текстура вже була частково нанесена. Добре видно, як об'ємні елементи зокрема купол, стіни та контрфорси отримали фактуру та візуальну глибину. Основна палітра складалася з теплих кольорів: від теракотового до темно-коричневого, що імітує випалений цегляний матеріал. В окремих зонах,

таких як декоративні елементи верхнього ярусу, були додані світліші тони для акцентів.

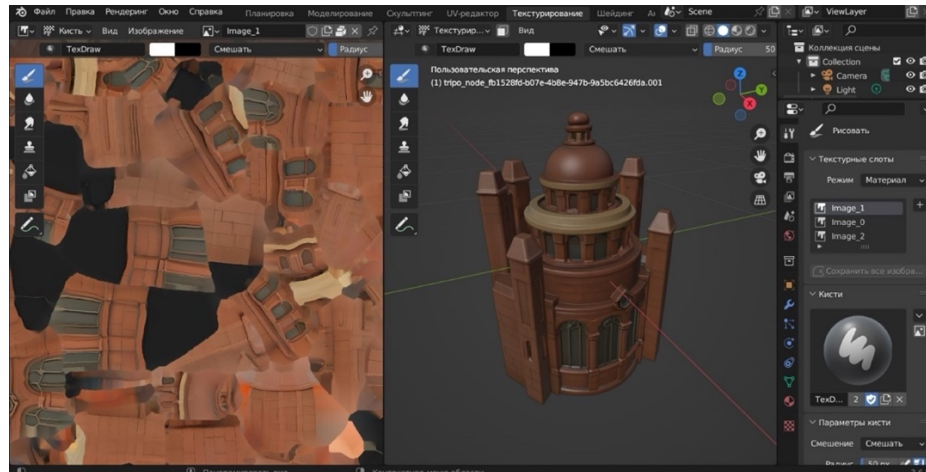


Рисунок 1.9 Текстурування моделі 2 за допомогою UV-розгортки та ручного малювання у режимі Texture Paint

Було зроблено перевірку текстури перед експортом На рис. 1.10 зображено модель 2 у режимі перегляду Solid View, без активної текстури. Такий режим дозволяє зосередитися на перевірці геометрії після накладення текстури, щоби переконатися у відсутності дефектів мапування, таких як розтягнення або зсув текстури. Видно, що модель зберігає правильну топологію, а всі текстуровані елементи точно відповідають своїм UV-фрагментам.

Цей контрольний перегляд був проведений перед остаточним експортом моделі у форматі .glb, щоб гарантувати її коректне відображення у візуалізаторах на сайті дипломного проєкту.

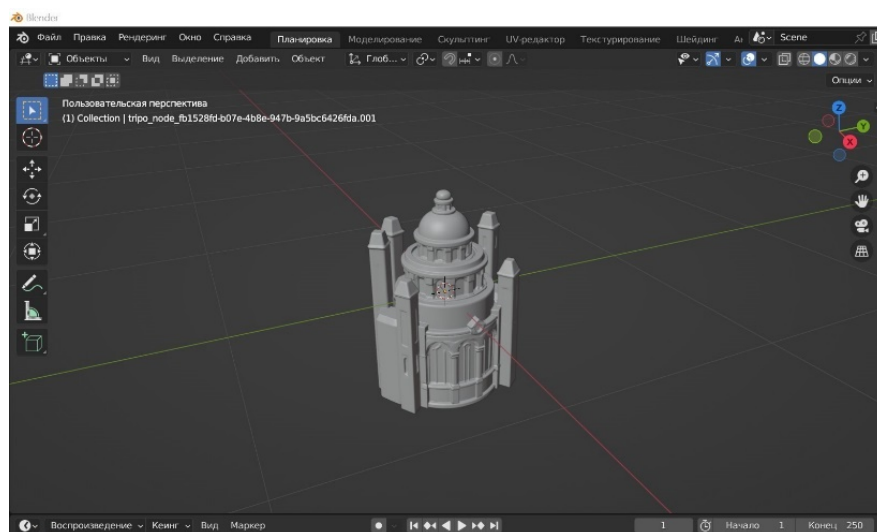


Рисунок 1.10 Перевірка моделі в режимі Solid View після текстурування

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Далі була розроблена тривимірна модель замку, яка стала основою для подальшого етапу – створення текстури та її ручного нанесення.

На рис. 1.11 представлено вже змодельований об'єкт середньовічного замку в середовищі Blender у режимі об'єктного перегляду. Модель має складну структуру: центральну вежу-донжон, чотири круглі кутові башти, оборонні стіни з зубцями та допоміжні прибудови. Завдяки правильному моделюванню з дотриманням пропорцій та архітектурних особливостей, об'єкт виглядає цілісно й реалістично навіть на етапі без текстуровання.

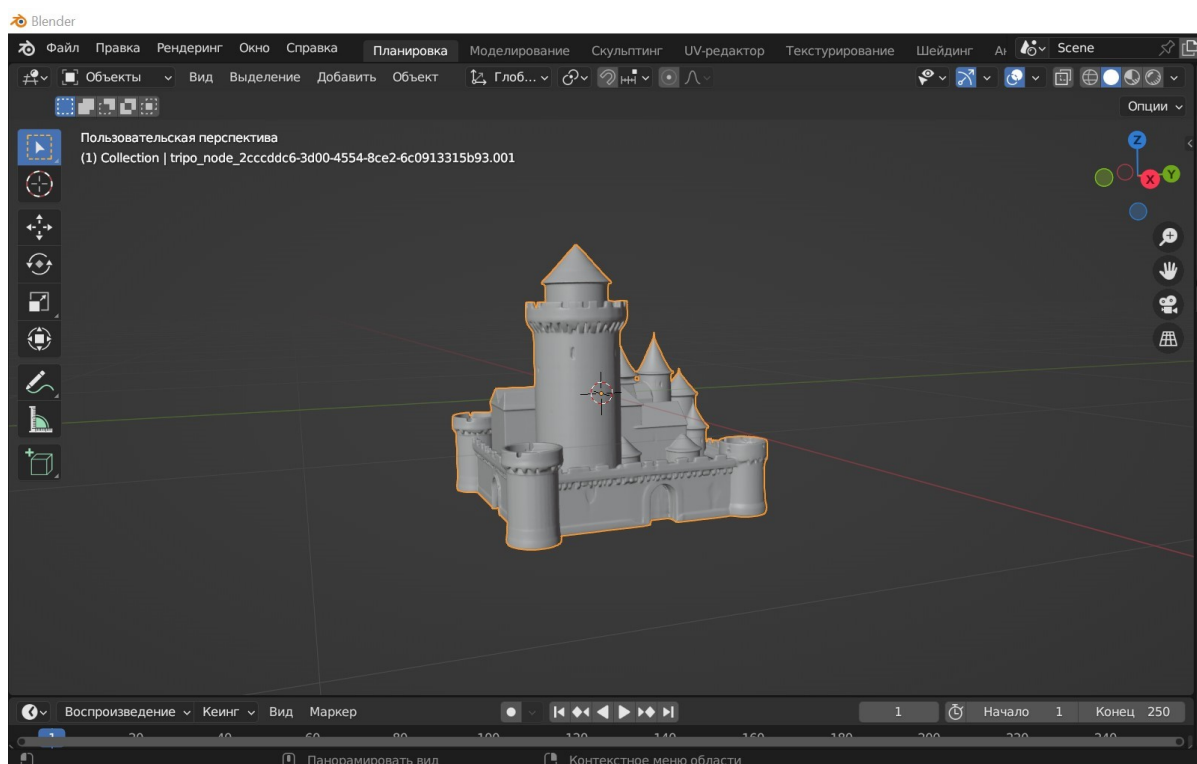


Рисунок 1.11 Представлено вже змодельований об'єкт моделі 3

На рис. 1.12 показано процес ручного нанесення текстури у режимі Texture Paint. Зліва видно UV-розгортку моделі, на яку накладається текстура. Замок у режимі перегляду текстурованого об'єкта. Для малювання використовувалась кисть TexDraw, що дозволяє точно наносити фарбу згідно з розгорткою. Інтенсивність була виставлена на 1.0, що забезпечує насичене й рівномірне нанесення кольору.

Текстура базується на темних синьо-сірих та антрацитових відтінках, які передають образ старовинного кам'яного мурування. Візуально модель набуває автентичного вигляду середньовічної фортеці, з характерним затемненням у

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

заглибленнях та легким висвітленням на виступах, що підкреслює об'єм та глибину архітектурних елементів.

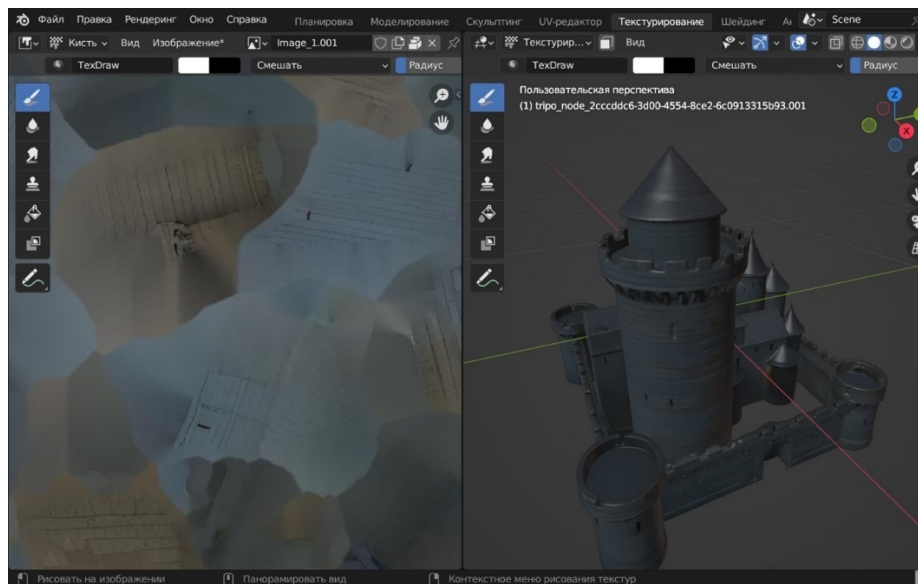


Рисунок 1.12 Текстурування моделі 3 за допомогою UV-розгортки та ручного малювання у режимі Texture Paint

Далі було розроблено ще одну 3D-модель середньовічного замку з розширеною архітектурною композицією. Як видно на рис. 1.13 об'єкт складається з великої кількості веж з загостреними дахами, високих стін та центрального внутрішнього двору, що робить композицію візуально складнішою та більш деталізованою. Всі елементи моделі були з'єднані в єдину структуру та оптимізовані для подальшого текстурування.

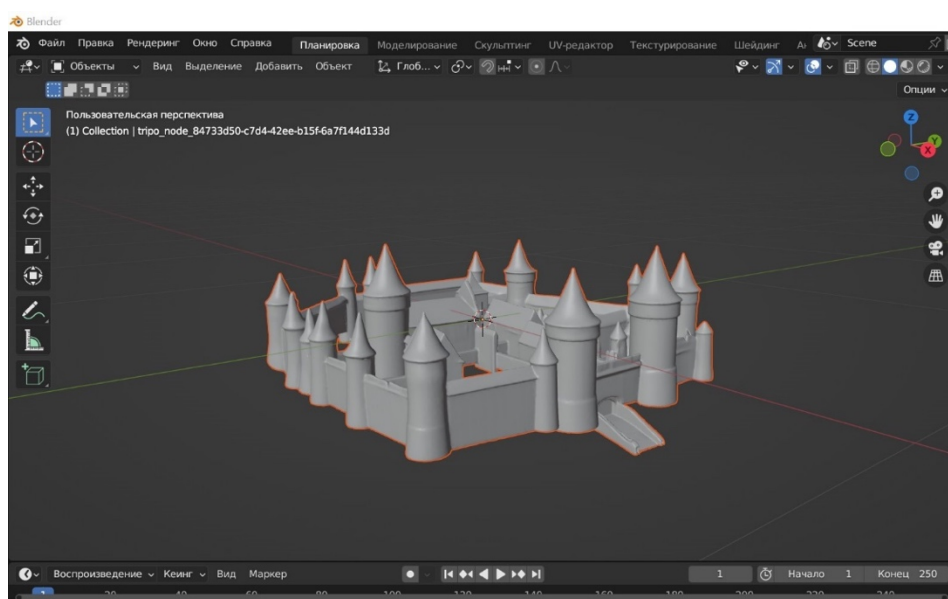


Рисунок 1.13 Представлено вже змодельований об'єкт моделі 4

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Наступним етапом, стало ручне фарбування моделі у режимі Texture Paint. В процесі фарбування використовувалась кисть TexDraw з обраним режимом змішування "Смешать", що дозволяло наносити кольори м'яко та природно. Основною палітрою були відтінки коричневого, охри та теракоти, які надавали моделі автентичного вигляду цегляної кладки або кам'яних мурів з елементами старіння.

UV-розгортка, на рис. 1.14, була ретельно підготовлена, завдяки чому текстура рівномірно розподілилась по всіх поверхнях замку без значних спотворень. Саме ця увага до деталізації у UV-моделюванні забезпечила якісний результат при візуалізації текстури.

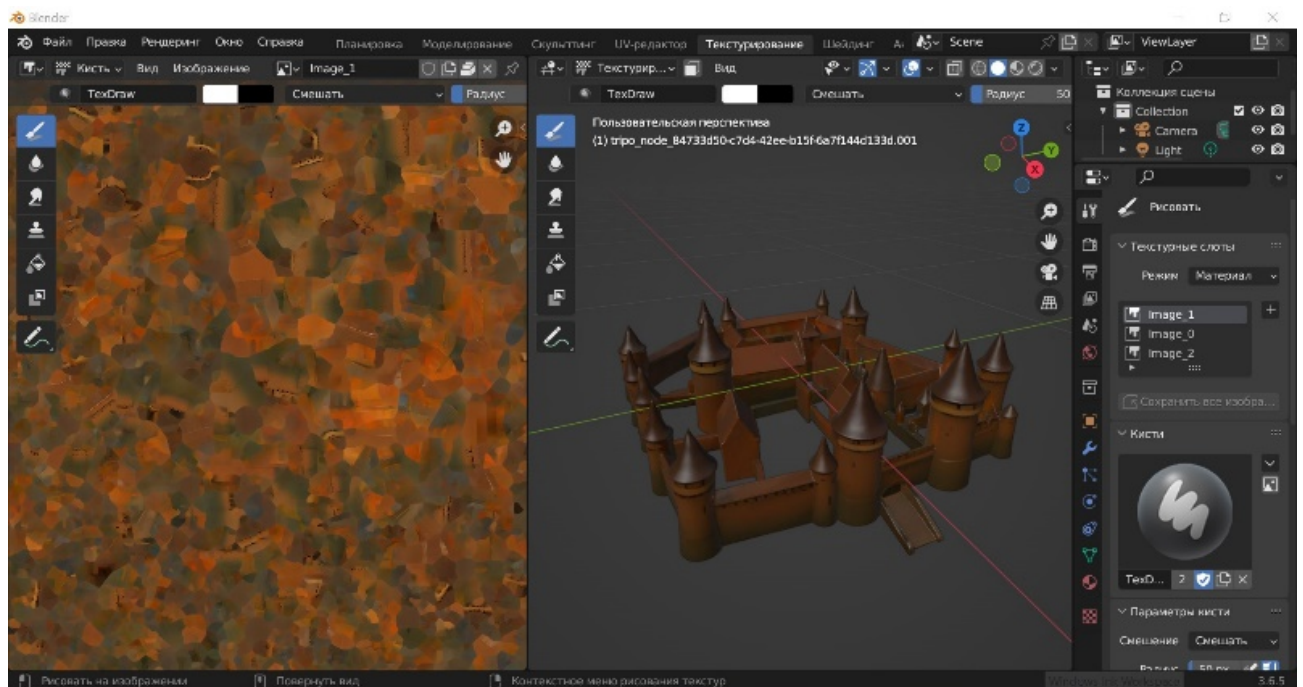


Рисунок 1.14 Текстурування моделі 4 за допомогою UV-розгортки та ручного малювання у режимі Texture Paint

Далі було створено ще одну 3D-модель середньовічного укріплення, цього разу з унікальною композицією, розташованою на високих скелях. Як видно на рис. 1.15, об'єкт складається з кількох веж, з'єднаних арковими мостами, що простягаються між масивними кам'яними утвореннями. Така конструкція надає моделі епічного вигляду та підкреслює її монументальність. Всі складові частини, зокрема башти, мости та скелі, були змодельовані вручну та з'єднані в єдину цілісну структуру для подальшого опрацювання текстур.

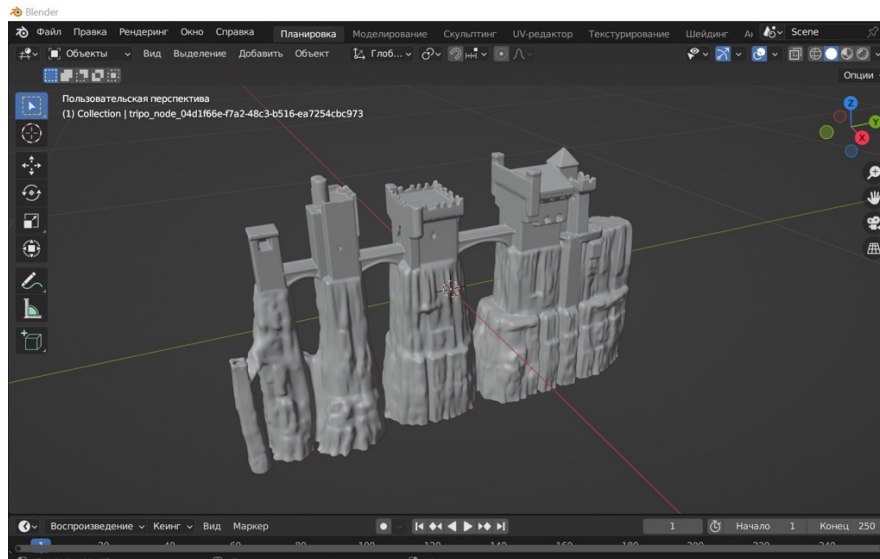


Рисунок 1.15 Представлено вже змодельований об'єкт моделі 5

Наступним етапом, стало ручне текстурування моделі у режимі Texture Paint. Основним інструментом виступала кисть TexDraw із режимом змішування "Смешать", що дало змогу плавно накладати кольори та досягти природного ефекту. Для скель були обрані холодні відтінки сірого та зеленого з домішками моху, а архітектурні елементи були пофарбовані в коричневі та глиняні тони, що імітують зістарений камінь.

На рис. 1.16 видно розгортку UV-координат, яка була ретельно налаштована для рівномірного розміщення текстури на складній геометрії об'єкта. Завдяки точному UV-меппінгу вдалося уникнути значних деформацій текстур, що є важливим чинником для створення реалістичного зовнішнього вигляду.

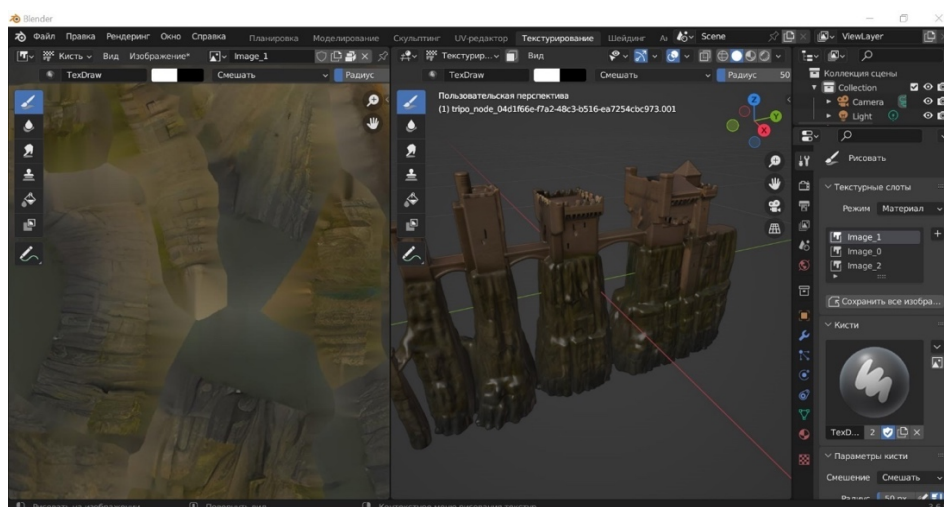


Рисунок 1.16 Текстурування моделі 5 за допомогою UV-розгортки та ручного малювання у режимі Texture Paint

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

У результаті цього етапу модель набула не лише архітектурної виразності, але й переконливої текстурної опрацювання, що дозволяє використовувати її у 3D-анімаціях, інтерактивних середовищах або як частину історичних реконструкцій.

Далі у процесі проєктування було створено ще одну варіацію 3D-моделі середньовічного замку, цього разу з більш лаконічною архітектурною структурою, що представлена на рис. 1.17. Цей варіант вирізняється компактною композицією з чотирма масивними вежами по кутах, з'єднаними товстими оборонними стінами. Незважаючи на простішу форму, конструкція виглядає монументально завдяки глибоко промодельованим деталям: зубцям на стінах, арочному входу та рельєфним елементам декору.

На наступному етапі, було здійснено текстурування об'єкта за допомогою інструментів режиму Texture Paint. Основним інструментом знову стала кисть TexDraw, яка дозволила вручну нанести текстури на поверхню замку. Використовувався режим змішування "Смешать", що забезпечив плавні переходи між кольорами та деталями текстури.

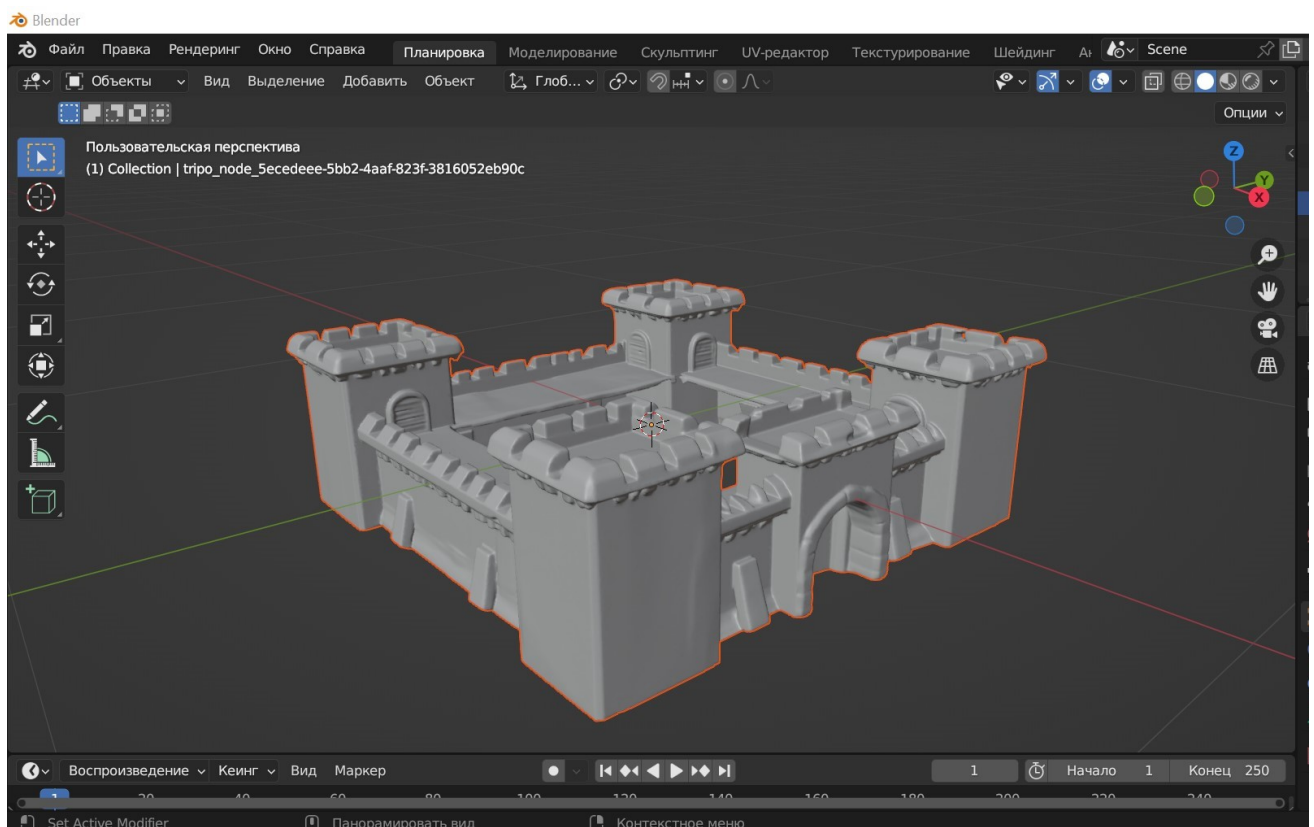


Рисунок 1.17 Представлено вже змодельований об'єкт моделі 6

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Особливу увагу було приділено правильному UV-розгортанню моделі, яке демонструється у лівій частині зображення (рис. 1.18). Розгортка була ретельно підібрана, щоб уникнути сильних спотворень, забезпечуючи рівномірний розподіл текстури по всій геометрії об'єкта. Це дозволило відобразити реалістичну фактуру каменю та зістарених стін, які добре передають атмосферу середньовічної архітектури.

Створена модель отримала завершений візуальний вигляд із чітко промальованими текстурами, які підкреслюють її конструктивні особливості. Такий підхід дозволяє успішно використовувати об'єкт у візуалізаціях, відеоіграх або історичних симуляціях, де важлива як точність архітектурного відтворення, так і візуальна виразність.

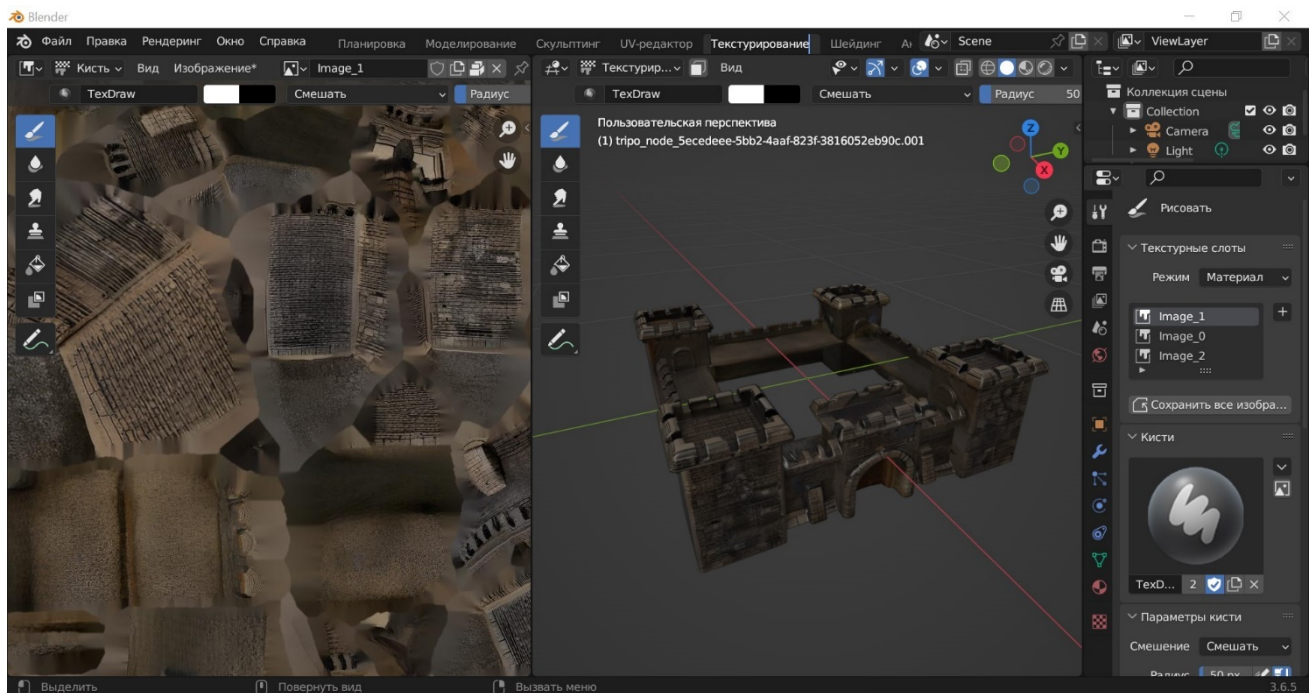


Рисунок 1.18 Текстурування моделі 6 за допомогою UV-розгортки та ручного малювання у режимі Texture Paint

На новому етапі роботи над проектом було створено складну сцену з розміщенням моделі замку на гористій місцевості (рис. 1.19). Високополігональна модель замку інтегрована в деталізований рельєф, створений за допомогою інструментів скульптингу або displacement-карт, що надало сцені реалістичності та глибини. Усі елементи були об'єднані в єдину сітку для подальшого текстурування.

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Було виконано розгортку UV всієї геометрії, що дало змогу нанести текстуру з урахуванням форм і контурів. У режимі *Texture Paint* здійснювалося ручне малювання по UV-мапі з використанням градієнтних переходів і маскування (рис. 1.20), що дозволило створити ефект водяної поверхні, зелених схилів і темного каменю.

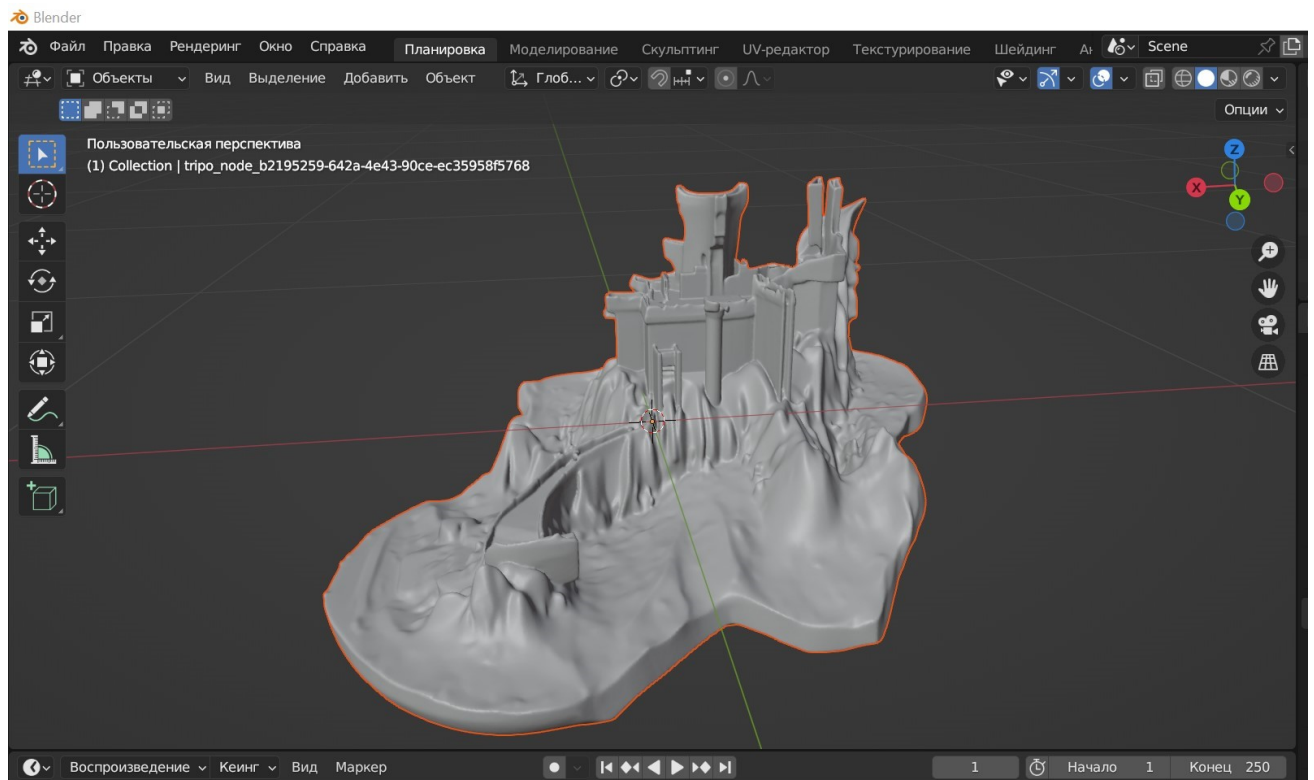


Рисунок 1.19 Представлено вже змодельований об'єкт моделі 7

У сцені вже на поточному етапі можна чітко розрізнити кілька ключових візуальних зон. Зокрема, зона води виділяється завдяки глянцевому блиску – це ефект досягається за допомогою відповідної текстури кольору та налаштувань матеріалу з високим коефіцієнтом відбиття. Вода виглядає насиченою, глибокою, створюючи враження реалістичної поверхні з динамічними віддзеркаленнями довкілля.

На схилах рельєфу можна спостерігати м'які переходи кольорів – плавні градієнтні зміни від темно-зеленого до бурого чи сірого відтінків, що імітують трав'янисту або кам'янисту поверхню.

У сцені виразно виділяються зони води з глянцевим блиском, м'які переходи кольору на рельєфі та матовість кам'яних стін фортеці. Для деталізації планується

додавання Normal Map і Specular Map, що підвищить глибину освітлення та фактурність. Подальша робота включатиме налаштування шейдерів у редакторі матеріалів, використання HDRI-освітлення для природного відтворення світла та тіней, а також підготовку до фінального рендеру. Цей етап є важливим кроком у завершенні текстурної обробки і підготовці сцени до фінального візуального представлення

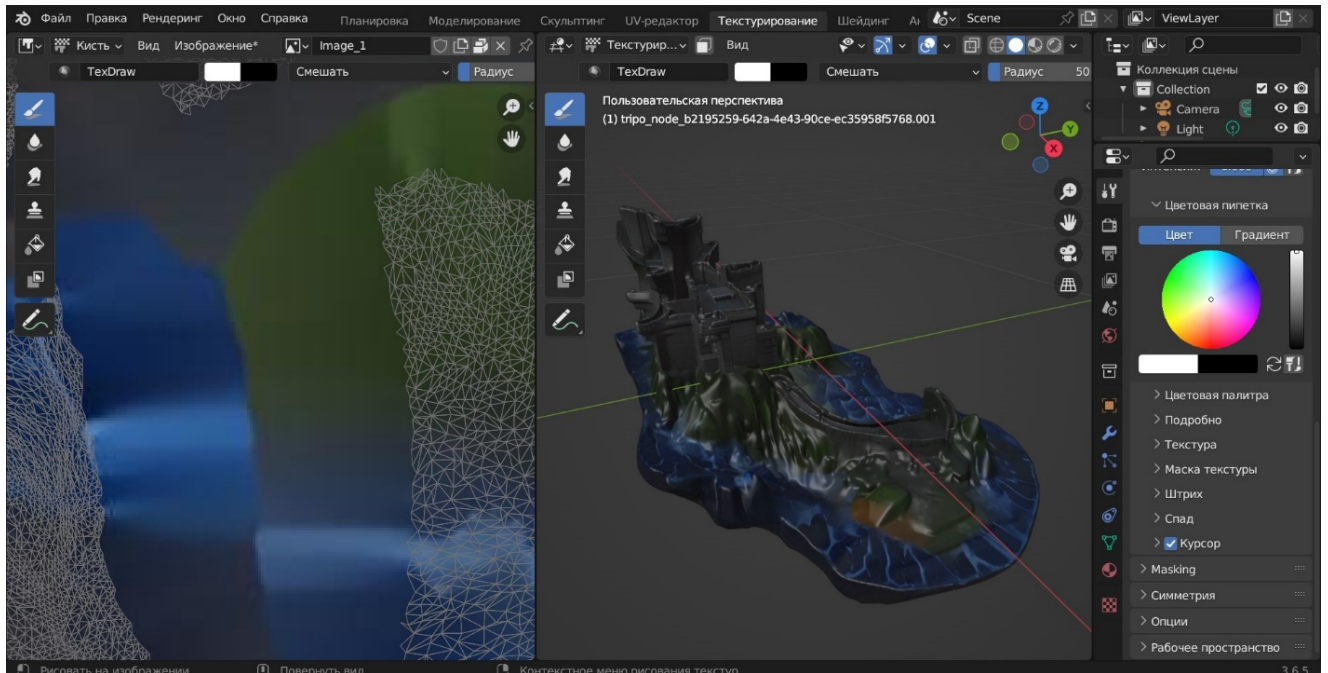


Рисунок 1.20 Текстурування моделі 7 за допомогою UV-розгортки та ручного малювання у режимі Texture Paint

Оптимізація та підготовка до експорту.

Після завершення текстурування було проведено оптимізацію моделі для подальшого використання у веб-просторі. Зокрема, застосовано модифікатор Decimate для зменшення кількості полігонів без втрати візуальної якості. Це забезпечує швидке завантаження сцени на сайті та ефективну роботу навіть на пристроях з обмеженими ресурсами.

Модель було збережено у форматі .glb, що є сумісним із сучасними WebGL-бібліотеками, зокрема three.js та model-viewer, які використовуються на сайті дипломного проекту.

Оптимізація топології проводилася на завершальному етапі моделювання. Використовувався модифікатор Decimate для зменшення кількості полігонів без

значної втрати деталей. Цільовий показник – не більше 50,000 полігонів на один замок для забезпечення плавної роботи в веб-браузері

Підготовка 3D-моделей для веб-використання вимагає балансу між візуальною якістю та продуктивністю. Основні методи оптимізації включали зменшення полігонажу, створення ефективних текстурних атласів та правильне налаштування експорту.

Методи зменшення полігонажу:

Модифікатор Decimate використовувався для автоматичного зменшення кількості полігонів. Налаштування: тип Collapse, коефіцієнт 0.3-0.5 залежно від складності моделі. Для збереження важливих деталей використовувався Vertex Group для захисту критичних областей від спрощення.

Ручна ретопологія застосовувалася для найбільш важливих елементів моделі. Створювалася нова геометрія з оптимальним розподілом полігонів, що повторювала форму оригінальної високополігональної моделі. Нижче наведено характеристики оптимізованих моделей (таблиця 1.4):

Таблиця 1.4. Характеристики оптимізованих моделей

Назва замку	Полігони (до)	Полігони (після)	Текстури (розд.)	Розмір файлу
Вінтерфелл	180,000	25,000	4096×4096	8.2 MB
Королівська Гавань	220,000	32,000	4096×4096	12.1 MB
Драконячий Камінь	95,000	18,000	2048×2048	5.4 MB
Харренхол	150,000	28,000	4096×4096	9.7 MB

Створення текстурних атласів дозволило об'єднати множину малих текстур в одну велику, що зменшує кількість запитів до сервера. Використовувався автоматичний UV-пакінг Blender з мануальним корегуванням для оптимального використання простору.

1.3.3 Програмування веб-застосунку

Розробка веб-платформи для відображення тривимірних моделей середньовічної архітектури реалізована з використанням сучасних веб-технологій, що забезпечують високу продуктивність та кросплатформенну

сумісність. Архітектура застосунку побудована на принципах прогресивного веб-додатку з підтримкою адаптивного дизайну.

Структура HTML-документу організована семантично з використанням сучасних стандартів розмітки [8]. Головний контейнер включає навігаційну панель з логотипом проекту та меню переходів між розділами. Навігація реалізована з підтримкою згортання на мобільних пристроях рисунок 1.21

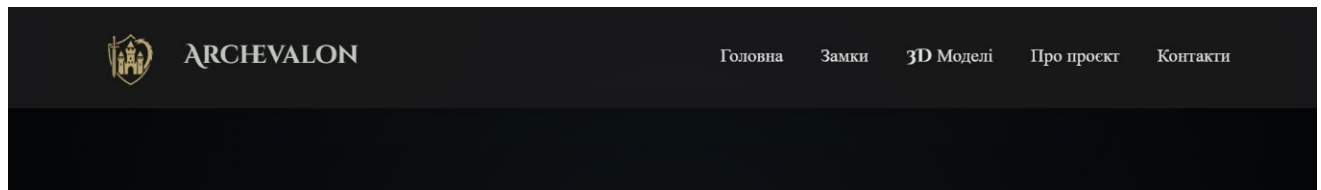


Рисунок 1.21 Навігаційна панель головної сторінки

Підключення зовнішніх ресурсів цей код демонструє використання зовнішніх бібліотек через CDN:

```
<!-- Bootstrap 5 для responsive-верстки -->
<link
href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.3.0/dist/css/bootstrap.min.css"
rel="stylesheet">
<!-- Font Awesome для векторних іконок -->
<link
href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-
awesome/6.4.0/css/all.min.css" rel="stylesheet">
<!-- Google Fonts для стилізованих шрифтів -->
<link
href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Cinzel+Decorative&family=MedievalSh
arp&display=swap" rel="stylesheet">
<!-- Model-viewer для 3D моделей -->
<script
src="https://unpkg.com/@google/model-viewer/dist/model-viewer.min.js"
type="module"></script>
<!-- GSAP для анімацій -->
<script
src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/gsap/3.11.4/gsap.min.js"></script>
<script
src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/gsap/3.11.4/ScrollTrigger.min.js"></sc
ript>
```

Таке рішення знижує навантаження на сервер, забезпечує кешування файлів і пришвидшує завантаження сторінки.

Секція головного екрану (hero section) містить презентаційний контент з фоновим зображенням та накладеним градієнтом для покращення читабельності тексту. Анімований індикатор прокрутки забезпечує інтуїтивну навігацію до наступного розділу сторінки.

Розділ каталогу замків структурований у вигляді адаптивної сітки карток, кожна з яких містить зображення, опис та кнопку переходу до відповідної

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

тривимірної моделі. Картки реалізовані з ефектами наведення та анімаціями переходів для покращення користувацького досвіду.

Центральний розділ тривимірних моделей інтегрує компонент model-viewer для відображення GLB-файлів безпосередньо в браузері. Кожна модель налаштована з оптимальними параметрами камери, освітлення та взаємодії. Підтримується функціональність доповненої реальності для сумісних пристроїв.

Стилізація реалізована з використанням препроцесора CSS та системи Bootstrap для забезпечення респонсивності [9] [10]. Кольорова схема розроблена з урахуванням середньовічної тематики з використанням приглушених відтінків та металевих акцентів. Типографіка включає спеціалізовані шрифти, що відповідають історичному контексту проекту.

JavaScript-функціональність включає систему плавної прокрутки між розділами, управління навігаційним меню, обробку форм зворотного зв'язку та інтеграцію з бібліотекою анімацій GSAP [11]. Реалізовано ефекти паралаксу та анімації появи елементів при прокрутці.

Система завантаження тривимірних моделей оптимізована для мінімізації часу очікування. Реалізовано прогресивне завантаження з індикаторами прогресу та попередніми зображеннями. Моделі стиснуті та оптимізовані для веб-використання без втрати якості деталізації.

Інтерактивність тривимірних моделей включає підтримку обертання, масштабування та панорамування з використанням миші або сенсорних жестів. Реалізовано автообертання моделей з можливістю призупинення при взаємодії користувача. Кнопки управління забезпечують швидкий доступ до попередньо налаштованих ракурсів огляду.

Адаптивність забезпечена через систему медіа-запитів та гнучку сітку. Інтерфейс коректно відображається на екранах різних розмірів – від мобільних телефонів до широкоформатних моніторів. Тривимірні моделі масштабуються відповідно до розміру контейнера з збереженням пропорцій.

Продуктивність оптимізована через ліниве завантаження ресурсів, стиснення зображень та мінімізацію CSS/JavaScript коду. Реалізовано кешування

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

статичних ресурсів та предзавантаження критичних елементів для покращення швидкості відкриття сторінки.

Доступність забезпечена через семантичну розмітку, альтернативні текстові описи для зображень, підтримку навігації з клавіатури та відповідність стандартам WCAG. Контрастність кольорів перевірена на відповідність рекомендованим показникам читабельності.

Інтеграція з model-viewer дозволяє використовувати передові можливості WebGL для рендерингу тривимірної графіки безпосередньо в браузері без необхідності встановлення додаткових плагінів. Підтримуються сучасні формати 3D-файлів з можливістю завантаження текстур високої роздільності.

Система форм включає валідацію полів введення, захист від спаму та інтеграцію з сервісами надсилання електронної пошти. Реалізовано користувацьке повідомлення про успішне відправлення форми та обробку помилок.

Соціальні мережі інтегровані через відповідні API для забезпечення можливості поділитися контентом. Реалізовано кнопки швидкого доступу до популярних платформ з попередньо сформованим текстом та зображеннями для публікації (рисунок 1.22).

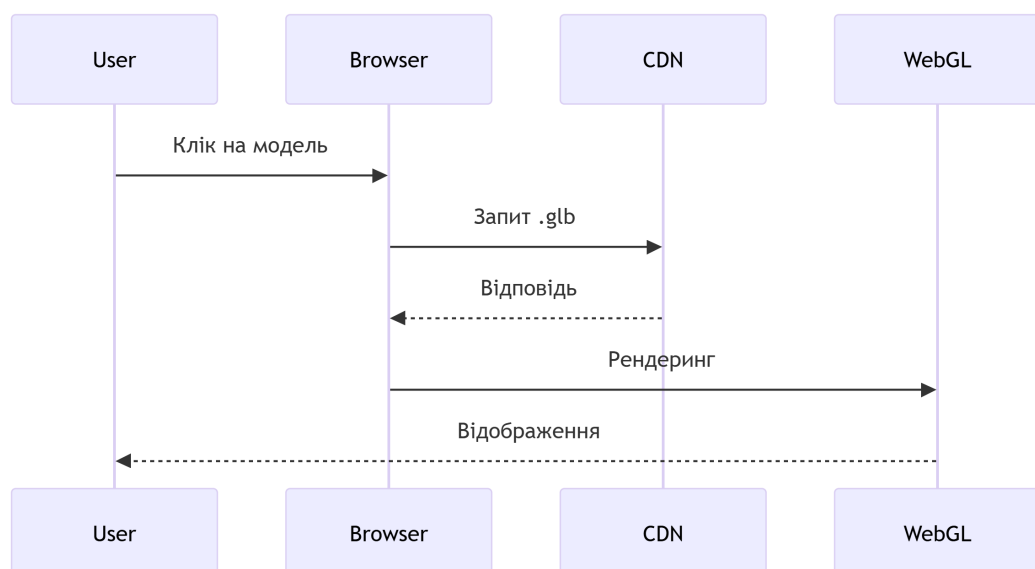


Рисунок 1.22 Схема алгоритму

Аналітика веб-сайту підключена для відстеження користувацької поведінки, популярних розділів та ефективності інтерфейсу.

У цьому фрагменті HTML-коду представлено структуру документа, побудовану на основі семантичних тегів HTML5:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="uk">
<head>
  <!-- Метадані та підключення ресурсів -->
</head>
<body>
  <nav class="navbar">...</nav>          <!-- Навігаційне меню -->
  <section id="home">...</section>       <!-- Головна секція з заголовком -->
  <section id="castles">...</section>    <!-- Галерея замків -->
  <section id="models">...</section>     <!-- Відображення 3D моделей -->
  <section id="about">...</section>      <!-- Інформація про проєкт -->
  <section id="contact">...</section>    <!-- Контактна форма -->
  <footer>...</footer>                 <!-- Підвал з копірайтом -->
</body>
</html>
```

Даний метод, забезпечує кращу читабельність, доступність і SEO-оптимізацію вебсторінки. Основні секції – навігація, головна частина, секція з 3D моделями, опис проєкту, контакти та підвал.

Для інтеграції 3D-моделей було використано компонент `<model-viewer>` – сучасний веб-компонент для вбудовування 3D моделей у браузер з можливістю обертання, масштабування та підтримкою AR (рисунок 1.23).

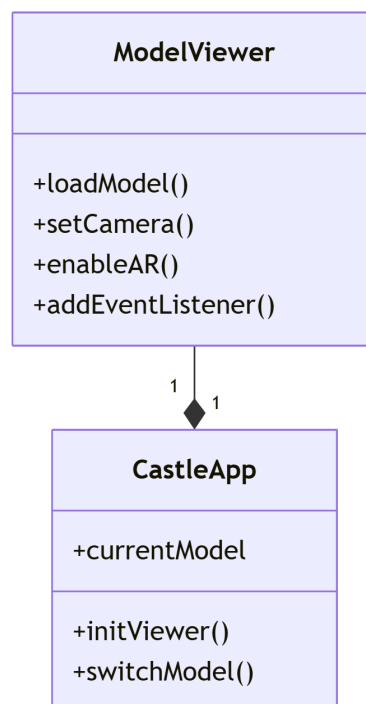


Рисунок 1.23 Схема інтеграції 3D-моделей

Нижче наведено приклад вставки GLB-файлу замку:

```
<model-viewer
  src="models/winterfell.glb"
  alt="3D модель замку Вінтерфелл"
  ar
  ar-modes="webxr scene-viewer quick-look"
  camera-controls
  touch-action="pan-y"
  shadow-intensity="1"
  exposure="0.8"
  camera-orbit="45deg 55deg 2.5m"
  field-of-view="30deg">
</model-viewer>
```

1.3.4 Система CSS змінних

Цей фрагмент коду визначає набір змінних в кореневому селекторі :root, що дозволяє централізовано керувати кольоровою палітрою та шрифтами, спрощуючи зміну стилю на всьому сайті.

```
:root {
  --primary-color: #4b5d63;          /* Основний темний колір */
  --secondary-color: #c2c9c0;        /* Допоміжний світлий */
  --dark-color: #1f2b33;             /* Колір фону */
  --light-color: #e0e5e2;            /* Світлі акценти */
  --stone-color: #6e7473;            /* Колір каменю (імітація середньовіччя) */
  --font-title: 'Cinzel Decorative', 'Cinzel', serif; /* Стилiзований шрифт для заголовків */
  --font-body: 'MedievalSharp', cursive; /* Рукописний шрифт для тексту */
}
```

Було ще створено адаптивний дизайн нижче показано медіа-запити, які забезпечують коректне відображення сайту на пристроях з різною шириною екрана: ноутбуках, планшетах, смартфонах. Розміри шрифтiв, блоків і кнопок змінюються відповідно до екрану:

```
@media (max-width: 992px) {
  .hero-section h1 { font-size: 2.5rem; }
  model-viewer { height: 350px; }
}

@media (max-width: 768px) {
  .hero-section { min-height: 500px; }
  .tech-grid { grid-template-columns: 1fr; }
}

@media (max-width: 576px) {
  .hero-section h1 { font-size: 1.8rem; }
  .btn { display: block; width: 80%; }
}
```

JS функціональність.

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

У цьому фрагменті реалізовано зміну стилю навібару при прокручуванні (додавання класу `scrolled`) та плавна прокрутка при кліку на якірні посилання:

```
// Додавання класу при скролі
const navbar = document.querySelector('.navbar');
window.addEventListener('scroll', function() {
  if (window.scrollY > 50) {
    navbar.classList.add('scrolled');
  } else {
    navbar.classList.remove('scrolled');
  }
});

// Плавна прокрутка до секцій
document.querySelectorAll('a[href^="#"]').forEach(anchor => {
  anchor.addEventListener('click', function(e) {
    e.preventDefault();
    const targetElement = document.querySelector(this.getAttribute('href'));
    if (targetElement) {
      window.scrollTo({
        top: targetElement.offsetTop - 70,
        behavior: 'smooth'
      });
    }
  });
});
```

Обробка форм. Цей фрагмент відповідає за обробку події відправки контактної форми. Він перевіряє, чи всі поля заповнені, відображає повідомлення про помилку або успіх, очищає форму та запускає візуальний ефект.

```
const contactForm = document.getElementById('contactForm');

contactForm.addEventListener('submit', function(e) {
  e.preventDefault(); // Скасування стандартної відправки

  const name = document.getElementById('name').value;
  const email = document.getElementById('email').value;
  const message = document.getElementById('message').value;

  // Перевірка, чи заповнені поля
  if (!name || !email || !message) {
    alert('Будь ласка, заповніть всі поля');
    return;
  }

  // Повідомлення про успішну відправку
  alert('Дякуємо за ваше повідомлення!');
  contactForm.reset();

  // Анімація форми після відправки
  gsap.fromTo('.contact-form',
    { backgroundColor: 'rgba(212, 175, 55, 0.3)' },
    { backgroundColor: 'rgba(0, 0, 0, 0.5)', duration: 2 }
  );
});
```

1.4 Тестування веб-застосунку

1.4.1 Функціональний огляд головної сторінки

Було виконано ручне тестування створеного веб-застосунку, під час якого перевірялися основні функціональні можливості ключових веб-сторінок. Ручне тестування передбачає поетапну перевірку роботи програмного забезпечення без використання автоматизованих засобів, що дозволяє більш точно виявити дефекти, які могли бути не зафіксовані під час автоматизованого тестування. Цей підхід є важливою складовою життєвого циклу програмного продукту, оскільки сприяє виявленню не лише технічних помилок, а й проблем, що впливають на зручність та ефективність взаємодії користувача з інтерфейсом.

На рисунку 1.24 представлено інтерфейс головної сторінки вебзастосунку. У верхній частині розміщено назву проекту та навігаційне меню, що дає змогу користувачеві перейти до основних розділів сайту. Центральна частина містить заклик до дії кнопку для переходу до перегляду інтерактивних 3D моделей середньовічних замків.

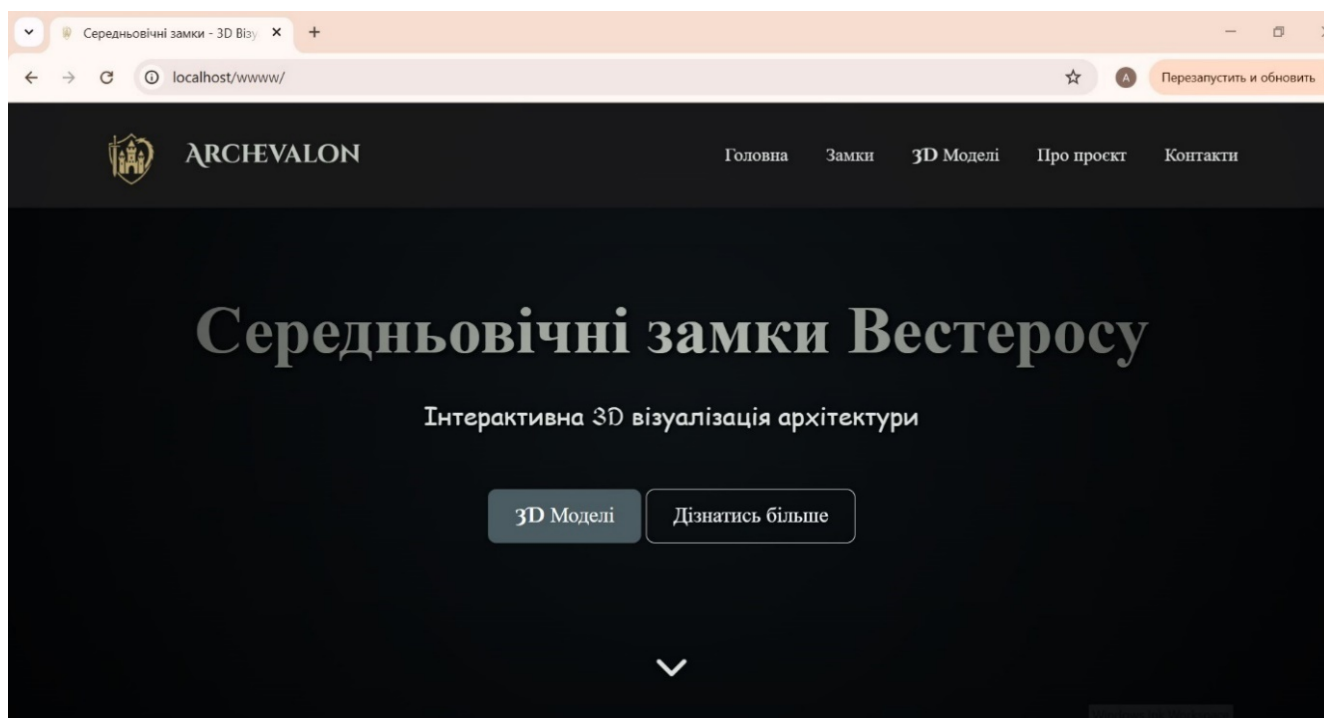


Рисунок 1.24 Головна сторінка веб-застосунку Archevalon

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

1.4.2 Функціональний огляд розділу «Замки»

Цей розділ вебресурсу присвячено ключовим регіонам світу «Гри престолів». На сторінці відображено зображення замків, коротку інформацію про відповідні території та правлячі роди (рисунок 1.25). Реалізовано адаптивну верстку, що забезпечує коректне відображення сторінки на різних пристроях. Візуальне оформлення витримане у середньовічній тематиці з використанням відповідної кольорової гами та шрифтів.

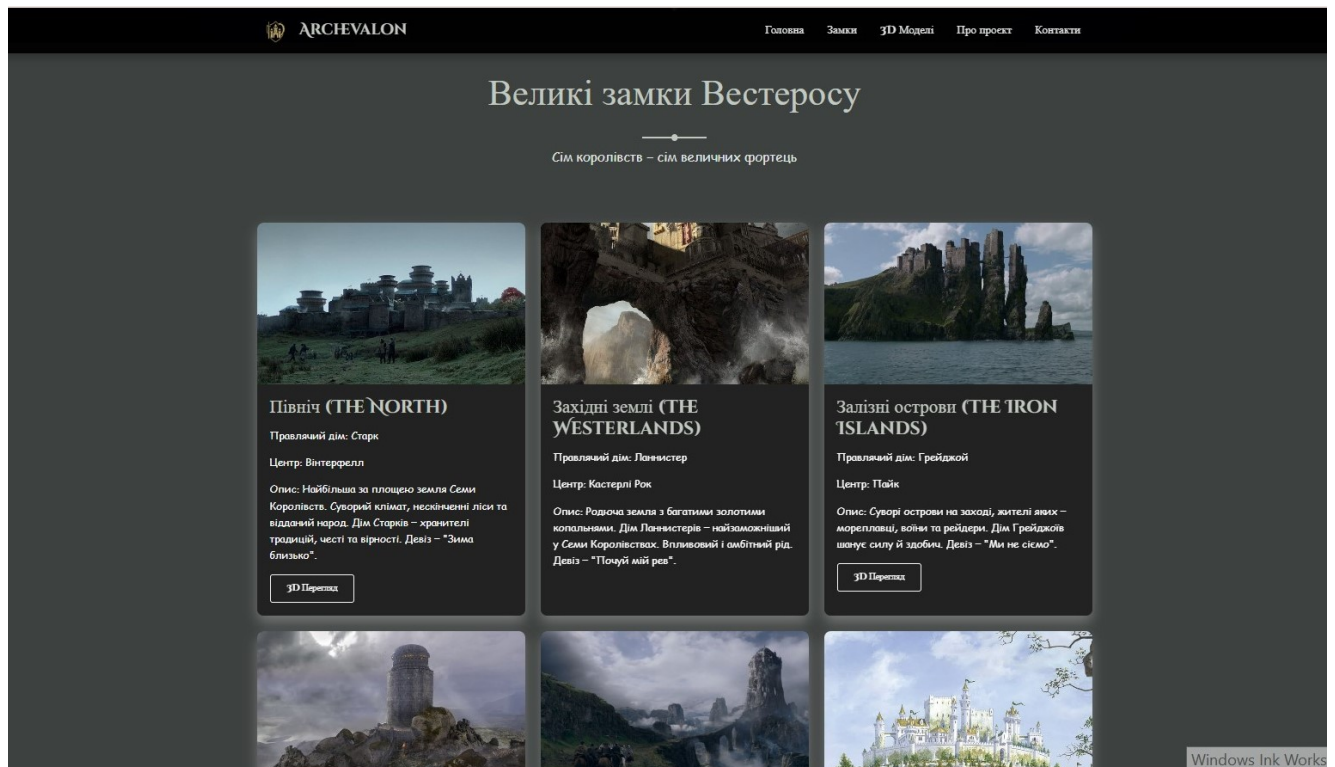


Рисунок 1.25 Розділ «Замки»

Інтерфейс даної сторінки демонструє регіони Вестеросу, такі як Штормові землі, Долина Аррен, Вищі землі та інші. Для кожного регіону наведено короткий опис, зображення та інтерактивне посилання на перегляд відповідних 3D моделей фортець. Такий підхід сприяє кращому візуальному сприйняттю та полегшує навігацію користувача.

Для покращення взаємодії користувача з контентом реалізовано ефекти наведення та плавної анімації при завантаженні елементів сторінки. Всі інтерактивні елементи оптимізовані для роботи як з мишею, так і з сенсорними

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

екранами. Завдяки цьому користувачі отримують зручний та естетично привабливий досвід перегляду інформації про замки світу «Гри престолів».

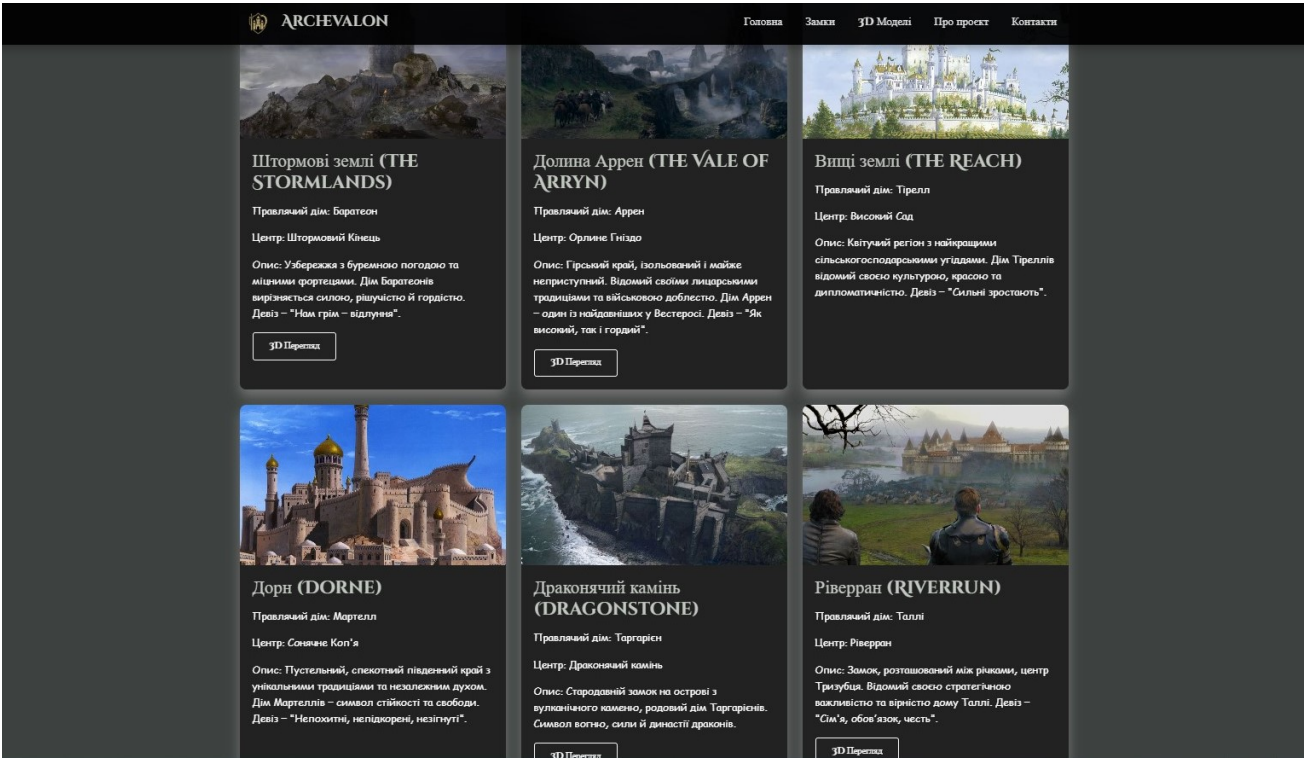


Рисунок 1.25 Продовження розділу «Замки»

1.4.3 Функціональний огляд розділу «3D-моделі»

Ця сторінка є інтерактивним елементом сайту, де користувач може взаємодіяти з 3D моделями замків, зокрема Пайк, Ріверран та Червоний Замок та інші (рисунок 1.26 та 1.27). Реалізовано можливість обертання моделей, масштабування та огляду з різних ракурсів, що забезпечує глибше занурення у віртуальний світ. Технологічною основою цього функціоналу є WebGL.

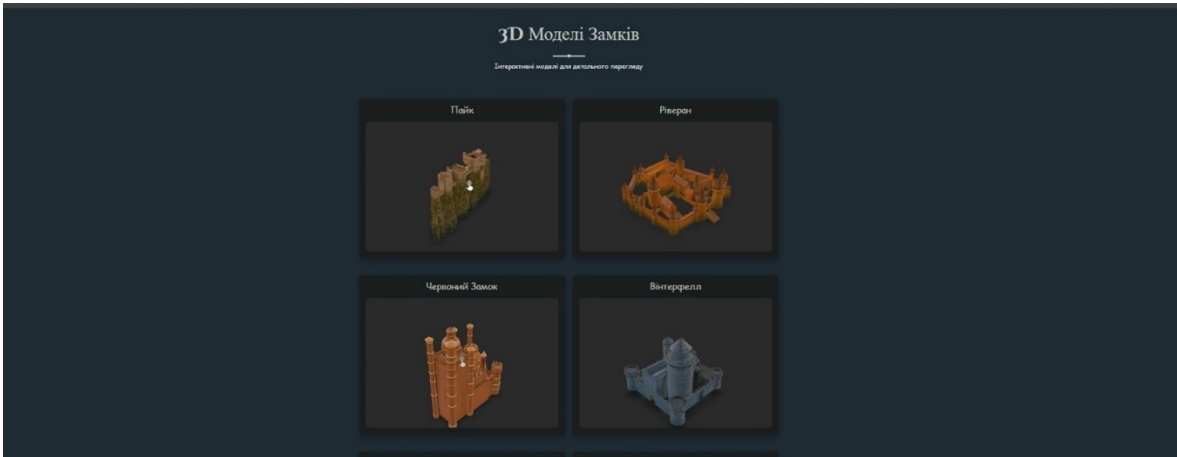


Рисунок 1.26 Розділ «3D-моделі» (частина 1)

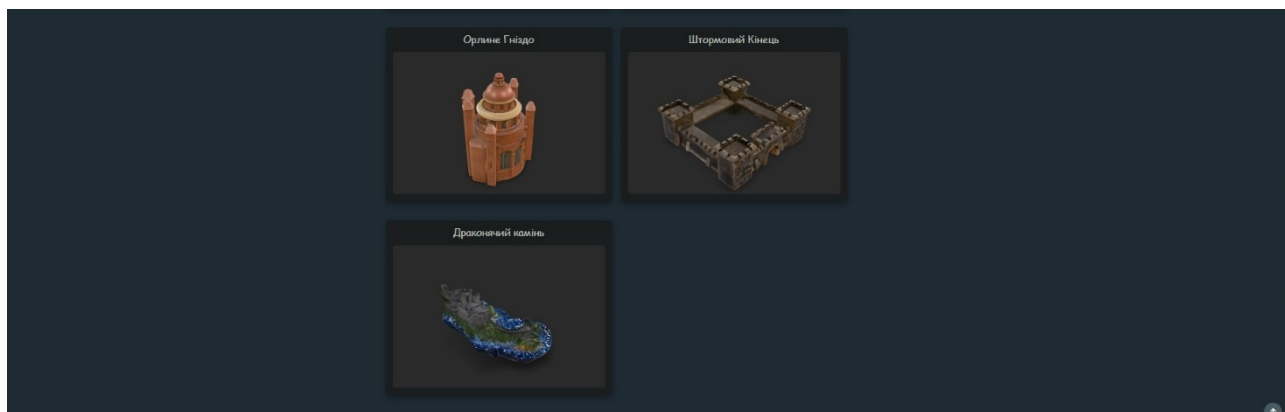


Рисунок 1.27 Розділ «3D-моделі»

1.4.4 Функціональний огляд розділу «Про проєкт»

На цій сторінці рисунок 1.28 наведено інформацію про мету створення вебресурсу, основні етапи розробки та задачі, які були поставлені під час реалізації. Також подано перелік використаних технологій, серед яких Blender (для 3D моделювання), WebGL (для інтерактивного відображення моделей), HTML5 та JavaScript (для структури та логіки сайту). Розділ оформлено в єдиному стилі з рештою сайту.

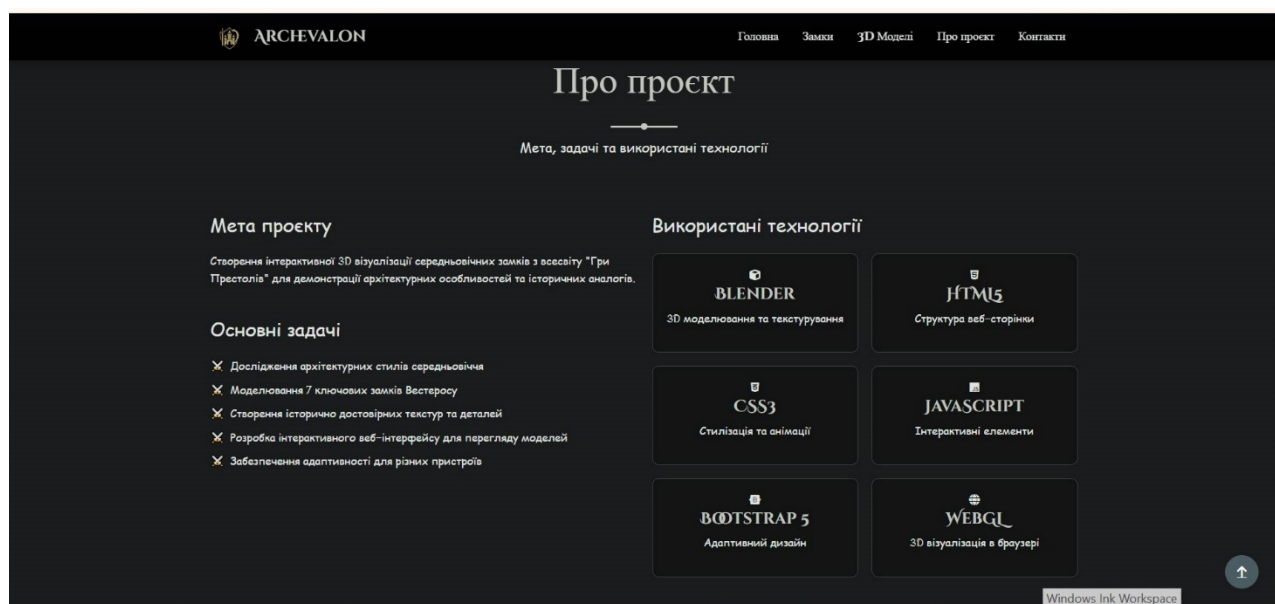


Рисунок 1.28 Розділ «Про проєкт»

1.4.5 Функціональний огляд розділу «Контакти»

Цей розділ дозволяє користувачам надіслати повідомлення автору через спеціальну форму. Також на сторінці розміщено контактні дані та іконки з посиланнями на соціальні мережі. Дизайн адаптовано до сучасних стандартів,

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

реалізований за допомогою HTML5, CSS3 та фреймворку Bootstrap 5 для забезпечення адаптивності та зручності користування (рисунок 1.29).

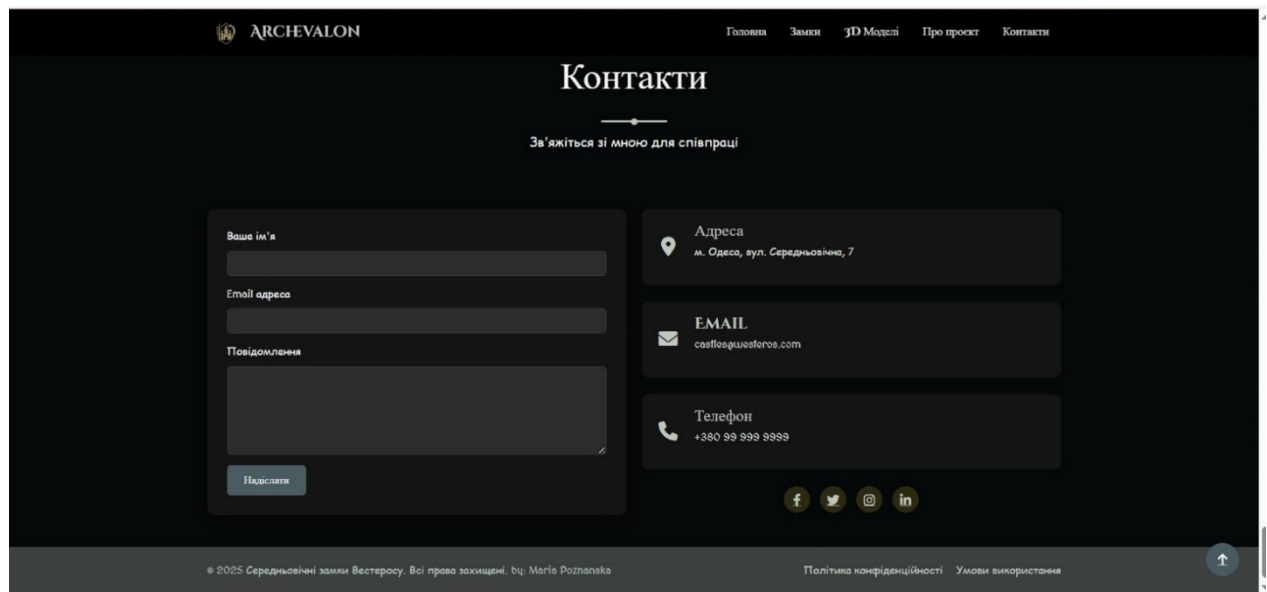


Рисунок 1.29 Розділ «Контакти»

Розділ "Контакти" забезпечує можливість інтерактивної комунікації між користувачами та розробниками проєкту. Основним елементом сторінки є форма зворотного зв'язку. Форма реалізована з використанням HTML5 валідації та JavaScript обробки подій, що забезпечує миттєву перевірку введених даних та інформативні повідомлення про помилки.

1.4.6 Функціональний огляд мобільної версії веб-застосунку

На рисунку 1.30 представлено адаптивний вигляд головної сторінки вебзастосунку на екрані смартфона. Інтерфейс автоматично перебудовується відповідно до ширини пристрою: навігаційне меню трансформується у компактну іконку, яка відкриває вертикальний список розділів. Заголовок, кнопка заклику до дії та основний контент вирівнюються по центру й розміщуються у вертикальному порядку для зручності користувача. Збільшено розміри шрифтів і кнопок для комфортної взаємодії на сенсорному екрані. Вся структура сторінки зберігає логіку та візуальну цілісність, забезпечуючи при цьому повну функціональність ресурсу на мобільних пристроях.

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

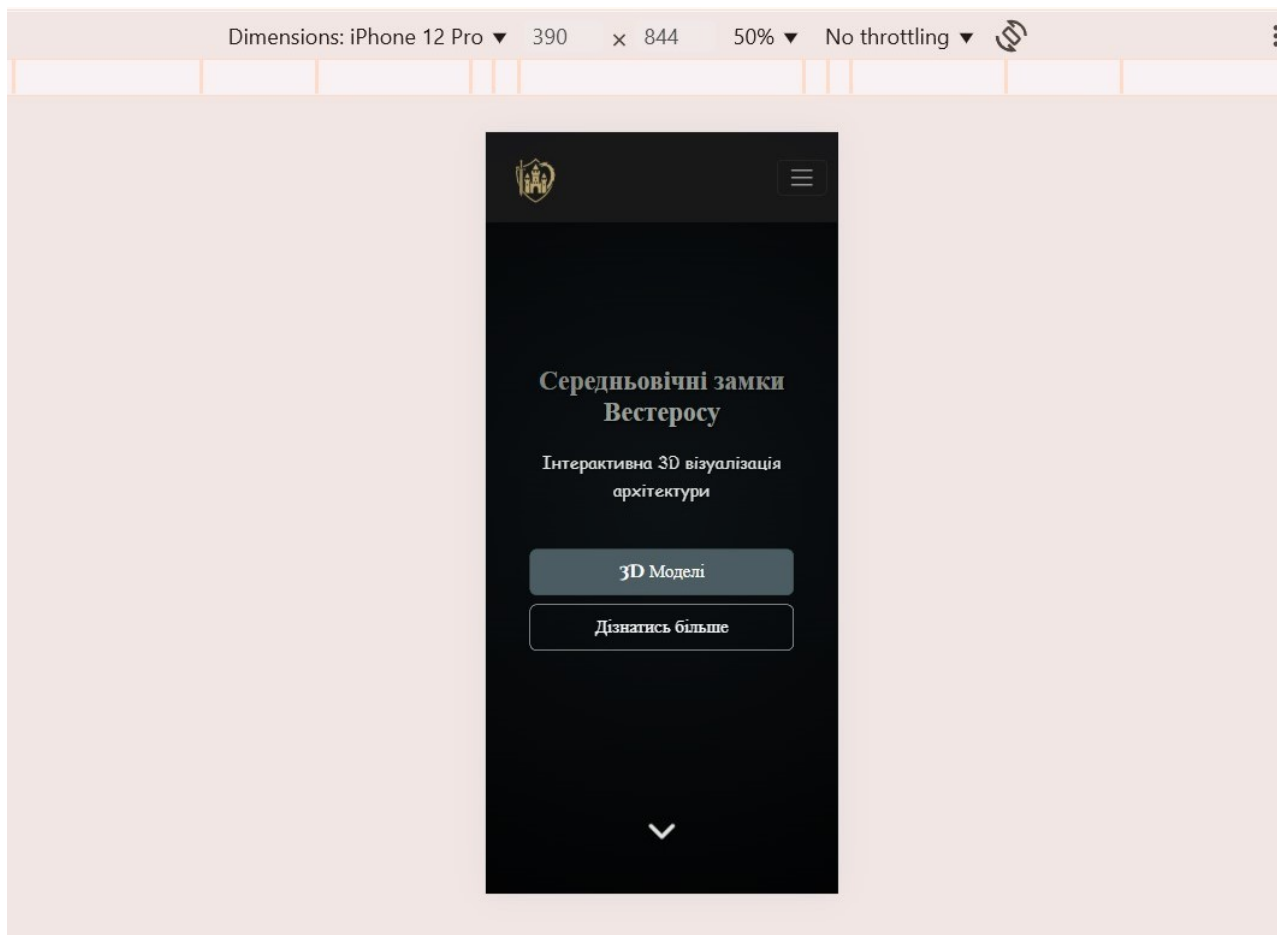


Рисунок 1.30. Мобільна версія головної сторінки

Рисунок 1.31 демонструє, як головна сторінка вебресурсу відображається на планшеті (iPad) у горизонтальній орієнтації. Інтерфейс адаптується до середнього розміру екрана: навігаційне меню залишається видимим у верхній частині, однак елементи мають компактніше розміщення порівняно з десктопною версією. Основні блоки сторінки, включно з заголовком і кнопкою переходу, масштабуються відповідно до розміру екрана, зберігаючи баланс між зручністю читання і економією простору. Завдяки адаптивній верстці забезпечено гармонійне та функціональне відображення контенту на планшетах без втрати стилістики чи користувацького досвіду.

Інтерфейс зберігає візуальну єдність із десктопною версією, що забезпечує впізнаваність ресурсу. Розміщення контенту адаптовано під формат екрана без зміни змісту чи функцій. Всі елементи залишаються інтерактивними та доступними для взаємодії. Адаптивна верстка гарантує, що користувачі можуть

повноцінно взаємодіяти із сайтом незалежно від розміру пристрою. Це підвищує зручність навігації та сприяє позитивному користувацькому досвіду.

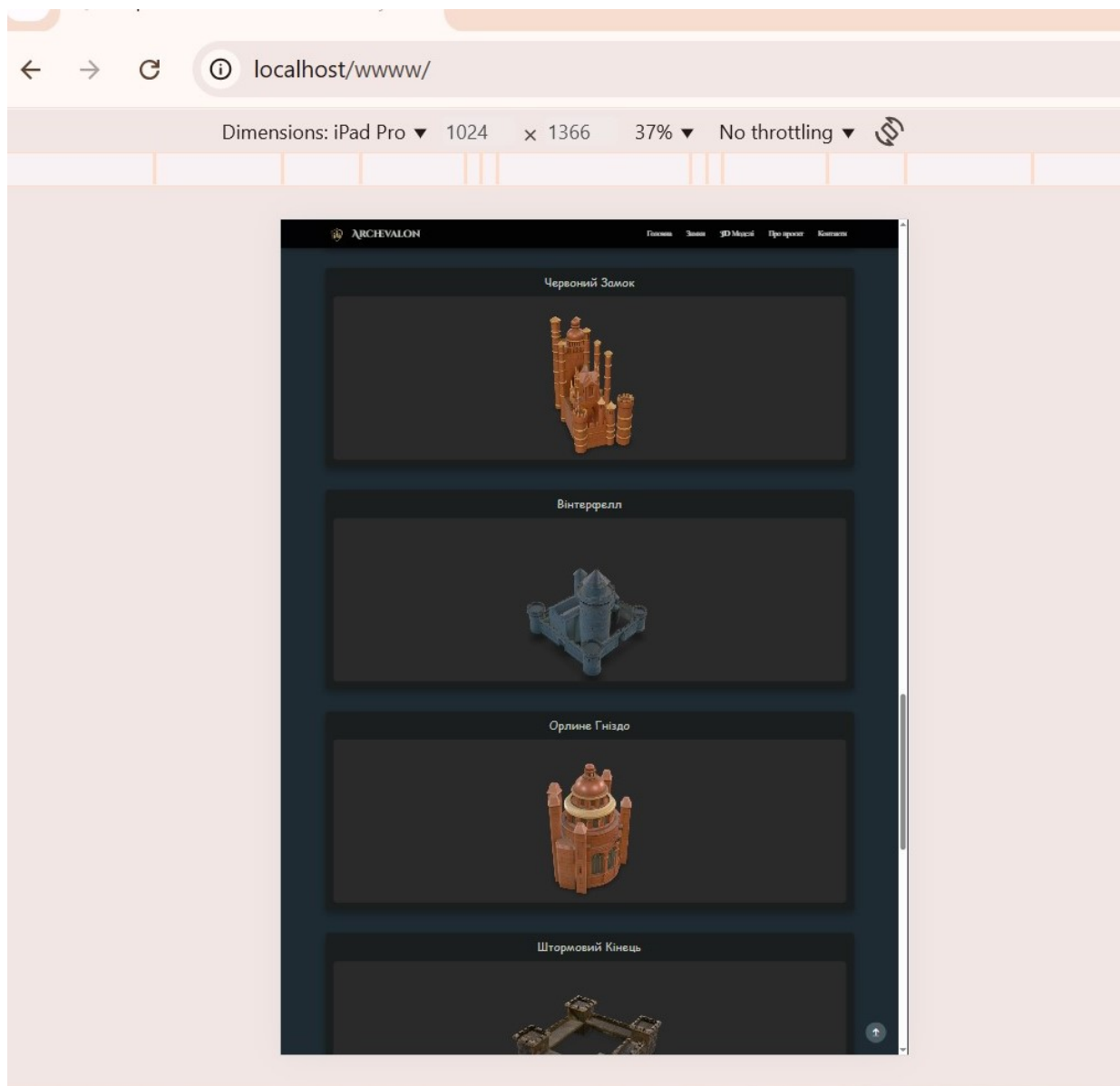


Рисунок 1.30. iPad версія веб-застосунку

					КГ 08. 18 001. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

2 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

В дипломному проєкті розроблений веб-сайт інтерактивної візуальної моделі середньовічної архітектури.

Даний ресурс спрямований на популяризацію історичної спадщини та архітектурної культури середньовіччя, а також може бути використаний у сфері освіти, туризму, музейної діяльності, гейміфікації та культурного промоушену.

При оцінці ефективності створюваного сайту слід виходити з того, що залежно від характеру ефекту, що досягається, можуть бути визначені наступні види ефективності сайту: економічна, функціональна та соціальна ефективність. У дипломному проєкті веб-сайт, що розроблявся, не є комерційним та не приносить доходу, тому оцінюються лише витрати на його розробку, а також функціональну та соціальну ефективність веб-сайту.

Розрахунок економічної ефективності розробки створеного web-сайту.

Загальні витрати (B_z) на створення сайту складаються з декількох параметрів:

$$B_z = B_p + B_s + B_e \quad (2.1),$$

де:

- B_p – витрати на розробку сайту;
- B_s – витрати на впровадження сайту;
- B_e – витрати на експлуатацію сайту.

Витрати на розробку сайту (B_p) є одноразовими витратами, що виникають під час створення повноцінного вебресурсу. До складу цих витрат входять різноманітні види робіт, які охоплюють усі етапи створення та запуску сайту.

Основними компонентами витрат на розробку є наступні:

1. Розробка дизайну сайту: включає створення візуальних макетів як для головної сторінки, так і для типових внутрішніх сторінок вебсайту. Окрім того, на цьому етапі виконується розробка фірмового стилю компанії – кольорової палітри, шрифтів, іконок, а також створення або адаптація логотипу для цифрового середовища. Ці елементи визначають загальну естетику ресурсу та забезпечують його впізнаваність серед користувачів.

					КГ 08. 18 002. 00 ДП ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Реалізація на сайті меню: передбачає створення зручної та інтуїтивно зрозумілої навігаційної структури. Це може бути реалізація стандартного багаторівневого меню, яке розкривається при наведенні або кліку, «випадаючого» меню, що відкривається вниз, або складнішого «розсовуючогося» багаторівневого меню з анімаційними ефектами, які поліпшують юзабіліті сайту.
 3. Підготовка сторінок-шаблонів: розробка типових шаблонів сторінок, які будуть використовуватись для подальшого створення однотипних розділів сайту (наприклад, сторінки новин, статей, товарів тощо). Це забезпечує єдину структуру та стилістичну цілісність вебсайту, а також пришвидшує процес його наповнення.
 4. Наповнення сайту інформацією: охоплює комплекс дій, пов'язаних із додаванням контенту на сайт. До цього належать підготовка та редагування текстових матеріалів, форматування контенту для зручного сприйняття, обробка зображень (кадрування, оптимізація для вебу), а також верстка вебсторінок – переведення підготовлених матеріалів у HTML-формат із подальшим розміщенням на сайті.
 5. Програмна розробка сайту: включає створення програмного коду для функціонування сайту. На цьому етапі програмуються динамічні елементи – інтерактивні блоки, слайдери, випадаючі панелі, анімації тощо. Також можливе додавання флеш-анімацій або інших інтерактивних заставок, які підвищують привабливість ресурсу та забезпечують його сучасний вигляд.
- Склад видів робіт зі створення сайту може бути уточнений з урахуванням типу створюваного сайту і реалізованих їм функціональних можливостей.

Для визначення витрат на розробку сайту (V_p) необхідно розрахувати оплату праці виконавців, безпосередньо притягнених до її виконання. Для реалізації проекту Web-системи працював дипломник.

Для визначення трудомісткості розробки сайту (V_p) складено план-графік по розробці web-сайту і тривалості виконання робіт. Розподіл робіт по етапах і видах виконавців наведено в таблиці 2.1.

					КГ 08. 18 002. 00 ДП ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1. План-графік по розробці Web-сайту|

№	Назва етапу	Час виконання (годин)	Посада виконавця
1	Аналіз вимог та проектування архітектури.	24	Дипломник
2	Розробка дизайн-концепції та UI/UX.	40	Дипломник
3	Створення 3D-моделей архітектурних споруд.	80	Дипломник
4	Розробка основної структури сайту. Інтеграція 3D-моделей. Програмування інтерактивних елементів. Адаптивна верстка та оптимізація.	168	Дипломник
5	Підготовка та наповнення контентом.	40	Дипломник
6	Тестування та налагодження. Оптимізація продуктивності.	40	Дипломник
ВСЬОГО:		392	

Витрати на заробітну плату приведені в таблиці 2.2. (мінімальна заробітна плата в місяць – 8000 грн; в годину – 46 грн).

Таблиця 2.2 – Витрати на заробітну плату

№	Персонал	Етапи розробки	Кількість робочих годин (або днів)	Погодинна ставка (або денна ставка), грн.	Заробітна плата, грн.
1	Дипломник	Розробка дизайн-концепції та UI/UX.	40 годин	100 грн./год.	4000
2	Дипломник	Створення 3D-моделей архітектурних споруд.	80 годин	100 грн./год.	8000
3	Дипломник	Розробка основної структури сайту. Інтеграція 3D-моделей. Програмування інтерактивних елементів. Адаптивна верстка та оптимізація.	232 годин	100 грн./год.	23 200
4	Дипломник	Підготовка та наповнення контентом.	40 годин	100 грн./год.	4000
ВСЬОГО:					В _{зп} = 39 200 грн.

До складу витрат на оплату праці також включаються податки, збори і інші обов'язкові платежі, встановлені системою оподаткування що діє. Розмір єдиного соціального внеску складає 22% від заробітної плати, розраховується за наступною формулою:

$$B_{есв} = B_{зн} \times 0,22 = 39\,200 \times 0,22 = 8624 \text{ грн.} \quad (2.2)$$

Загальні витрати (B_p) на розробку веб-сайту розраховуються як сума витрат на заробітну плату праці персоналу ($B_{зн}$) та єдиного соціального внеску ($B_{есв}$):

$$B_p = B_{зн} + B_{есв} = 39\,200 + 8624 = 47\,824 \text{ грн.} \quad (2.3)$$

Витрати на впровадження сайту (B_v) складаються з двох складових:

- витрати на реєстрацію доменного імені становить 500 грн. (B_{v1});
- витрати на реєстрацію в пошукових системах (B_{v2}), наприклад Google, не потребує фінансових витрат

$$B_v = B_{v1} + B_{v2} = 500 + 0 = 500 \text{ грн.} \quad (2.4)$$

Підтримка сайту забезпечує його стабільну роботу, актуальність контенту та технічну справність. Вона може виконуватись працівником організації (наприклад, адміністратором сайту) або зовнішньою компанією, згідно з прайс-листом. У проєкті передбачено щорічні витрати на хостинг із підтримкою 3D-контенту, реєстрацію домену, технічну підтримку (4 години/місяць) та оновлення контенту (2 години/місяць). Загальна сума витрат на підтримку – 13 700 грн на рік. У таблиці 2.3 наведено річні постійні витрати на впровадження й експлуатацію сайту.

Таблиця 2.3. Постійні витрати

№	Стаття витрат	Вартість за рік, грн.
1	Хостинг з підтримкою 3D-контенту	6000
2	Реєстрація доменного імені (.ua)	500
3	Технічна підтримка (4 год/міс × 12 міс × 100 грн./год.)	4800
4	Оновлення контенту (2 год/міс × 12 міс × 100 грн./год.)	2400
Всього:		$B_{\text{пост}} = 13\,700$

Загальні витрати (B_z) на розробку, впровадження та експлуатацію веб-сайту розраховуються за наступною формулою:

$$B_z = B_p + (B_e + B_e) = 47\,824 + (500 + 13\,700) = 62\,024 \quad (2.5)$$

Функціональна ефективність може проявлятися у забезпеченні доступу користувачів до повної, достовірної та структурованої інформації про об'єкт, що відображається у цьому випадку – інтерактивна візуальна модель середньовічної архітектури. Сайт дозволяє ознайомитися з матеріалами у зручний час доби, підтримує інтерактивну взаємодію з 3D-моделями та забезпечує адаптивність до різних типів пристроїв. Окрім цього, функціональна ефективність включає оптимізацію процесів пошуку, перегляду та засвоєння інформації.

Соціальна ефективність, або соціальний ефект полягає в сприянні збереженню та популяризації історико-культурної спадщини. Створений сайт розширює можливості ознайомлення широкого кола користувачів з архітектурною культурою середньовіччя. Він може бути використаний у навчальних закладах, туристичній галузі, музеях та культурних ініціативах. Також соціальний ефект полягає у формуванні позитивного іміджу організації, яка займається цифровізацією історичних об'єктів, та сприянні налагодженню нових партнерств і розширенню цільової аудиторії за рахунок онлайн-доступу до інтерактивного контенту.

Веб-сайт дозволяє ефективно донести до потенційних користувачів інформацію про можливості, які надає система. Детальний опис функціоналу, методів роботи та очікуваних результатів сприяє залученню нової аудиторії та зміцненню довіри до організації. Водночас формування позитивного іміджу є ще одним важливим аспектом соціальної ефективності.

					КГ 08. 18 002. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

3 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Охорона праці являє собою комплексну систему організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, правових і соціально-економічних заходів, основною метою яких є створення безпечних умов праці, збереження життя, здоров'я та працездатності працівників. В Україні правове регулювання охорони праці здійснюється відповідно до Закону України "Про охорону праці" № 2694-ХІІ, який детально визначає права та обов'язки як роботодавців, так і працівників у сфері забезпечення безпечних умов праці.

3.1 Аналіз негативних факторів при роботі за комп'ютером

Робота за комп'ютером супроводжується цілим рядом факторів, які можуть негативно впливати на здоров'я користувача та призводити до різноманітних професійних захворювань. Одним з найбільш поширених та серйозних негативних наслідків тривалої роботи за комп'ютером є порушення зору, відоме як синдром комп'ютерного зору. Цей синдром зазвичай проявляється у вигляді сухості та подразнення очей, відчуття "піску" в очах, головного болю, зниження гостроти зору, подвоєння зображення та загальної втоми очей. Причинами розвитку синдрому комп'ютерного зору є тривале зосередження погляду на екрані монітора, зменшення частоти моргання, неправильне освітлення робочого місця, відблиски на екрані монітора, а також недостатня відстань між очима користувача та екраном.

Не менш серйозною проблемою є порушення опорно-рухового апарату, які виникають через тривале перебування в однаковому положенні та неправильну позу під час роботи за комп'ютером. Найчастіше працівники скаржаться на болі у спині, шії та плечах, які можуть перерости в хронічні захворювання опорно-рухового апарату. Неправильна висота робочого стільця, недостатня підтримка для спини, неправильне розташування монітора відносно очей користувача, а також відсутність можливості зміни положення тіла під час роботи можуть призвести до розвитку остеохондрозу, сколіозу та інших серйозних захворювань хребта.

					КГ 08. 18 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Особливої уваги заслуговує синдром зап'ястного каналу, який розвивається внаслідок надмірного навантаження на зап'ястя під час друкування на клавіатурі або використання комп'ютерної миші. Цей синдром характеризується болями, оніміннями та покалюваннями в пальцях рук, особливо в нічний час, а також зниженням сили хвату та координації рухів пальців. Психоемоційне перенапруження також є важливим фактором ризику при роботі за комп'ютером. Монотонність роботи, високі вимоги до концентрації уваги, необхідність швидкого прийняття рішень, а також соціальна ізоляція при віддаленій роботі можуть призводити до розвитку хронічної втоми, депресивних станів, синдрому професійного вигорання та інших психосоматичних розладів.

3.2 Організація безпечного робочого місця

Правильна організація робочого місця є основоположним фактором забезпечення безпечних та комфортних умов праці для користувачів комп'ютерної техніки. Робочий стіл повинен відповідати встановленим ергономічним стандартам та забезпечувати оптимальне розташування всього необхідного обладнання, включаючи монітор, клавіатуру, комп'ютерну мишу та документи. Висота стільниці має регулюватися в межах від 680 до 800 міліметрів, при цьому ширина робочої поверхні повинна становити не менше 600-1400 міліметрів, а глибина – від 800 до 1000 міліметрів. Обов'язковою вимогою є наявність достатнього простору для ніг під робочим столом: висота цього простору повинна становити не менше 600 міліметрів, ширина – не менше 500 міліметрів, глибина на рівні колін – не менше 450 міліметрів, а на рівні витягнутої ноги – не менше 650 міліметрів.

Робочий стілець відіграє критично важливу роль у забезпеченні комфортних умов праці та профілактиці захворювань опорно-рухового апарату. Стілець обов'язково повинен бути підйомно-поворотним з можливістю незалежного регулювання висоти сидіння, кута нахилу сидіння та спинки. Сидіння має бути рівним з закругленим переднім краєм, його висота повинна регулюватися в межах від 400 до 500 міліметрів, а ширина і глибина повинні становити не менше 400 міліметрів кожна. Кут нахилу сидіння має регулюватися від 15 градусів вперед до

					<i>КГ 08. 18 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

5 градусів назад. Спинка стільця повинна мати висоту 300 ± 20 міліметрів та ширину не менше 380 міліметрів, при цьому відстань від спинки до переднього краю сидіння має регулюватися в межах від 260 до 400 міліметрів.

Монітор комп'ютера повинен бути розташований на відстані від 500 до 700 міліметрів від очей користувача, при цьому верхня частина екрану має знаходитися на рівні очей або трохи нижче. Кут зору до монітора повинен становити 10-20 градусів нижче горизонталі погляду, що забезпечує природне положення голови та шиї під час роботи. Клавіатура та комп'ютерна миша повинні розташовуватися у такий спосіб, щоб руки користувача знаходилися під прямим кутом або трохи більше, а зап'ястя залишалися в нейтральному положенні без згинання або розгинання.

3.3 Гігієнічні вимоги до умов праці

Забезпечення належних гігієнічних умов праці є невід'ємною складовою комплексної системи охорони праці при роботі за комп'ютером. Приміщення, в якому організовано робоче місце, повинно відповідати встановленим санітарно-гігієнічним нормам та забезпечувати комфортні умови для тривалої розумової діяльності. Площа приміщення з розрахунку на одне робоче місце, обладнане персональним комп'ютером, повинна становити не менше 6,0 квадратних метрів, а об'єм – не менше 20,0 кубічних метрів. Ці нормативи забезпечують достатній простір для розміщення необхідного обладнання та меблів, а також для вільного пересування користувача.

Мікрокліматичні параметри відіграють ключову роль у забезпеченні комфортних умов праці та підтримання високої працездатності користувача комп'ютера. Температура повітря в приміщенні повинна підтримуватися в межах від 21 до 25 градусів Цельсія в холодний період року та від 23 до 28 градусів Цельсія в теплий період. Відносна вологість повітря має становити від 40 до 60 відсотків, що забезпечує комфортні умови для дихальної системи та слизових оболонок. Швидкість руху повітря в приміщенні не повинна перевищувати 0,1 метра за секунду, щоб уникнути створення протягів та дискомфорту для користувача. Для підтримання належних мікрокліматичних параметрів

					<i>КГ 08. 18 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

використовуються системи вентиляції (природної або примусової), кондиціонування повітря, а також зволожувачі та осушувачі повітря за необхідності.

Освітлення робочого місця має величезне значення для збереження зору та загального самопочуття користувача комп'ютера. Робочі місця згідно з санітарними нормами слід розташовувати відносно світлових прорізів у такий спосіб, щоб природне світло падало переважно з лівого боку для праворуких користувачів. Робоче місце необхідно розміщувати так, щоб уникнути попадання прямого сонячного світла в очі, натомість вікна повинні забезпечувати рівномірне розсіювання світла по всій робочій поверхні. Штучне освітлення приміщення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення з використанням світлодіодних ламп або люмінесцентних світильників з дифузорами. Освітленість на робочій поверхні повинна становити не менше 300-500 люкс, при цьому важливо уникати відблисків на екрані монітора та створення різких тіней на робочій поверхні.

3.4 Електробезпека та пожежна безпека

Забезпечення електробезпеки при роботі з комп'ютерною технікою є критично важливим аспектом охорони праці, оскільки порушення правил електробезпеки може призвести до серйозних травм або навіть смерті користувача. Всі персональні комп'ютери та периферійні пристрої повинні підключатися до електромережі виключно за допомогою справних штекерних з'єднань і розеток заводського виготовлення, які відповідають встановленим стандартам безпеки. Штекерні з'єднання та електричні розетки, окрім контактів фазного та нульового робочого проводів, обов'язково повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного проводу (заземлення). Конструкція розеток має забезпечувати підключення нейтрального захисного проводу раніше, ніж фазного і нульового робочих проводів, а послідовність відключення повинна бути зворотною.

Категорично неприпустимим є підключення комп'ютерів і периферійних пристроїв до звичайної двопровідної мережі електропостачання, включаючи

					КГ 08. 18 003. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

використання будь-яких перехідних пристроїв. Регулярно необхідно проводити огляд усіх кабелів, шнурів живлення та з'єднувальних проводів на предмет виявлення пошкоджень ізоляції, механічних ушкоджень або ознак перегрівання. Категорично забороняється використання саморобних подовжувачів, тройників та інших електричних пристроїв, які не мають сертифікатів відповідності. По завершенню роботи персональний комп'ютер і всі периферійні пристрої обов'язково необхідно відключувати від електромережі, що не тільки забезпечує додаткову безпеку, але й сприяє економії електроенергії.

Пожежна безпека при роботі з комп'ютерною технікою потребує особливої уваги, оскільки електронне обладнання може стати джерелом займання внаслідок перегрівання, короткого замикання або інших несправностей. У приміщенні обов'язково повинен бути наявний вуглекислотний вогнегасник типу ВВК-2 або ВВК-5, який здатен ефективно гасити електричні пожежі без завдання шкоди електронному обладнанню. Рекомендується встановлення автоматичних пожежних сповіщувачів у приміщенні, які здатні своєчасно виявити ознаки займання та подати сигнал тривоги. Категорично забороняється використання легкозаймистих покриттів, таких як штори з синтетичних матеріалів, паперових декорацій або інших горючих матеріалів поблизу електричних розеток та обладнання.

Для запобігання виникненню пожежі необхідно регулярно очищувати комп'ютерну техніку від пилу, оскільки накопичення пилу може призводити до перегрівання компонентів та виникнення займання. Комп'ютер повинен розташовуватися в місці з достатньою вентиляцією, не надто близько до стін або інших предметів, які можуть блокувати потік повітря для охолодження. Важливо забезпечити наявність чіткого плану евакуації з приміщення та знання всіх шляхів виходу у випадку виникнення надзвичайної ситуації.

3.5 Режим праці та профілактичні заходи

Дотримання правильного режиму праці та відпочинку є ключовим фактором профілактики професійних захворювань та підтримання високої працездатності при роботі за комп'ютером. Рекомендується через кожні 60 хвилин безперервної

					<i>КГ 08. 18 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

роботи за комп'ютером робити перерву тривалістю 10-15 хвилин, протягом якої необхідно виконувати спеціальні вправи для очей, м'язів шиї, спини та рук. Загальна тривалість безперервної роботи з персональним комп'ютером не повинна перевищувати 4 години на добу для осіб віком до 18 років, а для дорослих користувачів рекомендується робити короткі перерви кожні 2 години роботи.

Вправи для очей включають переведення погляду з близьких об'єктів на віддалені, частіше моргання, заплющування очей на кілька секунд, легкий масаж повік та області навколо очей. Для профілактики захворювань опорно-рухового апарату рекомендується виконувати вправи для розтягування м'язів шиї, повороти та нахили голови, підняття та опускання плечей, нахили тулуба в різні боки, а також вправи для кистей рук та пальців. Психофізіологічні фактори, такі як інтенсивна розумова діяльність, одноманітність роботи та соціальна ізоляція при віддаленій роботі, можуть спричиняти хронічну втому, погіршення сну та розвиток синдрому професійного вигорання.

Для профілактики цих негативних явищ рекомендується організовувати робоче місце поблизу вікна для забезпечення природного освітлення та можливості перегляду віддалених об'єктів, чергувати інтелектуальну роботу з фізичними вправами, робити перерви на спілкування з колегами або членами родини, а також регулярно виходити на свіже повітря для коротких прогулянок. Важливо також підтримувати здоровий спосіб життя, включаючи збалансоване харчування, достатній сон та регулярну фізичну активність поза робочим часом.

					<i>КГ 08. 18 003. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломного проєкту було реалізовано дослідження та практичне впровадження методів створення інтерактивної візуальної моделі архітектурних об'єктів у стилі середньовіччя. Основною метою роботи було розроблення інтерактивного вебзастосунку, що дозволяє користувачам ознайомитися з тривимірними реконструкціями історичних споруд, навігувати простором моделі та взаємодіяти з її елементами.

У ході дослідження проведено аналіз аналогічних візуалізаційних систем, що дозволило виокремити найефективніші підходи до проєктування інтерфейсів та побудови 3D-сцен. Для створення моделей використовувалося програмне забезпечення Blender, яке забезпечило високий рівень деталізації об'єктів та відповідність стилістиці середньовічної архітектури. Рендеринг моделей здійснювався з урахуванням оптимізації для інтеграції у вебсередовище.

Для вебреалізації застосовано HTML, CSS, JavaScript і бібліотеку Model Viewer, що дозволило забезпечити адаптивність та кросплатформену доступність ресурсу. Користувачі можуть обертати моделі, змінювати масштаб і досліджувати архітектурні елементи у реальному часі, що значно підвищує інтерактивність та навчальний потенціал проєкту.

Проведене тестування підтвердило коректність роботи застосунку на різних пристроях і браузерах. Досягнуто відповідності між функціональністю, естетикою й технічною ефективністю рішення. Отримані результати свідчать про доцільність використання 3D-візуалізації в освітніх і культурних проєктах, а також підтверджують перспективність подібних підходів для збереження та популяризації історичної спадщини.

Розроблений застосунок може слугувати основою для подальшого розширення функціоналу, зокрема додавання мультимедійного контенту, інтерактивних довідників та підтримки віртуальної чи доповненої реальності.

					КГ 08. 18 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Клименюк Т. М. Історія архітектури середньовіччя і Нового часу V–XIX ст. Львів : Львівська політехніка, 2023.
2. Яшанов С. М., Шевчук Л. Д., Олефіренко Т. О. Основи 3D моделювання в середовищі Blender. Переяслав : Університет Григорія Сковороди, 2022.
3. Віллар О. Learning Blender: A Comprehensive Guide to 3D Creation. англ. 2023.
4. Google Developers. <model-viewer> – Web Component for 3D Models [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://modelviewer.dev> (дата звернення: 15.05.2025).
5. Vogue. The Game of Thrones Filming Locations You Can Visit in Real Life [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.vogue.com/article/game-of-thrones-filming-locations-you-can-visit-in-real-life> (дата звернення: 17.05.2025).
6. Wired. See How the Art Department of Game of Thrones Creates Westeros [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.wired.com/2014/04/game-of-thrones-art-department> (дата звернення: 18.05.2025).
7. Blender Foundation. Blender – Free and Open 3D Creation Software [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.blender.org> (дата звернення: 20.05.2025).
8. W3C. HTML Living Standard [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://html.spec.whatwg.org> (дата звернення: 24.05.2025).
9. W3C. Cascading Style Sheets (CSS) – The Official Specification [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.w3.org/Style/CSS> (дата звернення: 26.05.2025).
10. Bootstrap. The most popular HTML, CSS, and JS library in the world [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://getbootstrap.com> (дата звернення: 29.05.2025).
11. Mozilla Developer Network. JavaScript Guide – MDN Web Docs [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide> (дата звернення: 06.06.2025).

					КГ 08. 18 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ДОДАТОК А. Фрагмент програмного коду головної сторінки

```
// index.html

<nav class="navbar navbar-expand-lg navbar-dark fixed-top">
  <div class="container">
    <a class="navbar-brand" href="#">
      
      <span class="ms-2">Archevalon</span>
    </a>
    <button class="navbar-toggler" type="button" data-bs-toggle="collapse" data-
bs-target="#navbarNav">
      <span class="navbar-toggler-icon"></span>
    </button>
    <div class="collapse navbar-collapse" id="navbarNav">
      <ul class="navbar-nav ms-auto">
        <li class="nav-item">
          <a class="nav-link" href="#home">Головна</a>
        </li>
        <li class="nav-item">
          <a class="nav-link" href="#castles">Замки</a>
        </li>
        <li class="nav-item">
          <a class="nav-link" href="#models">3D Моделі</a>
        </li>
        <li class="nav-item">
          <a class="nav-link" href="#about">Про проєкт</a>
        </li>
        <li class="nav-item">
          <a class="nav-link" href="#contact">Контакти</a>
        </li>
      </ul>
    </div>
  </div>
</nav>

<!-- Hero Section -->
<section id="home" class="hero-section">
  <div class="hero-overlay"></div>
  <div class="container h-100">
    <div class="row h-100 align-items-center">
      <div class="col-12 text-center">
        <h1 class="display-3 fw-bold mb-4">Середньовічні замки
Вестеросу</h1>
        <p class="lead mb-5">Інтерактивна 3D візуалізація архітектури</p>
        <a href="#models" class="btn btn-primary btn-lg me-4,5">3D
Моделі</a>
        <a href="#about" class="btn btn-outline-light btn-lg me-
4,5">Дізнатись більше</a>
      </div>
    </div>
    <div class="hero-scroll-indicator">
      <a href="#castles"><i class="fas fa-chevron-down"></i></a>
    </div>
  </section>

<!-- Castles Section -->
```

```

<section id="castles" class="py-5 castle-section">
  <div class="container">
    <div class="section-header mb-5 text-center">
      <h2 class="display-4 mb-3">Великі замки Вестеросу</h2>
      <div class="divider"></div>
      <p class="lead">Сім королівств – сім величних фортець</p>
    </div>

    <div class="row g-4">
      <div class="col-md-4">
        <div class="castle-card">
          <div class="castle-img" style="background-image:
url('img/Winterfell (1).jfif');"></div>
          <div class="castle-content">
            <h3>Північ (The North)</h3>
            <p>Правлячий дім: Старк</p>
            <p>Центр: Вінтерфелл</p>
            <p>Опис: Найбільша за площею земля Семи Королівств. Суворий
клімат, нескінченні ліси та відданий народ. Дім Старків – хранителі традицій, честі та
вірності. Девіз – "Зима близько".</p>
            <a href="#models" class="btn btn-sm btn-outline-light">3D
Перегляд</a>
          </div>
        </div>
      </div>

      <div class="col-md-4">
        <div class="castle-card">
          <div class="castle-img" style="background-image: url('img/Утеч\
Кастерли_.jfif');"></div>
          <div class="castle-content">
            <h3>Західні землі (The Westerlands)</h3>
            <p>Правлячий дім: Ланнистер</p>
            <p>Центр: Кастерлі Рок</p>
            <p>Опис: Родюча земля з багатими золотими копальнями. Дім
Ланнистерів – найзаможніший у Семи Королівствах. Впливовий і амбітний рід. Девіз –
"Почуй мій рев".</p>
          </div>
        </div>
      </div>

      <div class="col-md-4">
        <div class="castle-card">
          <div class="castle-img" style="background-image:
url('img/Пайк.jfif');"></div>
          <div class="castle-content">
            <h3>Залізні острови (The Iron Islands)</h3>
            <p>Правлячий дім: Грейджой</p>
            <p>Центр: Пайк</p>
            <p>Опис: Суворі острови на заході, жителі яких – мореплавці,
воїни та рейдери. Дім Грейджойів шанує силу й здобич. Девіз – "Ми не сіємо".</p>
            <a href="#models" class="btn btn-sm btn-outline-light">3D
Перегляд</a>
          </div>
        </div>
      </div>

      <div class="col-md-4">
        <div class="castle-card">
          <div class="castle-img" style="background-image:
url('img/Штурмовий\ кінець.jfif');"></div>
          <div class="castle-content">
            <h3>Штурмові землі (The Stormlands)</h3>
            <p>Правлячий дім: Баратеон</p>

```

```

        <p>Центр: Штормовий Кінець</p>
        <p>Опис: Узбережжя з буремною погодою та міцними фортецями.
Дім Баратеонів вирізняється силою, рішучістю й гордістю. Девіз – "Нам грім –
відлуння".</p>
        <a href="#models" class="btn btn-sm btn-outline-light">3D
Перегляд</a>
    </div>
</div>
</div>

<div class="col-md-4">
    <div class="castle-card">
        <div class="castle-img" style="background-image:
url('img/Орлине\ гніздо.jfif');"></div>
        <div class="castle-content">
            <h3>Долина Арпен (The Vale of Arryn)</h3>
            <p>Правлячий дім: Арпен</p>
            <p>Центр: Орлине Гніздо</p>
            <p>Опис: Гірський край, ізольований і майже неприступний.
Відомий своїми лицарськими традиціями та військовою доблестю. Дім Арпен – один із
найдавніших у Вестеросі. Девіз – "Як високий, так і гордий".</p>
            <a href="#models" class="btn btn-sm btn-outline-light">3D
Перегляд</a>
        </div>
    </div>
</div>

<div class="col-md-4">
    <div class="castle-card">
        <div class="castle-img" style="background-image:
url('img/Хайгарден.jfif');"></div>
        <div class="castle-content">
            <h3>Вищі землі (The Reach)</h3>
            <p>Правлячий дім: Тіселл</p>
            <p>Центр: Високий Сад</p>
            <p>Опис: Квітучий регіон з найкращими сільськогосподарськими
угіддями. Дім Тіселлів відомий своєю культурою, красою та дипломатичністю. Девіз –
"Сильні зростають".</p>
        </div>
    </div>
</div>

<div class="col-md-4 mx-auto">
    <div class="castle-card">
        <div class="castle-img" style="background-image: url('img/Sun
Spear.jfif');"></div>
        <div class="castle-content">
            <h3>Дорн (Dorne)</h3>
            <p>Правлячий дім: Мартелл</p>
            <p>Центр: Сонячне Коп'я</p>
            <p>Опис: Пустельний, спекотний південний край з унікальними
традиціями та незалежним духом. Дім Мартеллів – символ стійкості та свободи. Девіз –
"Непохитні, непідкорені, незігнуті".</p>
        </div>
    </div>
</div>

<!-- Нові блоки -->
<div class="col-md-4">
    <div class="castle-card">
        <div class="castle-img" style="background-image:
url('img/Драконий\ камінь.jfif');"></div>
        <div class="castle-content">
            <h3>Драконячий камінь (Dragonstone)</h3>

```

```

        <p>Правлячий дім: Таргарієн</p>
        <p>Центр: Драконячий камінь</p>
        <p>Опис: Стародавній замок на острові з вулканічного каменю,
родовий дім Таргарієнів. Символ вогню, сили й династії драконів.</p>
        <a href="#models" class="btn btn-sm btn-outline-light">3D
Перегляд</a>
    </div>
</div>
</div>

<div class="col-md-4">
    <div class="castle-card">
        <div class="castle-img" style="background-image:
url('img/Ріверан.jfif');"></div>
        <div class="castle-content">
            <h3>Ріверран (Riverrun)</h3>
            <p>Правлячий дім: Таллі</p>
            <p>Центр: Ріверран</p>
            <p>Опис: Замок, розташований між річками, центр Тризубця.
Відомий своєю стратегічною важливістю та вірністю дому Таллі. Девіз – "Сім'я, обов'язок,
честь".</p>
            <a href="#models" class="btn btn-sm btn-outline-light">3D
Перегляд</a>
        </div>
    </div>
</div>

<div class="col-md-4">
    <div class="castle-card">
        <div class="castle-img" style="background-image: url('img/the\
red\ keep.jfif');"></div>
        <div class="castle-content">
            <h3>Червоний Замок (Red Keep)</h3>
            <p>Правлячий дім: Королівський престол</p>
            <p>Центр: Королівська Гавань</p>
            <p>Опис: Велична фортеця в столиці, символ влади у Семи
Королівствах. Місце Залізного трону та центр інтриг.</p>
            <a href="#models" class="btn btn-sm btn-outline-light">3D
Перегляд</a>
        </div>
    </div>
</div>
</div>

</section>

<!-- 3D Models Section -->
<section id="models" class="py-5 models-section">
    <div class="container">
        <div class="section-header mb-5 text-center">
            <h2 class="display-4 mb-3">3D Моделі Замків</h2>
            <div class="divider"></div>
            <p class="lead">Інтерактивні моделі для детального перегляду</p>
        </div>

        <div class="row g-4">
            <!-- Winterfell Model -->
            <div class="col-md-9 col-lg-6 model-card" id="winterfell-model">
                <div class="model-container">
                    <h3 class="text-center mb-3">Червоний замок</h3>
                    <model-viewer
                        src="красний замок.glb"
                        alt="3D модель замку Пайк"
                        ar

```



```

        ar-modes="webxr scene-viewer quick-look"
        camera-controls
        touch-action="pan-y"
        shadow-intensity="1"
        exposure="0.8"
        camera-orbit="45deg 55deg 2.5m"
        field-of-view="30deg">
        <button slot="ar-button" class="ar-button">
            Переглянути в AR
        </button>
        <div class="progress-bar hide" slot="progress-bar">
            <div class="update-bar"></div>
        </div>
    </model-viewer>
</div>
</div>

<!-- Kings Landing Model -->
<div class="col-md-9 col-lg-6 model-card" id="kingslanding-model">
    <div class="model-container">
        <h3 class="text-center mb-3">Орлине Гніздо</h3>
        <model-viewer
            src="орлиное гнездо.glb"
            alt="3D модель Королівської Гавані"
            ar
            ar-modes="webxr scene-viewer quick-look"
            camera-controls
            touch-action="pan-y"
            shadow-intensity="1"
            exposure="0.8"
            camera-orbit="45deg 55deg 2.5m"
            field-of-view="30deg">
            <button slot="ar-button" class="ar-button">
                Переглянути в AR
            </button>
        </model-viewer>
    </div>
</div>

<!-- Casterly Rock Model -->
<div class="col-md-9 col-lg-6 model-card" id="casterlyrock-model">
    <div class="model-container">
        <h3 class="text-center mb-3">Пайк</h3>
        <model-viewer
            src="ooo.glb"
            alt="3D модель Кастерлі Рок"
            ar
            ar-modes="webxr scene-viewer quick-look"
            camera-controls
            touch-action="pan-y"
            shadow-intensity="1"
            exposure="0.8"
            camera-orbit="45deg 55deg 2.5m"

```

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ

КГ.08.18.000.00 ДП

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

На тему:
**Розробка інтерактивної візуальної моделі середньовічної
архітектури**

Познанської Марії Павлівни
Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

ВСТУП

У рамках дипломного проєкту було створено вебзастосунок, що дозволяє переглядати 3D-моделі середньовічних замків у браузері.

**Моделі виконано у Blender, інтегровано у вебінтерфейс за допомогою Model Viewer.
Основна мета — забезпечити інтерактивність, естетику та доступність для користувача.**

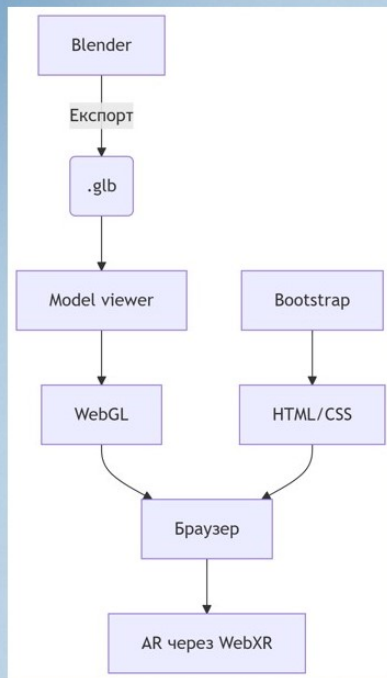
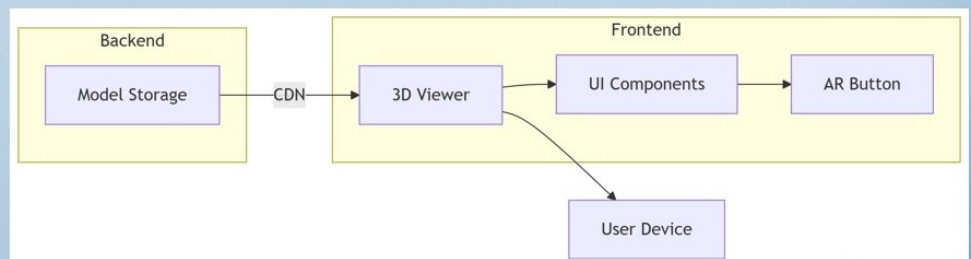
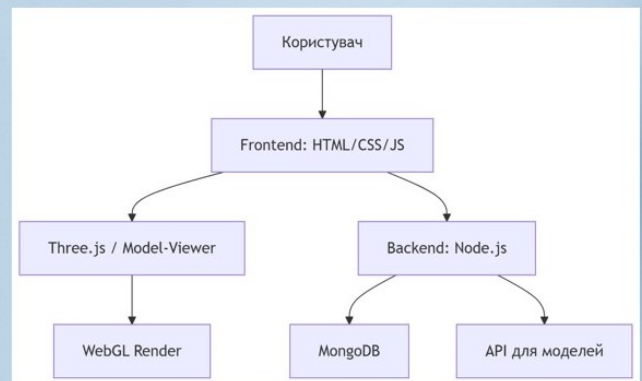


Схема технологій застосунку

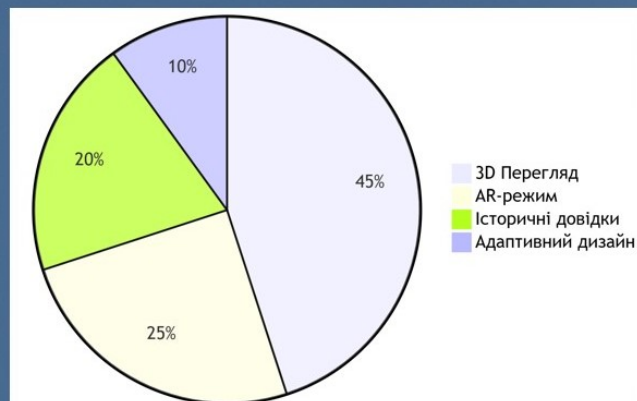
Архітектура веб-застосунку



```
/root
├── index.html
├── css/
│   └── style.css
├── js/
│   └── script.js
├── models/
│   ├── winterfell.glb
│   ├── riverrun.glb
│   └── ... (інші 3D-моделі)
├── img/
│   ├── textures/
│   └── screenshots/
```

Файлова схема веб-застосунку

Функціональні можливості



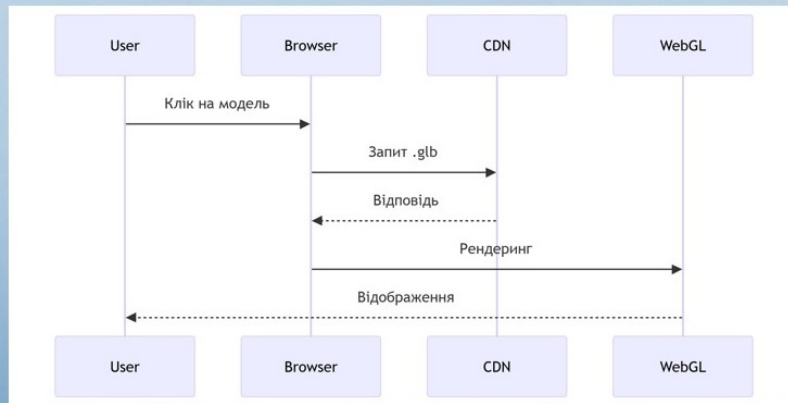


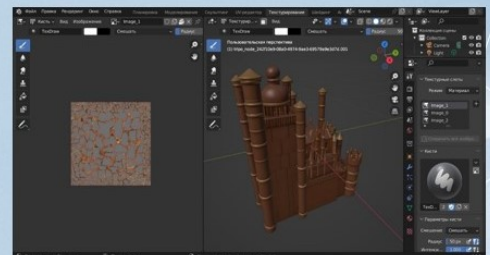
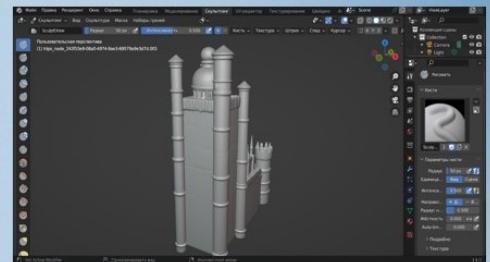
Схема алгоритму

Моделювання

- Замки створено вручну в Blender

- Використано текстурування, масштабування, декілька видів освітлення

- Експорт у формат .glb з оптимізацією



Розробка хедеру веб-застосунку

Додавання логотипу, іконки та навігаційного меню



ARCHEVALON

Головна

Замки

3D Моделі

Про проєкт

Контакти

Кольорова гама веб-застосунку

```
1  :root {  
2    --primary-color: #4b5d63;  
3    --secondary-color: #c2c9c0;  
4    --dark-color: #1f2b33;  
5    --light-color: #e0e5e2;  
6    --stone-color: #6e7473;  
7    --stone-dark: #3d4140;  
8    --stone-light: #bfc7c2;  
9    --font-title: 'Cinzel Decorative', 'Cinzel', serif;  
10   --font-body: 'MedievalSharp', cursive;  
11 }  
12
```

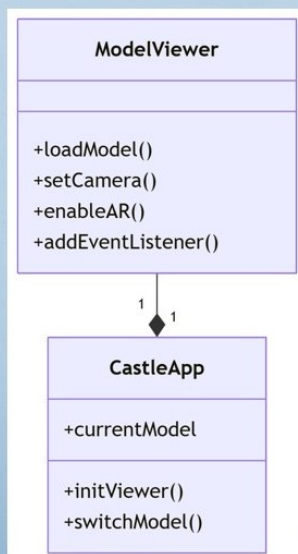
Розробка компонентів

```
index.html X  scripts  style.css
1  <html lang="uk">
2  <body>
72  <section id="castles" class="py-5 castle-section">
73  <div class="container">
80  <div class="row g-4">
106  <div class="col-md-4">
107  <div class="castle-card">
108  <div class="castle-img" style="background-image: url('img/falk.jpg');"/></div>
109  <div class="castle-content">
110  <h3>Занімі острови (The Iron Islands)</h3>
111  <p>Візантійський дім: Грецький</p>
112  <p>Центр: Пале</p>
113  <p>Опис: Суворі острови на заході, жителі яких – мореплавці, воїни та рейдери.
114  <a href="#models" class="btn btn-sm btn-outline-light">3D Перегляд</a>
115  </div>
116  </div>
117  </div>
118  <div class="col-md-4">
119  <div class="castle-card">
120  <div class="castle-img" style="background-image: url('img/грознява.jpg');"/>
121  <div class="castle-content">
122  <h3>Грознява землі (The Stormlands)</h3>
123  <p>Візантійський дім: Баратен</p>
124  <p>Центр: Грознява Земля</p>
125  <p>Опис: Убереження в буревій погоді та міцні фортеці. Дім Баратенів впер
126  <a href="#models" class="btn btn-sm btn-outline-light">3D Перегляд</a>
127  </div>
128  </div>
129  </div>
```

Хедер

```
index.html X  scripts  style.css
1  <html lang="uk">
2  <body>
446  <section id="contact" class="py-5 contact-section">
447  <div class="container">
454  <div class="row g-4">
498  <div class="social-links mt-4">
499  <a href="#" class="social-icon" i class="fab fa-facebook-f"/></a>
500  <a href="#" class="social-icon" i class="fab fa-twitter"/></a>
501  <a href="#" class="social-icon" i class="fab fa-instagram"/></a>
502  <a href="#" class="social-icon" i class="fab fa-linkedin-in"/></a>
503  </div>
504  </div>
505  </section>
506  </div>
507  </div>
508  <!-- Footer -->
509  <div class="py-4">
510  <div class="container">
511  <div class="row">
512  <div class="col-md-6 text-center text-md-start">
513  <p class="mb-0">© 2025 Середньовічні замки Вестеросу. Всі права захищені. by:
514  </div>
515  <div class="col-md-6 text-center text-md-end">
516  <a href="#" class="text-decoration-none mb-3">Політика конфіденційності</a>
517  <a href="#" class="text-decoration-none">Умови використання</a>
518  </div>
519  </div>
520  </div>
521  </div>
```

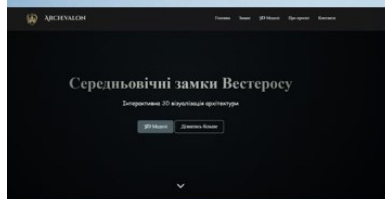
Футер



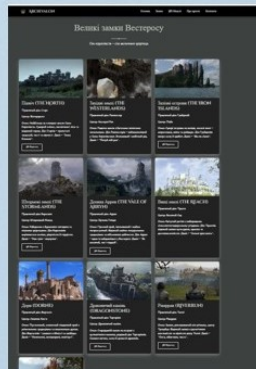
Фронтенд Інтеграція model-viewer:

```
<model-viewer
  src="winterfell.glb"
  camera-controls
  ar
  shadow-intensity="1">
</model-viewer>
```

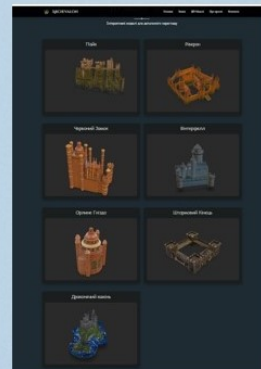

Тестування проєкту



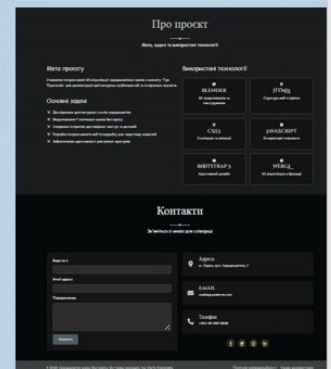
Головна сторінка



Замки



3D-моделі



Про проєкт
Контакти



Посилання на
веб-застосунок

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Познанський Марії Павлівні

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність *123 «Комп'ютерна інженерія»*

Освітня програма *«Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»*

Керівник дипломного проекту (роботи) *Жадан Артур Сергійович*

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) *Розробка інтерактивної візуальної моделі середньовічної архітектури*

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки *75* сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини *14* аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту завданню

Представлений на рецензію дипломний проект відповідає затвердженій темі та виконаний відповідно технічному завданню. Дипломний проект присвячений темі середньовічної архітектури та складається з пояснювальної записки, додатку з програмним кодом та мультимедійної презентації, що містить приклади роботи програми.

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту

Пояснювальна записка складається з основного розділу (аналізу предметної області, проектування застосунку, реалізації застосунку, тестування застосунку), економічного розділу, розділу охорони праці та додатків. Перелічені розділи поетапно охоплюють розробку, виконані докладно та обґрунтовано. Розділ охорони праці містить загальну інформацію та вимоги до техніки безпеки оператора КТ. Економічний розділ проекту містить розрахунок витрат на НДР та реалізацію проекту.

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту

Графічна частина складається з 14 слайдів мультимедійної презентації, виконаної у програмному продукті MS PowerPoint, які містять ілюстративні схеми, скріншоти роботи програмного застосунку, передбачені технічним завданням. Пояснювальна записка виконана акуратно та у відповідності до норм. Якість виконання графічної частини проекту та пояснювальної записки добра, розробку виконано у повному обсязі.

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту Робота містить детальні шейдери, текстурування та застосування правильного освітлення через HDRI. Враховано принципи композиції, контрасту, освітлення.

Робота супроводжується якісними візуалізаціями рендерів, зручними планами приміщення та кадрами з різних ракурсів.

д) основні недоліки дипломного проекту Файлові й URL-імена з пробілами та кирилицею можуть провокувати 404-помилки на різних серверах. Відсутність LOD-моделей і компресії (Draco) для великих .glb-файлів призводить до значних затримок завантаження на мобільних пристроях. Немає резервного варіанту відображення 3D (fallback-зображення) для браузерів без WebGL-підтримки.

Оцінка розрахункової частини

Добре

Оцінка графічної частини

Відмінно

Загальна оцінка

Відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента

к.т.н. Шибаєва Наталя Олегівна

Місце роботи і посада рецензента

Національний університет «Одеська політехніка»,
доцент кафедри інформаційних технологій

Підпис:



« 06 » 2025 р.

ВІДГУК

керівника на дипломний проєкт здобувачки освіти
відділення комп'ютерних систем

Познанської Марії Павлівни

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"
(прізвище, ім'я та по батькові)
Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерна графіка
та Web-дизайн»

Тема дипломного проєкту: Розробка інтерактивної візуальної моделі
середньовічної архітектури

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

а) обсяг і якість виконання проєкту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) Дипломний проєкт виконано відповідно технічному завданню. Пояснювальна записка містить 75 сторінки. У пояснювальній записці виконано опис етапів розробки інтерактивних моделей, а також його програмного забезпечення. Графічна частина складається з 14 слайдів мультимедійної презентації, які також містять креслення, передбачені технічним завданням. Якість виконання пояснювальної записки та графічної частини добра, розробку виконано в повному обсязі.

б) самостійність роботи над проєктом: Протягом всього строку дипломного проєктування та переддипломної практики здобувач освіти Познанська М.П. поступово та послідовно виконувала всі етапи розробки. Всі роботи здобувачка освіти виконувала самостійно, з оглядом на рекомендації керівника.

в) теоретична підготовка випускника (випускниці): Здобувач освіти Познанська М.П. під час роботи над дипломним проєктом вивчила достатню кількість літературних джерел та матеріалів за даною тематикою. Вважаю, що теоретична підготовка дипломника добра і вона готова до захисту дипломного проєкту.

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання _____

Під час дипломного проектування здобувачка освіти Познанська Марія
Павлівна мала змогу самостійно приймати окремі рішення з реалізації
інтерактивної візуальної моделі середньовічної архітектури та показала
вміння організовано працювати над поставленим завданням.

Оцінка розрахункової частини _____ Добре

Оцінка графічної частини _____ Відмінно

Загальна оцінка _____ Відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проекту Жадан Артур
Сергійович

Місце роботи і посада керівника дипломного проекту _____

ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", викладач
спецдисциплін комісії комп'ютерних технологій та програмної інженерії.

Підпис _____

« 16 / червня 2025 р.

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
(ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ)
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Познанська Марія Павлівна,
здобувачка освіти гр. 4КГ-08, та

Жадан Артур Сергійович,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

***«Розробка інтерактивної візуальної моделі середньовічної архітектури»
(авторка роботи – Познанська М.П., керівник роботи – Жадан А.С.)***

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2025 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

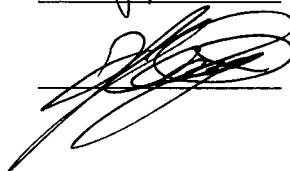
Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Познанська М.П. /

Керівник



/ Жадан А.С. /

«16» червня 2025 р.

ДОВІДКА

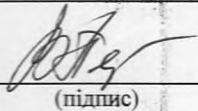
циклової комісії КТ та ПІ
про допуск до захисту дипломного проєкту
здобувача (здобувачки) освіти ІV курсу
відділення комп'ютерних систем групи 4КГ-08

Познанської Марії Павлівни

на тему *Розробка інтерактивної візуальної моделі*
середньовічної архітектури

Висновок відповідальної особи за проведення нормоконтролю:

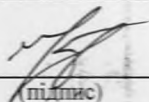
пояснювальна записка до дипломного проєкту виконана з некритичними
порушеннями ДСТУ та оформлена відповідно до вимог Положення про
дипломне проєктування


(підпис)

16.06.2025
(дата)

Петрашова В.І.
(П.І.Б.)

Висновок відповідальної особи за перевірку роботи на наявність академічного
плагіату *згідно звіту про перевірку від 14.06.2025 р. значення коефіцієнту*
подібності в роботі становить 14,64%, коефіцієнт цитування – 5,30%.


(підпис)

16.06.2025
(дата)

Краснокутська К.Г.
(П.І.Б.)

Попередня експертиза (малий захист) дипломного проєкту

здобувача (здобувачки) освіти

Познанської М.П.
(П.І.Б.)

проведена « 16 » червня 2025 р.

Висновки *Пояснювальна записка до дипломного проєкту виконана у повному*
обсязі. Випускна кваліфікаційна робота (дипломний проєкт) відповідає
вимогам Положення про дипломне проєктування та рекомендована до
захисту.

Голова ЦК КТ та ПІ


(підпис)

Кривченко Ю.В.
(П.І.Б.)

Звіт подібності

метадані

Назва організації

Odesa Technical Professional College of Odesa National University of Technology

Заголовок

Розробка інтерактивної візуальної моделі середньовічної архітектури

Автор

Науковий керівник / Експерт

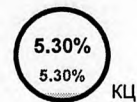
Познанська Марія ПавлівнаЖадан Артур Сергійович

підрозділ

Відокремлений структурний підрозділ "Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету"

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для коефіцієнта подібності 2

12855

Кількість слів

110046

Кількість символів

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	Б	1
Інтервали	A→	0
Мікропробіли	␣	48
Білі знаки	␣	0
Парафрази (SmartMarks)	а	105

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

Колір тексту

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА URL (НАЗВА БАЗИ)	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9908b7a9-6b3e-46f5-a46e-84d83787cfd4/download	53 0.41 %
2	https://phuongnamvina.com/thiet-ke-website-voi-bootstrap.html	53 0.41 %
3	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/12d5c0ab-e979-48f2-a8ec-d5fc31f71fd5/download	41 0.32 %
4	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/538ada8a-2c79-4b1e-b7d2-b0c97f68bc1c/download	39 0.30 %
5	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/82a6d375-2b69-4233-b80f-fbfd149b7747/download	37 0.29 %

6	https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8da72e29-656f-4ee4-9b22-716dedf53ff5/content	34 0.26 %
7	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/55e2b8f2-7d3c-4235-99fc-2be51199b96d/download	31 0.24 %
8	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/bbaf3f38-16a8-4070-bead-5562769b7c71/download	30 0.23 %
9	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/549ee9fe-7574-4ae5-b500-9fe2711f33e6/download	30 0.23 %
10	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9908b7a9-6b3e-46f5-a46e-84d83787cfd4/download	28 0.22 %

з домашньої бази даних (0.31 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Розробка 3D-гри у жанрі survival-horror з налаштуваннями рівнів складності 6/12/2025 Odesa Technical Professional College of Odesa National University of Technology (Відокремлений структурний підрозділ "Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету")	40 (4) 0.31 %

з програми обміну базами даних (0.61 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗАГОЛОВОК	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	Розробка вебсайту IT-компанії 5/10/2025 Irpın Applied College of Economics and Law-free_course_papers (Irpın Applied College of Economics and Law-free_course_papers)	28 (3) 0.22 %
2	1 1 ВТИПО заочн Диплом. Голубков Артур.docx 7/7/2021 International IT University (Компьютерная инженерия и информационная безопасность)	15 (2) 0.12 %
3	Full text Web Development Textbook 3 11 24-1 11/19/2024 Satbayev University (ИАИИТ)	15 (3) 0.12 %
4	Розробка вебсайту послуг туристичного гіда 5/10/2025 Irpın Applied College of Economics and Law-free_course_papers (Irpın Applied College of Economics and Law-free_course_papers)	14 (1) 0.11 %
5	Розробка інтерфейсу та системи шаблонів сторінок веб-застосунку реєстрації на онлайн-курси 5/19/2025 Kharkiv National University of Economics named after S.Kuznets (KNUE) (KNUE)	7 (1) 0.05 %

з Інтернету (13.71 %)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ДЖЕРЕЛО URL	КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/12d5c0ab-e979-48f2-a8ec-d5fc31f71fd5/download	667 (54) 5.19 %
2	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/538ada8a-2c79-4b1e-b7d2-b0c97f68bc1c/download	155 (6) 1.21 %
3	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9908b7a9-6b3e-46f5-a46e-84d83787cfd4/download	120 (5) 0.93 %
4	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/62baa43e-b968-4993-bb54-8cf8761a89b2/download	110 (9) 0.86 %
5	https://phuongnamvina.com/thiet-ke-website-voi-bootstrap.html	102 (6) 0.79 %
6	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/55e2b8f2-7d3c-4235-99fc-2be51199b96d/download	89 (7) 0.69 %

7	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/82a6d375-2b69-4233-b80f-fbfd149b7747/download	74 (4) 0.58 %
8	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/0e72a3b9-bdd7-4711-a3c6-dedc1d4287cc/download	71 (7) 0.55 %
9	https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8da72e29-656f-4ee4-9b22-716dedf53ff5/content	68 (4) 0.53 %
10	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/549ee9fe-7574-4ae5-b500-9fe2711f33e6/download	60 (3) 0.47 %
11	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/bbaf3f38-16a8-4070-bead-5562769b7c71/download	30 (1) 0.23 %
12	https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/85077/1/Kaliukina_Bachelor_thesis.pdf	22 (3) 0.17 %
13	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/21173711-5b67-4b87-b17f-6302c25e7a31/download	22 (2) 0.17 %
14	https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/44c16132-5f53-48e2-b6c0-61e9a2f0fd75/content	20 (1) 0.16 %
15	https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/78096/1/Bachelor_thesis_Liashenko.pdf	20 (2) 0.16 %
16	https://ukrbukva.net/page.12.91606-Integraciya-informatiki-i-himii-na-primere-temy-Gidroliz-soleiy.html	19 (1) 0.15 %
17	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/6cf43324-8f08-4031-ba42-f80b18efbbc8/download	19 (2) 0.15 %
18	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/158e44b0-583e-4b2d-b758-6b86979e33bb/download	17 (1) 0.13 %
19	https://iq.vntu.edu.ua/repository/getfile.php/4855.pdf	16 (2) 0.12 %
20	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/72fa1396-889f-4082-af7d-898b6ac28dd4/download	16 (1) 0.12 %
21	https://core.ac.uk/download/pdf/339162873.pdf	15 (1) 0.12 %
22	https://www.znu.edu.ua/pidrozdily/ohorona-praci/2019/navch/zakonodavstvo_z_okhoroni_prats_.docx	13 (2) 0.10 %
23	https://studfile.net/preview/8990203/page:13/	11 (1) 0.09 %
24	https://ela.kpi.ua/bitstreams/4dabf5b9-5679-4545-8f80-79cff2b67c2b/download	7 (1) 0.05 %

Список прийнятих фрагментів (немає прийнятих фрагментів)

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	ЗМІСТ	КІЛЬКІСТЬ ОДНАКОВИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
------------------	-------	---------------------------------------

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн» Група: 4КГ-08

Дипломний проект здобувачки освіти денної форми навчання КГ. 08.18.000.ДП

ПОЗНАНСЬКОЇ
МАРІЇ ПАВЛІВНИ

м. Одеса
2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4 КГ-08

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до дипломного проекту на тему: