

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
Кафедра інформаційних технологій

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ Світлана ВАЩЕНКО

_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» _____,

освітньо-професійної програми «Інформаційні технології проектування» _____

на тему: Віртуальний музей історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій _____

Здобувача (ки) групи ІТз-01с _____ Палагнюк Анни Вікторівни _____
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

(підпис)

Анна ПАЛАГНЮК
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник _____ д. т. н. проф. Євгеній ЛАВРОВ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Суми – 2024

Сумський державний університет
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
Кафедра інформаційних технологій
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. зав. кафедри ІТ

_____ Світлана ВАЩЕНКО
«__» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Палагнюк Анни Вікторівни

1. Тема роботи Віртуальний музей історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій

керівник роботи Лавров Євгеній Анатолійович, д.т.н., професор

затверджені наказом по університету від « 13 » травня 2024 р. № 0516-VI

2. Строк подання студентом роботи « 26 » травня 2024 р.

3. Вхідні дані до роботи фотографії та зображення старовинних обчислювальних машин та сучасних комп'ютерів, онлайн-енциклопедії та бази даних, віртуальні виставки та архіви

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз предметної області, постановка задачі, планування проєкта, практична реалізація проєкта

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) актуальність роботи, постановка задачі, аналіз предметної області, структурно-функціональне моделювання, діаграма варіантів використання, практична реалізація, демонстрація роботи, висновки

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

—

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Визначення актуальності проєкта	09.02.2024	
2.	Аналіз предметної області	12.02.2024	
3.	Постановка задачі	26.02.2024	
4.	Планування проєкта	04.03.2024	
5.	Дослідження управління ризиками	06.03.2024	
6.	Моделювання сцени	11.03.2024	
7.	Візуалізація сцени	01.04.2024	
8.	Розробка віртуального туру	21.04.2024	
9.	Презентація проєкта	11.05.2024	
10.	Розробка документації та перевірка	16.05.2024	
11.	Архівація файлів	23.05.2024	

Студент

(підпис)

Анна ПАЛАГНЮК

Керівник роботи

(підпис)

д.т.н., проф. Євгеній ЛАВРОВ

АНОТАЦІЯ

Тема роботи: "Віртуальний музей історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій".

Актуальність теми зумовлена необхідністю збереження та популяризації історії розвитку комп'ютерних технологій, що є однією з найважливіших складових сучасної науки та техніки. Віртуальний музей дозволяє не тільки зберігати інформацію про минулі досягнення, але й робити її доступною для широкого загалу, що сприяє підвищенню інтересу до науки і техніки.

Метою роботи є створення віртуального музею, який демонструє історію розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій. Для досягнення цієї мети були використані методи аналізу, моделювання та проектування інформаційних систем. У роботі застосовані сучасні інструменти для 3D-моделювання та рендерингу – Cinema 4D та Redshift, що дозволяють створювати високоякісні та реалістичні візуалізації.

Результатом роботи є готовий віртуальний музей, що включає в себе детальні 3D-моделі історичних обчислювальних машин та інтерактивні елементи, які дозволяють користувачам взаємодіяти з експонатами та отримувати додаткову інформацію.

Результати роботи можуть бути використані для освітніх цілей, зокрема, в навчальних закладах для вивчення історії розвитку комп'ютерної техніки. Віртуальний музей може бути інтегрований в існуючі навчальні програми та курси з комп'ютерних наук. Розробки, представлені в роботі, мають потенціал для подальшого розвитку та впровадження в інших проектах, спрямованих на популяризацію науки і техніки.

Ключові слова: Віртуальний музей, Візуалізація, Комп'ютерна техніка, Інформаційні технології, 3D-моделювання, Cinema 4D, Redshift, Інтерактивні елементи.

Загальний обсяг роботи становить 68 сторінок, у тому числі 43 сторінок основного тексту, 3 сторінки списку використаних джерел, 22 сторінок додатків. Робота містить 9 таблиць, 45 рисунків, список літератури з 47 найменувань, 2 додатки.

ЗМІСТ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	1
ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	9
1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій	9
1.2 Аналіз програмних продуктів-аналогів	10
1.3 Постановка задачі.....	11
2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	13
2.1 Структурно-функціональне моделювання процесу	14
2.2 Діаграма варіантів використання	15
3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ	18
3.1 Етапи реалізації проєкта.....	18
3.2 Робота з референсами (прикладми).....	19
3.3 Створення моделі приміщення	22
3.4 Створення історичних моделей техніки, їх опису та інформаційних стендів	26
3.5 Створення та налаштування матеріалів.....	32
3.6 Налаштування освітлення та візуалізація сцени музею.....	38
ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45
ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ	48
1. Призначення й мета створення віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій.....	48
1.1 Призначення віртуального музею.....	48
1.2 Мета створення віртуального музею	48
1.3 Цільова аудиторія.....	48
2. Вимоги до віртуального музею.....	49
2.1 Вимоги до віртуального музею в цілому	49

	6
2.2 Структура віртуального музею.....	50
2.3 Вимоги до функціонування системи.....	51
2.4 Вимоги до видів забезпечення.....	54
3. Склад і зміст робіт зі створення віртуального музею.....	54
4. Вимоги до складу й змісту робіт із введення 3D моделей в експлуатацію 55	
ДОДАТОК Б	56
ПЛАНУВАННЯ РОБІТ.....	56
Б.1 Ідентифікація мети ІТ-проекту.....	56
Б.2 Планування змісту структури робіт ІТ-проекту.....	58
Б.3 Діаграма Ганта	59
Б.4 Управління ризиками проекту.....	62

ВСТУП

Розвиток комп'ютерної техніки та інформаційних технологій є одним із найдинамічніших і найвпливовіших процесів сучасної епохи. Від перших механічних обчислювальних машин до сучасних суперкомп'ютерів, від простих програм до складних програмних комплексів – історія розвитку цієї галузі насичена значущими подіями та досягненнями. Вивчення цього процесу не лише допомагає зрозуміти минуле, але й відкриває перспективи для майбутнього, адже кожне нове досягнення ґрунтується на попередніх винаходах і досвідах.

Створення віртуального музею, присвяченого історії комп'ютерної техніки та інформаційних технологій, є важливим і своєчасним проектом. Такий музей не тільки зберігає і популяризує знання про минуле, але й робить їх доступними для широкого кола користувачів завдяки сучасним технологіям. Віртуальні музеї мають ряд переваг перед традиційними: вони дозволяють відвідувачам взаємодіяти з експонатами, отримувати додаткову інформацію в інтерактивній формі, а також забезпечують доступність експозиції з будь-якої точки світу.

Інформаційні технології є фундаментом для розвитку багатьох інших галузей знань і промисловості. Вони впливають на економіку, науку, освіту та навіть повсякденне життя людей. Тому важливо, щоб суспільство мало доступ до інформації про історію та еволюцію цієї сфери. Віртуальний музей, присвячений розвитку комп'ютерних технологій, може стати ефективним інструментом для популяризації знань і стимулювання інтересу до науки і техніки.

Вибір теми дипломної роботи зумовлений значущістю та актуальністю питання збереження та поширення знань про розвиток комп'ютерної техніки. Віртуальний музей дозволяє зібрати та систематизувати великий обсяг інформації, зробити її доступною для дослідження та навчання, а також забезпечити інтерактивність та наочність подачі матеріалу.

Для реалізації проекту було проведено дослідження існуючих рішень у сфері віртуальних музеїв, обрано найбільш підходящі інструменти та технології. Особливу увагу приділено питанням візуалізації експонатів та інтерактивних елементів, що дозволяють відвідувачам глибше зануритися у світ комп'ютерної техніки та зрозуміти її еволюцію. Важливим аспектом є також методологія представлення інформації, яка повинна бути зрозумілою та доступною для користувачів різного віку та рівня підготовки.

Таким чином, дана дипломна робота має на меті створення віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій, що стане цінним джерелом знань та інструментом для навчання і дослідження.

Реалізація цього проекту сприятиме збереженню історичної спадщини та стимулюватиме інтерес до науки і техніки серед широкого загалу.

1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Огляд останніх досліджень і публікацій

Останні десятиліття характеризуються стрімким розвитком технологій візуалізації та моделювання, що відкриває нові можливості для створення віртуальних музеїв та інших інтерактивних проєктів [11]. Одним з найбільш перспективних інструментів для таких завдань є Cinema 4D, програма для 3D-моделювання, анімації та рендерингу, яку часто використовують у поєднанні з рендер-движком Redshift для досягнення високої якості зображень.

У сфері віртуальних музеїв дослідження акцентуються на використанні сучасних технологій для створення інтерактивних та доступних експозицій. Віртуальні музеї дозволяють не тільки зберігати і демонструвати експонати, але й створювати інтерактивні середовища, що надають користувачам можливість взаємодіяти з об'єктами та отримувати додаткову інформацію в реальному часі. Такі проєкти значно розширюють межі традиційних музеїв, роблячи їх доступними для людей з усього світу.

Одним із ключових аспектів є дослідження методів і технологій візуалізації. У публікаціях зазначається, що використання Cinema 4D у поєднанні з Redshift забезпечує високу якість рендерингу, швидкість обробки та гнучкість у створенні складних візуальних ефектів. Дослідження, проведені в цій галузі, демонструють, що ці інструменти є одними з найбільш ефективних для створення реалістичних та деталізованих моделей, що є критично важливим для віртуальних музеїв.

Важливим напрямом є також дослідження користувацького досвіду у віртуальних середовищах. Вчені акцентують увагу на необхідності створення інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу та інтерактивних елементів, що забезпечують користувачам можливість легко орієнтуватися та взаємодіяти з віртуальними експонатами. Публікації з цієї теми підкреслюють значення зворотного зв'язку від користувачів та тестування прототипів для вдосконалення кінцевого продукту.

Сучасні дослідження також охоплюють питання збереження культурної спадщини за допомогою цифрових технологій. Віртуальні музеї стають важливими інструментами для документування та популяризації історичних артефактів. У цьому контексті роботи, присвячені використанню Cinema 4D та Redshift, демонструють, як ці інструменти можуть бути ефективно застосовані для створення високоякісних віртуальних реконструкцій, що дозволяють зберігати та передавати культурну спадщину майбутнім поколінням.

Науковці також вивчають можливості застосування технологій віртуальної та доповненої реальності у музеях. Такі підходи дозволяють створювати інтерактивні експозиції, що значно розширюють можливості традиційних музейних виставок. Використання Cinema 4D та Redshift у таких проєктах дозволяє досягти високої реалістичності та інтерактивності, що сприяє більш глибокому зануренню користувачів у віртуальні експозиції.

Таким чином, останні дослідження і публікації свідчать про значний прогрес у використанні сучасних технологій для створення віртуальних музеїв. Використання Cinema 4D та Redshift забезпечує високоякісну візуалізацію та інтерактивність, що робить ці інструменти незамінними для реалізації проекту віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій.

1.2 Аналіз програмних продуктів-аналогів

Вибір програмного забезпечення для створення віртуальних музеїв є критично важливим кроком у реалізації проекту. Серед численних інструментів для 3D-моделювання та рендерингу особливо виділяються Cinema 4D з Redshift, які забезпечують високу якість візуалізації та продуктивність. У цьому розділі проведемо аналіз основних програмних продуктів-аналогів, що використовуються для створення віртуальних музеїв, та порівняємо їх з Cinema 4D + Redshift.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз програмних продуктів для 3D-моделювання та рендерингу

Програмний продукт	Якість рендерингу	Продуктивність	Легкість у використанні	Підтримка інтерактивності	Додаткові можливості
Cinema 4D + Redshift	Висока	Висока	Висока	Висока	Анімація, VFX, інтеграція з іншими ПО
Blender	Середня	Середня	Середня	Висока	Велика спільнота, численні адони
3ds Max	Висока	Середня	Середня	Середня	Анімація, підтримка численних форматів
Maya	Висока	Висока	Середня	Середня	Анімація, підтримка складних VFX
Unreal Engine	Висока	Висока	Середня	Висока	Інтерактивні середовища, VR підтримка
Unity	Висока	Висока	Висока	Висока	Велика спільнота, VR підтримка

Blender [18,29] – це безкоштовна програма для 3D-моделювання та рендерингу, що має велику спільноту користувачів і безліч додаткових плагінів. Якість рендерингу та продуктивність Blender є середніми порівняно з іншими продуктами. Основною перевагою Blender є його безкоштовність і активна підтримка спільноти.

3ds Max [33,34]с– потужний інструмент для 3D-моделювання, який широко використовується у промисловості. Він пропонує високу якість рендерингу, але продуктивність і легкість у використанні можуть бути нижчими порівняно з Cinema 4D. 3ds Max також є дорогим програмним забезпеченням, що може стати перешкодою для окремих проектів.

Maya [19,30] – ще один потужний інструмент для 3D-моделювання та анімації, який пропонує високу якість рендерингу та продуктивність. Проте, як і 3ds Max, Maya є досить складною у використанні та дорогою. Вона підходить для великих студій, які потребують складних візуальних ефектів.

Unreal Engine [21] та Unity [20] – дві популярні платформи для створення інтерактивних середовищ та ігор. Вони забезпечують високу якість рендерингу та продуктивність, а також підтримку інтерактивності та VR. Основною перевагою Unreal Engine є його безкоштовність для некомерційних проектів, тоді як Unity має велику спільноту та численні додаткові можливості.

Переваги Cinema 4D + Redshift:

Cinema 4D у поєднанні з Redshift [16, 17] забезпечує високу якість рендерингу та продуктивність, що робить його ідеальним інструментом для створення віртуальних музеїв. Простий і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс Cinema 4D [32] дозволяє швидко освоїти програму навіть новачкам, тоді як Redshift [31] забезпечує швидкий та ефективний рендеринг. Інтеграція з іншими програмними продуктами та підтримка численних форматів дозволяє створювати складні та деталізовані моделі, а також додавати інтерактивні елементи для покращення користувацького досвіду.

Таким чином, Cinema 4D + Redshift вигідно виділяється на фоні інших програмних продуктів завдяки своїм широким можливостям, високій якості рендерингу та продуктивності, а також простоті у використанні. Це робить його найкращим вибором для реалізації проекту віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій.

1.3 Постановка задачі

Метою цього проекту є створення віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій з використанням технологій 3D моделювання.

Основною ціллю створення цього проекту є надання користувачам доступу до інформації про розвиток комп'ютерної техніки та інформаційних технологій у зручному та інтерактивному форматі [41, 43, 44]. Це сприятиме покращенню знань у галузі інформаційних технологій, історії та технічного розвитку.

Для досягнення поставленої мети в даному проєкті необхідно виконати наступні задачі:

- Визначити технології та програмні засоби для реалізації проєкту.
- Провести структурно-функціональний аналіз процесу виконання проєкту, розробити UML діаграму варіантів використання проєкту.
- Провести планування робіт з виконання проєкту, розробити діаграми WBS, OBS, календарний план та проаналізувати ризики.
- Розробити структуру та склад 3D-сцени приміщення музею, моделі експонатів, меблів та обладнання.
- Розробити та налаштувати відповідні матеріали для моделей з використанням Redshift.
- Налаштувати коректне освітлення, віртуальну камеру та анімацію переміщення камери.
- Виконати візуалізацію сцени та реалізувати створення віртуального музею.

Цільовою аудиторією цього проєкту є студенти, дослідники та всі зацікавлені особи, які хочуть дізнатися більше про історію розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій.

Проєкт має бути максимально реалістичним та якісно передавати середовище віртуального музею.

Вимоги до реалізації проєкту включають:

- Моделі комп'ютерної техніки мають детально відтворювати реальні об'єкти і відповідати їх реальним розмірам.
- Моделі обладнання мають відповідати реально існуючим об'єктам.
- Створені текстури мають відповідати реальним матеріалам об'єктів з використанням Redshift.
- Матеріали і текстури для кожної моделі мають виглядати чітко, не розмито, текстури повинні мати високу роздільну здатність.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз предметної області є критично важливим етапом у розробці віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки [47] та інформаційних технологій. Цей розділ включає дослідження методологій та технологій, що будуть використані для створення віртуального туру, а також розробку діаграм, які допоможуть візуалізувати та планувати процес розробки. Важливо розуміти, як саме відвідувачі будуть взаємодіяти з системою, та які функціональні можливості має надавати віртуальний музей.

Структурно-функціональне моделювання процесу розробки віртуального туру здійснюється за допомогою методології IDEF0 [8], яка дозволяє описати основні функції та процеси, що відбуваються під час створення проекту. Цей підхід допомагає візуалізувати весь процес розробки, визначити ключові етапи та взаємозв'язки між ними. Використання IDEF0 дозволяє створити чітку та зрозумілу структуру проекту, що сприяє ефективному плануванню та управлінню ресурсами

Для деталізації процесу розробки використовуються діаграми WBS (Work Breakdown Structure) та OBS (Organization Breakdown Structure). WBS допомагає розбити проект на окремі завдання та підзадачі, що полегшує їхнє виконання та контроль. OBS, у свою чергу, визначає відповідальних за кожен етап розробки та забезпечує ефективний розподіл обов'язків серед команди. Такий підхід дозволяє уникнути непорозумінь та забезпечити координацію роботи всіх учасників проекту

Діаграма варіантів використання (Use Case Diagram) [9,10] є важливим інструментом для візуалізації сценаріїв взаємодії користувачів з системою. Ця діаграма дозволяє визначити основні дії, які можуть виконувати користувачі, та взаємозв'язки між цими діями. Вона допомагає зрозуміти потреби користувачів та забезпечити їх належну підтримку у системі. Важливо, щоб діаграма варіантів використання була зрозумілою та легкою для інтерпретації, що сприятиме успішному впровадженню проекту.

Створення 3D моделей експонатів та інтер'єру музею є важливою частиною проекту. Для цього використовується програмне забезпечення Cinema 4D, яке дозволяє створювати високоякісні та деталізовані моделі. Cinema 4D надає широкі можливості для моделювання, текстурування та анімації об'єктів, що дозволяє досягти високого рівня реалізму. Моделі, створені у Cinema 4D, відображають історичні експонати та інтер'єри музею з великою точністю, що забезпечує захоплюючий досвід для відвідувачів.

Для рендерингу 3D моделей використовується Redshift, потужний рендерер, який забезпечує фотореалістичні зображення з високою швидкістю і якістю. Redshift оптимально використовує апаратні ресурси, дозволяючи створювати реалістичні матеріали, освітлення та тіні. Поєднання Cinema 4D та Redshift дозволяє створити віртуальний музей, який вражає своєю деталізацією та реалістичністю. Завдяки цьому користувачі зможуть насолоджуватися

віртуальними екскурсіями та отримувати нові знання про розвиток комп'ютерної техніки та інформаційних технологій.

2.1 Структурно-функціональне моделювання процесу

Для моделювання процесу розробки проекту застосовується методологія IDEF0, яка передбачає створення ієрархічної структури діаграм, що дозволяють візуально та організаційно уявити систему. Перший крок полягає у створенні контекстної діаграми, яка визначає загальні рамки системи та її взаємодію із зовнішнім середовищем. За потреби, кожен підсистему можна деталізувати за допомогою діаграм декомпозиції.

Діаграми IDEF0 складаються з блоків та стрілок. Блоки представляють різні функції системи, тоді як стрілки показують взаємодію між цими функціями. Такий підхід забезпечує чітке розуміння структури та функцій системи, що дозволяє ефективно планувати та контролювати процес розробки.

На рисунку 2.1 представлена контекстна діаграма (нульового рівня). Вхідні дані для діаграми включають історичні зображення техніки, історичні факти та дослідження, а також визначену мету проєкту. Далі здійснюється візуалізація та анімація тривимірної сцени за допомогою моделюючих методик, технічного завдання та налаштування текстур моделей і освітлення сцени. Виконавцями контекстної діаграми виступають спеціалісти, які використовують програмне забезпечення Cinema 4D та Redshift, а також апаратне забезпечення. На виході отримуємо рендери зображень музею та анімований віртуальний тур.

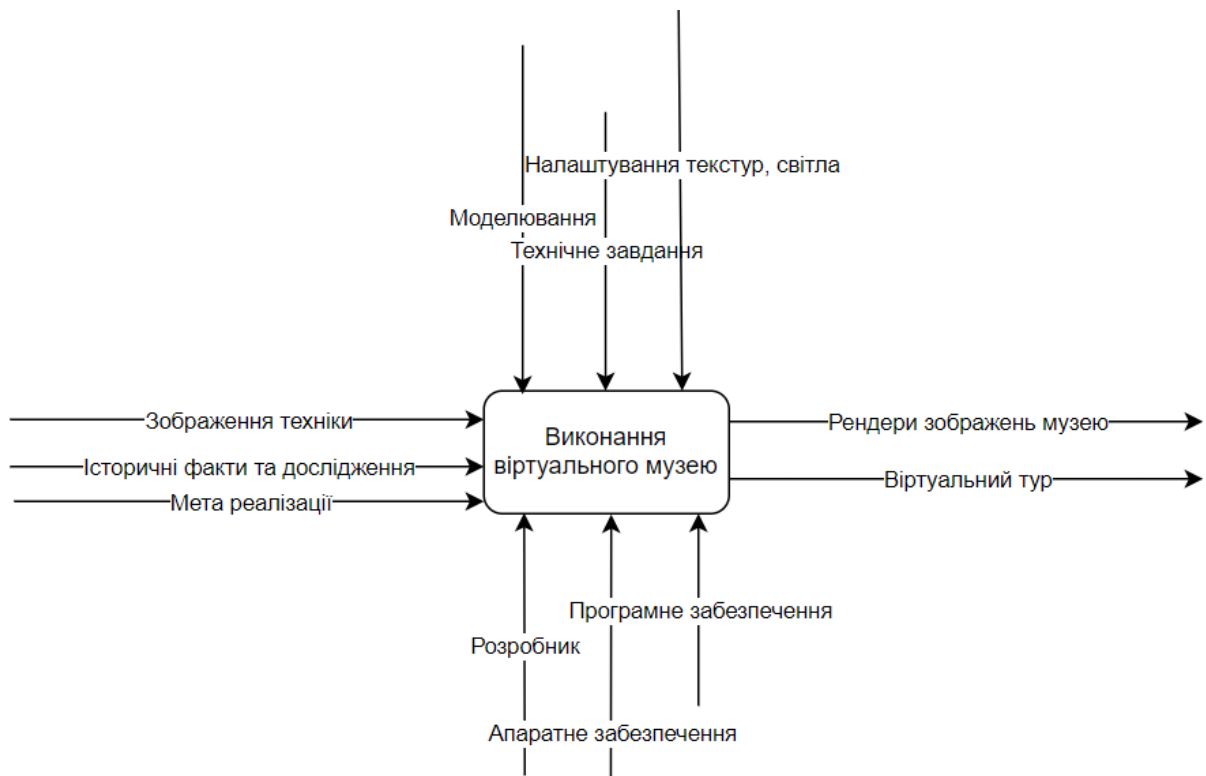


Рисунок 2.1. Контекстна діаграма процесу розробки віртуального музею
Джерело: побудовано автором

Перший етап включає аналіз області моделювання, що передбачає визначення технологій та програмних засобів для реалізації проекту. Другий етап зосереджується на створенні тривимірних моделей сцени за допомогою Cinema 4D. Третій етап полягає у налаштуванні матеріалів та текстур для цих моделей за допомогою Redshift. Четвертий етап присвячений візуалізації кінцевих рендерів та створенню анімованого віртуального туру.

Таким чином, застосування методології IDEF0 у структурно-функціональному моделюванні процесу розробки віртуального туру дозволяє систематично та детально планувати кожен етап проекту. Використання Cinema 4D та Redshift забезпечує високу якість та реалістичність віртуального музею. Кожен етап проекту ретельно опрацьовується, що сприяє досягненню поставлених цілей та задоволенню потреб користувачів. Важливо зазначити, що така структурована та послідовна методика дозволяє не лише підвищити ефективність розробки, але й забезпечити високий рівень контролю та управління проектом. Завдяки цьому, віртуальний музей стає не просто інформаційним ресурсом, а повноцінним інтерактивним простором, де користувачі можуть глибоко зануритися в історію розвитку комп'ютерних технологій та отримати нові знання у зручному та захоплюючому форматі. Це також відкриває нові можливості для освітніх та наукових цілей, розширюючи аудиторію та підвищуючи інтерес до історії технологій.

2.2 Діаграма варіантів використання

Наступним важливим етапом у розробці проекту є створення діаграми варіантів використання. Ця діаграма показує, які функції доступні користувачу та якими можливостями він може скористатися під час взаємодії з системою.

На рисунку 2.2 представлена діаграма варіантів використання, в якій відвідувач виступає в ролі основного актора. Відвідувач має можливість переглядати 3D моделі окремих експонатів, всю модель музею, різні ракурси камер та інтерактивні елементи. Крім того, він може отримувати історичну інформацію і здійснювати повний віртуальний тур музеєм. Така структура забезпечує повний спектр можливостей для користувачів, роблячи взаємодію з музеєм максимально зручною та інформативною.

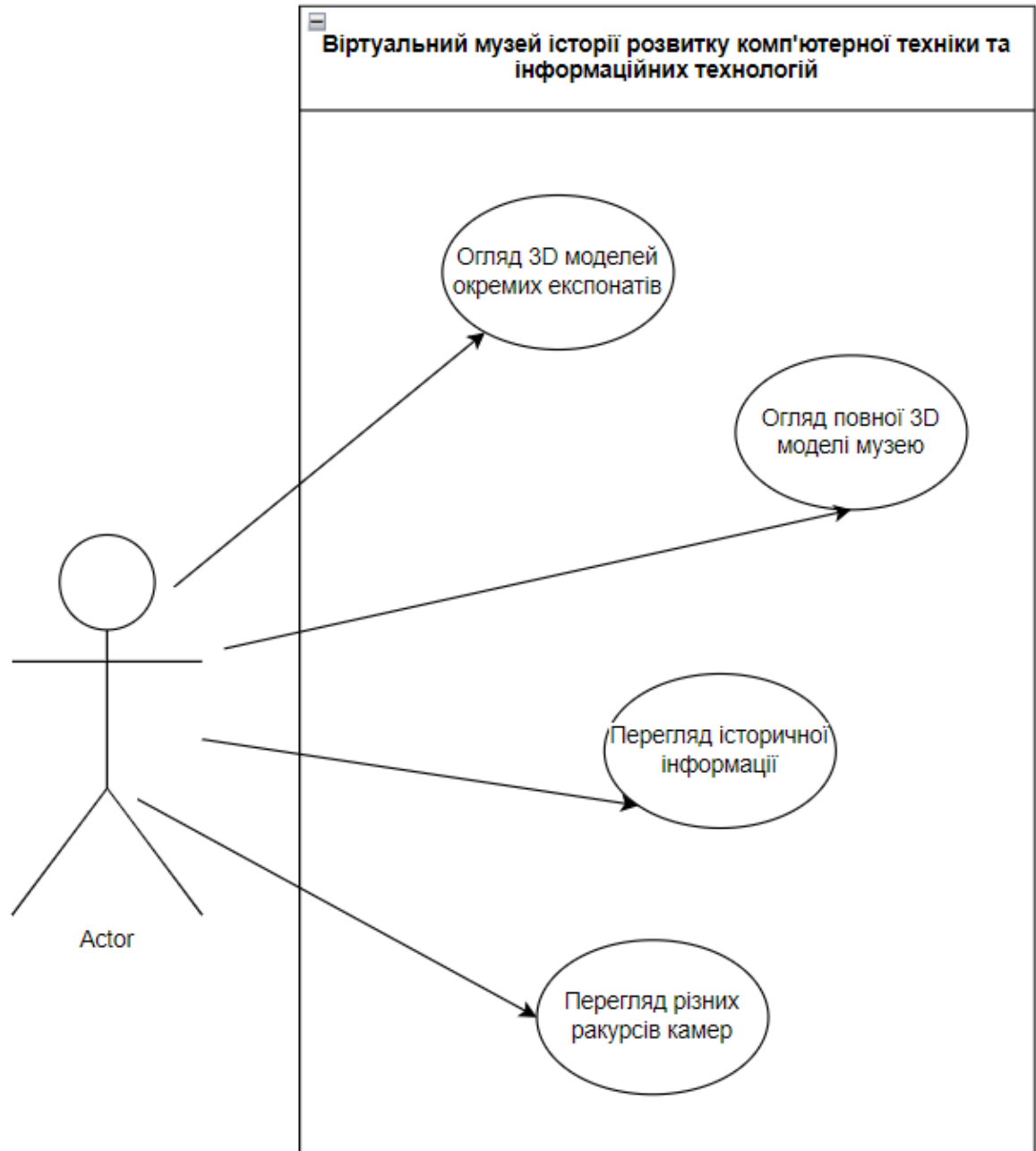


Рисунок 2.2 – Діаграма варіантів використання «Віртуальний музей історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій»
 Джерело: побудовано автором

Крім створення діаграм, наступним кроком було планування робіт з реалізації ІТ-проєкту. Це включало визначення цілей проєкту, розробку структури робіт (WBS) та організаційної структури (OBS). Створення календарного плану виконання робіт та діаграми Ганта дозволяє точно визначити строки виконання кожного етапу проєкту. Було також проведено аналіз і оцінку можливих ризиків для забезпечення безпеки та ефективності виконання проєкту. Повна інформація про планування робіт представлена в додатку А.

Такий підхід дозволяє мати чітке уявлення про всі етапи розробки та забезпечує їх своєчасне виконання. Важливо врахувати всі можливі ризики та розробити план дій для їх мінімізації. Завдяки детальному плануванню та структурованому підходу до виконання робіт, проект віртуального музею буде реалізовано якісно та вчасно, що задовольнить потреби відвідувачів та забезпечить їх приємний досвід взаємодії з музеєм.

3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ

3.1 Етапи реалізації проєкта

Для забезпечення ефективної реалізації проєкту та дотримання визначених термінів у календарному плані, роботи були організовані поетапно. Основні етапи включали:

- Збір відповідних зображень та референсів для створення моделей обладнання.
- Створення тривимірних моделей приміщення музею, експонатів, меблів та освітлювальних приладів.
- Розробка моделей комп'ютерної техніки та інших експонатів на основі фотографій.
- Підготовка текстур та налаштування матеріалів для створених моделей за допомогою Redshift.
- Налаштування параметрів віртуальних камер та створення їх анімації.
- Візуалізація кінцевого вигляду сцени в декількох варіантах дизайну приміщення.

Вказані етапи були виконані з використанням програмного забезпечення Сінема 4D та рендерера Redshift.

На першому етапі було зібрано фотографії, що допомогли б передати атмосферу приміщення музею, історичних фактів, зображення меблів та історичних експонатів.

На другому етапі було створено 3D-моделі приміщення музею, а також моделі експонатів на основі зібраних референсів. Далі, за історичними фактами та матеріалами з ресурсів, створювалися таблички з описами. Ці етапи вимагали найбільше часу та зусиль.

Для створених моделей було підготовлено реалістичні матеріали за допомогою Redshift. Це включало налаштування параметрів текстур та освітлення для досягнення максимальної реалістичності.

За допомогою віртуальних камер проводилася візуалізація різних ракурсів сцени віртуального музею, що дозволило створити огляд готового приміщення. Камери були налаштовані та анімовані для забезпечення плавного та реалістичного переміщення по музею.

Кожен етап був детально спланований та реалізований для забезпечення високої якості проєкту та своєчасного виконання завдань.

3.2 Робота з референсами (прикладами)

Для успішної реалізації проекту створення віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій, важливим кроком є збір та використання референсів. Референси допомагають створити точні та реалістичні 3D моделі експонатів і приміщень музею. Цей розділ описує процес роботи з референсами, включаючи пошук, відбір та використання зображень та інших ресурсів для моделювання.

На початковому етапі було зібрано велику кількість фотографій та зображень різних музеїв техніки, як з інтернет-ресурсів, так і з друкованих видань. Ці зображення використовувалися як референси для створення 3D моделей. Ось кілька прикладів музеїв, з яких були взяті референси:

1. Computer History Museum, Mountain View, California [11]

Офіційний сайт: Computer History Museum (рис. 3.1)

Опис: Один з найбільших музеїв комп'ютерної техніки, що містить безліч експонатів, включаючи старі комп'ютери, периферійні пристрої та документи.

Зображення:

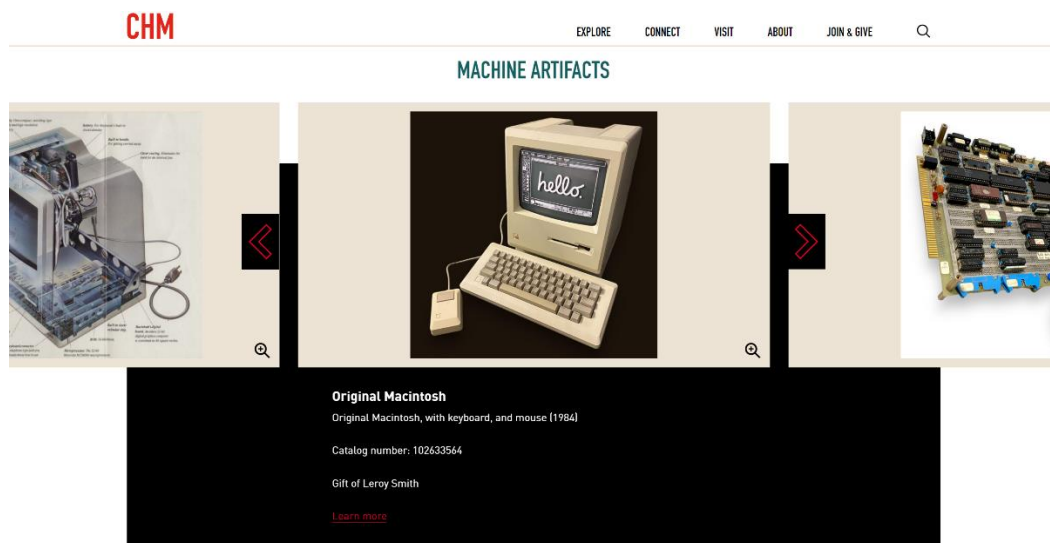


Рисунок 3.1 – сторінка сайту Computer History Museum

2. National Museum of Computing, Bletchley Park, England [12]

Офіційний сайт: National Museum of Computing (рис. 3.2)

Опис: Музей, розташований у відомому парку Блетчлі, присвячений історії обчислювальної техніки, включаючи ранні комп'ютери та сучасні технології.

Зображення:

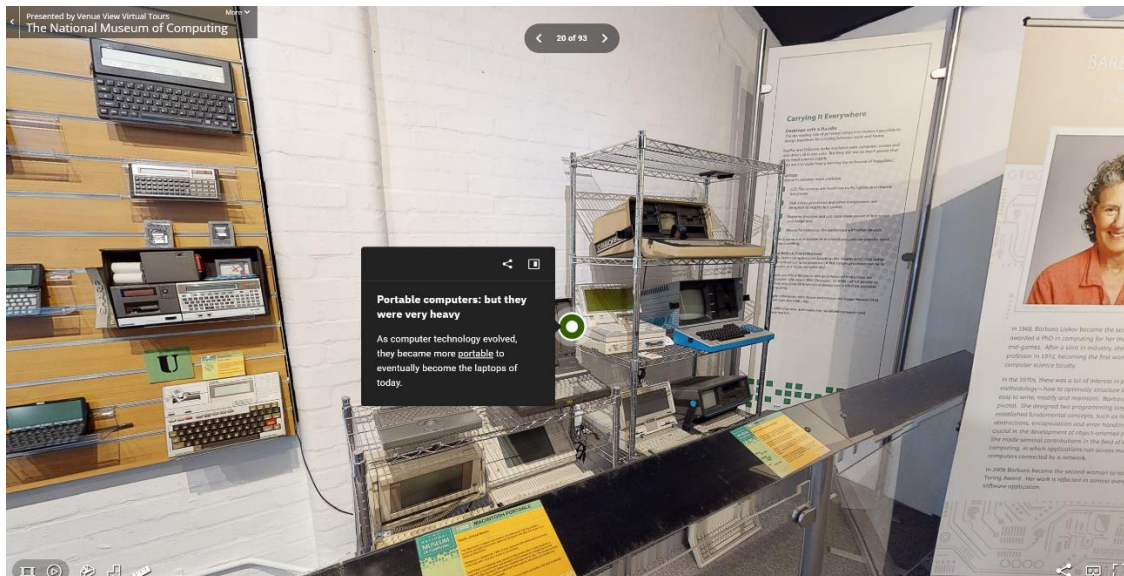


Рисунок 3.2 – сторінка сайту National Museum of Computing

3. Deutsches Museum, Munich, Germany [13]

Офіційний сайт: Deutsches Museum (рис. 3.3)

Опис: Один з найбільших науково-технічних музеїв світу, що містить різні розділи, присвячені технологіям, включаючи комп'ютерну техніку.
Зображення:

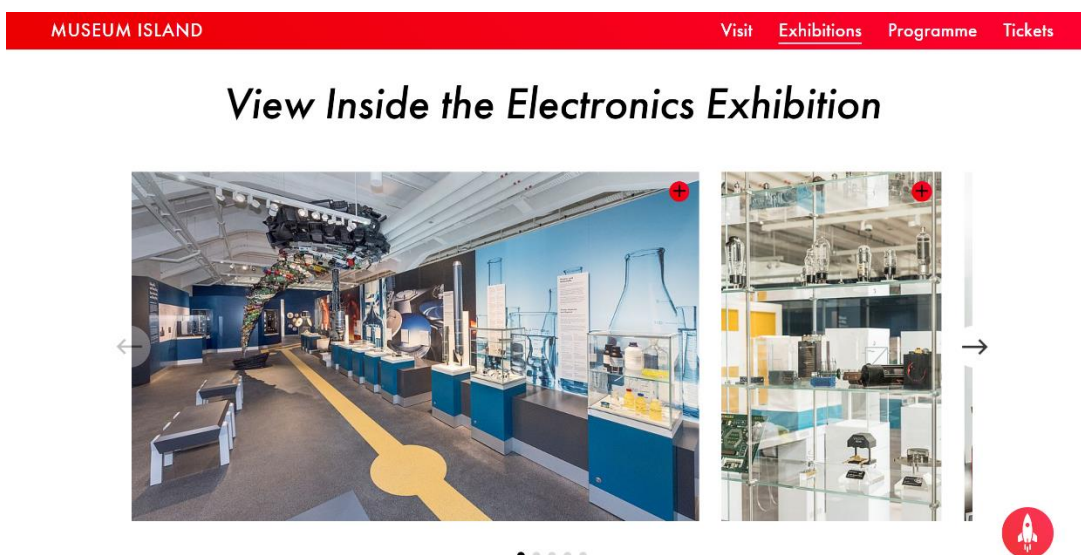


Рисунок 3.3 – сторінка сайту Deutsches Museum

4. Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci, Milan, Italy [14]

Офіційний сайт: Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci (рис. 3.4)

Опис: Музей, присвячений науці і технологіям, включаючи секції з історії обчислювальної техніки та інформатики.

Зображення:

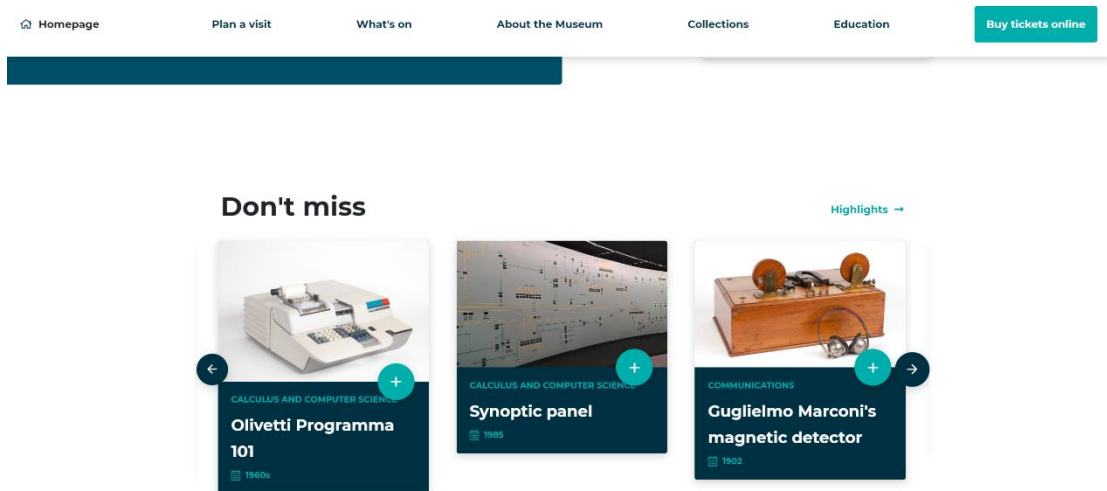


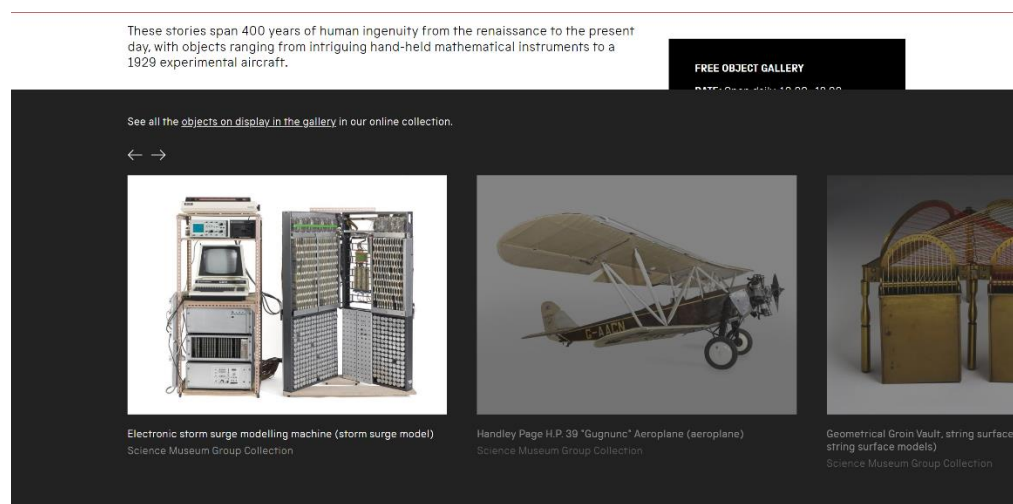
Рисунок 3.4 – сторінка сайту Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci

5. Science Museum, London, England [15]

Офіційний сайт: Science Museum (рис. 3.5)

Опис: Відомий музей науки, що містить колекції, присвячені історії комп'ютерної техніки та інновацій у цій сфері.

Зображення:



ARCHITECTURE

Рисунок 3.5 – сторінка сайту Science Museum

Процес роботи з референсами:

1. Пошук та відбір зображень

Початковий етап включає пошук відповідних зображень експонатів та інтер'єрів музеїв на офіційних сайтах та у відкритих джерелах в інтернеті. Зібрані зображення повинні мати високу якість для деталізації моделей.

2. Організація зібраних матеріалів

Зібрані зображення та референси організуються у спеціальні папки за категоріями: експонати, інтер'єри, меблі, освітлення тощо. Це допомагає легко знайти необхідні матеріали під час моделювання.

3. Використання референсів у моделюванні

Під час створення 3D моделей референси використовуються як основа для визначення форми, розмірів та деталей об'єктів. Вони допомагають досягти максимальної точності та реалістичності моделей.

4. Аналіз та корекція моделей

Після створення моделей вони порівнюються з референсами для перевірки точності. При необхідності вносяться корективи для досягнення відповідності зображенням оригіналів.

Використання референсів є важливою частиною процесу моделювання, що дозволяє досягти високої якості та реалістичності віртуального музею.

3.3 Створення моделі приміщення

Процес створення моделі приміщення для віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій проходив через кілька ключових етапів:

1. Моделювання приміщення. Зовнішня та внутрішня структура:

На початковому етапі було створено базову геометрію приміщення, яка включала стіни, підлогу та стелю (рис. 3.6 та 3.7). Основний акцент був зроблений на правильному визначенні пропорцій та розмірів приміщення для забезпечення реалістичності. На зображенні видно загальну структуру приміщення, яка складається з модульних блоків, що забезпечують зручне розміщення експонатів.

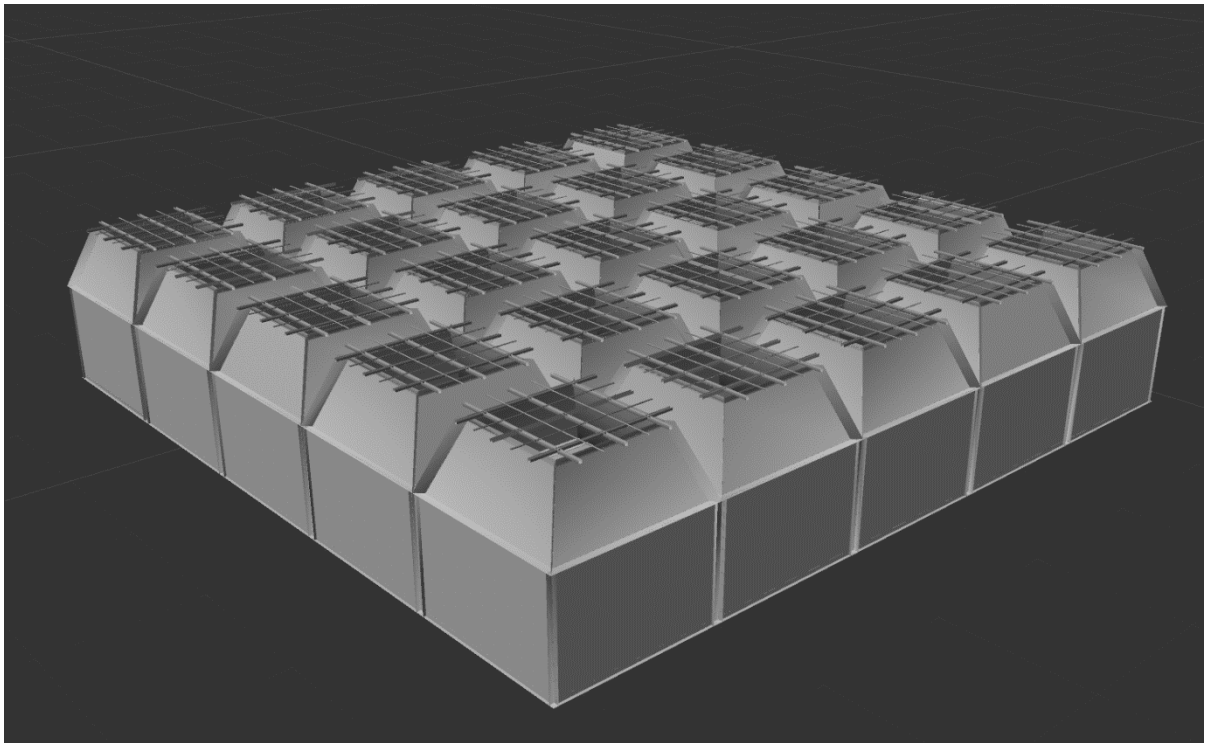


Рисунок 3.6 – Модель приміщення віртуального музею ззовні
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

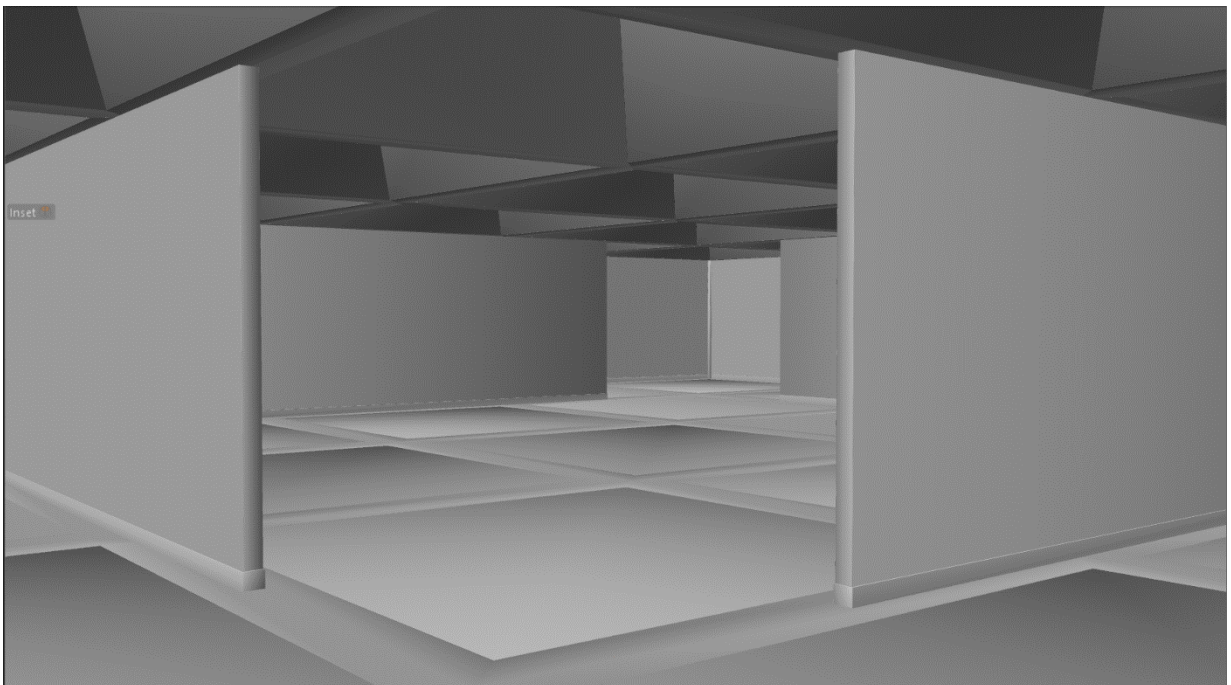


Рисунок 3.7 – Модель приміщення віртуального музею зсередини
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

2. Додавання текстур на приміщення

На наступному етапі було додано текстури до стін (рис. 3.8 та 3.9), підлоги та стелі приміщення. Це дозволило створити більш реалістичний вигляд і підкреслити архітектурні особливості будівлі. Текстури були підібрані таким чином, щоб відобразити матеріали, які часто використовуються в сучасних музеях техніки.

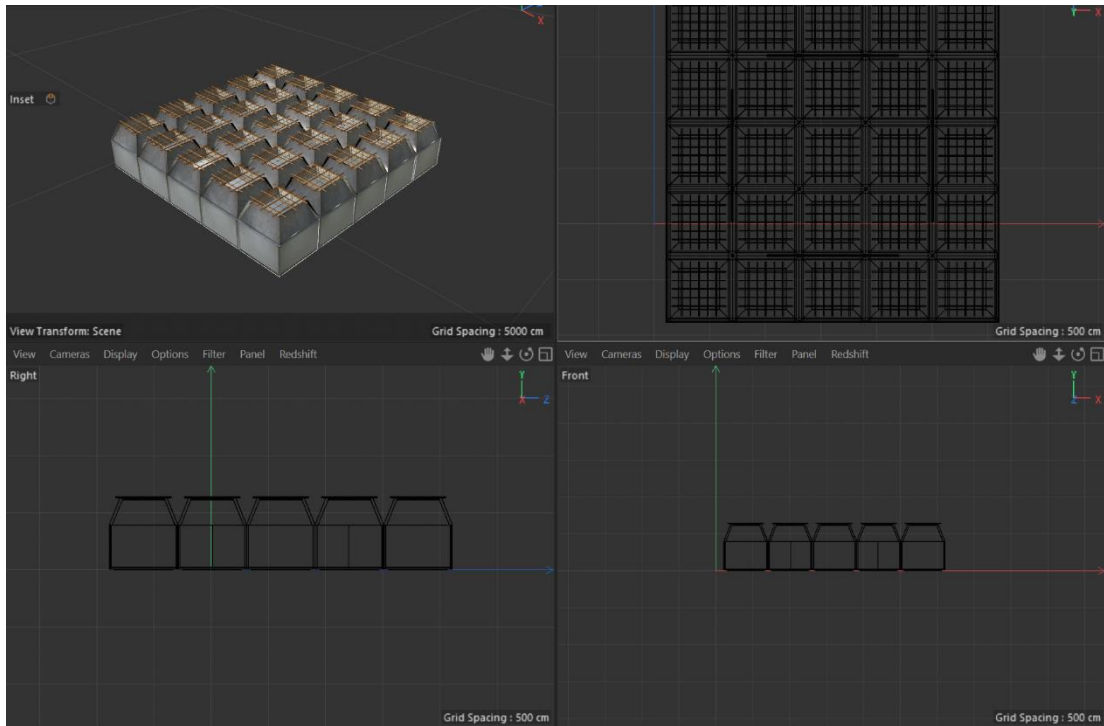


Рисунок 3.8 – Додавання текстур на модель приміщення та вигляд планування приміщення

Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)



Рисунок 3.9 – Додавання текстур на модель приміщення, вигляд зсередини

Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

3. Налаштування світла

Для досягнення реалістичного освітлення віртуального приміщення було використано кілька джерел світла. Налаштування освітлення включає додавання природного світла через вікна. Правильне налаштування світла забезпечує відповідну атмосферу та акцентує увагу на важливих деталях.

4. Додавання меблів

Після завершення базового моделювання приміщення та налаштування освітлення було додано меблі (рис. 3.10). Це включало столи, на яких будуть розміщені експонати. Меблі були спроектовані з урахуванням стилю та призначення музею, щоб забезпечити естетичний вигляд та зручність для відвідувачів.

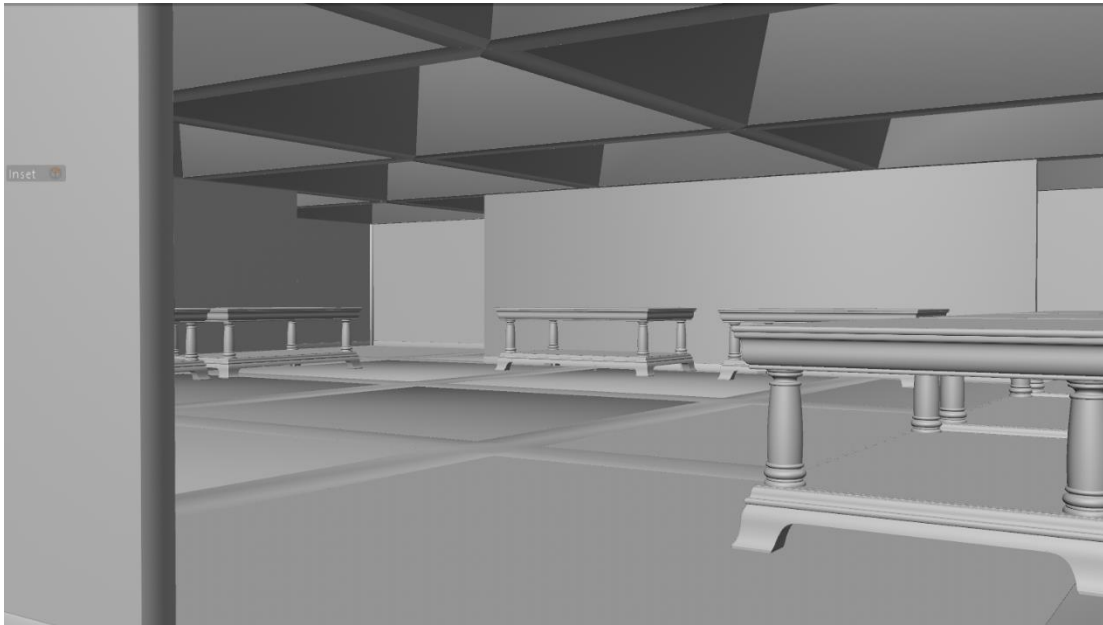


Рисунок 3.10 – Додавання меблів у приміщення. Наповнення приміщення
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

5. Додавання текстур до меблів

Наступним етапом було додавання текстур до меблів (рис. 3.11). Це забезпечило реалістичний вигляд столів, на яких згодом будуть розміщені експонати. Текстури були підібрані так, щоб підкреслити матеріали, з яких виготовлені меблі, та додати деталей, які роблять моделі більш правдоподібними.



Рисунок 3.11 – Додавання меблів у приміщення. Наповнення приміщення
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

6. Завершення моделювання приміщення

На заключному етапі було завершено моделювання приміщення з усіма деталями та текстурами. Це включало остаточні налаштування освітлення та матеріалів для досягнення максимального рівня реалізму. Приміщення готове для розміщення експонатів.

Таким чином, процес створення моделі приміщення для віртуального музею був складним та багатоступеневим, але завдяки детальному плануванню та ретельній роботі вдалося досягти високої якості та реалістичності.

3.4 Створення історичних моделей техніки, їх опису та інформаційних стендів

Процес створення історичних моделей техніки для віртуального музею включає кілька ключових етапів: від моделювання самих пристроїв до розробки детальних інформаційних стендів, які надають відвідувачам необхідну інформацію про експонати.

Створені моделі техніки та інформаційні стенди [35,42] відіграють ключову роль у віртуальному музеї, забезпечуючи відвідувачам не лише візуальне, але й освітнє задоволення. Вони допомагають поглибити знання про еволюцію комп'ютерних технологій, важливі моменти їх розвитку та людей, які зробили значний внесок у цю галузь.

Інформаційні стенди з описами видатних особистостей [39,38,37], таких як Алан Тьюринг [22] (рис. 3.12), Білл Гейтс, Тім Бернерс-Лі, Стів Джобс, Джон фон Нейман (рис. 3.12), Вінт Серф [23] і Грейс Хоппер, допомагають відвідувачам краще зрозуміти, хто стояв за ключовими інноваціями в галузі

комп'ютерних технологій. Вони підкреслюють внесок кожного з них у розвиток сучасних комп'ютерних систем, програмного забезпечення та Інтернету.

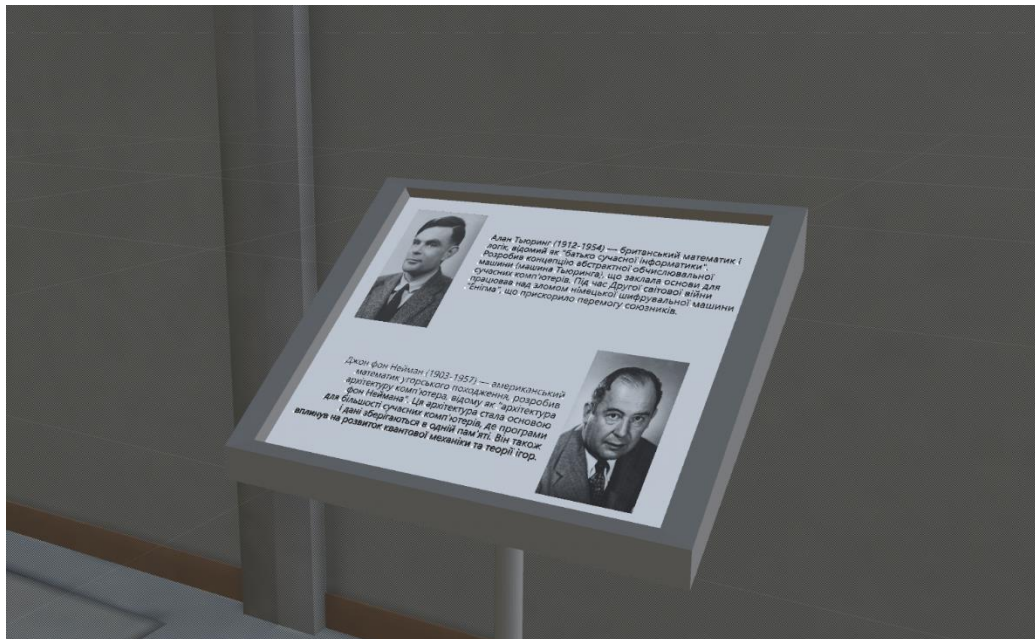


Рисунок 3.12 – Додавання інформаційних стендів у віртуальний музей
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Відтворені моделі техніки, такі як IBM 728 [28] (рис. 3.13), UNIVAC, Xerox Alto, Enigma та перший Macintosh [27], дають змогу простежити еволюцію комп'ютерів від їх перших зразків до сучасних пристроїв. Відвідувачі можуть побачити, як змінювалися розміри, функціональність та дизайн комп'ютерів з часом.

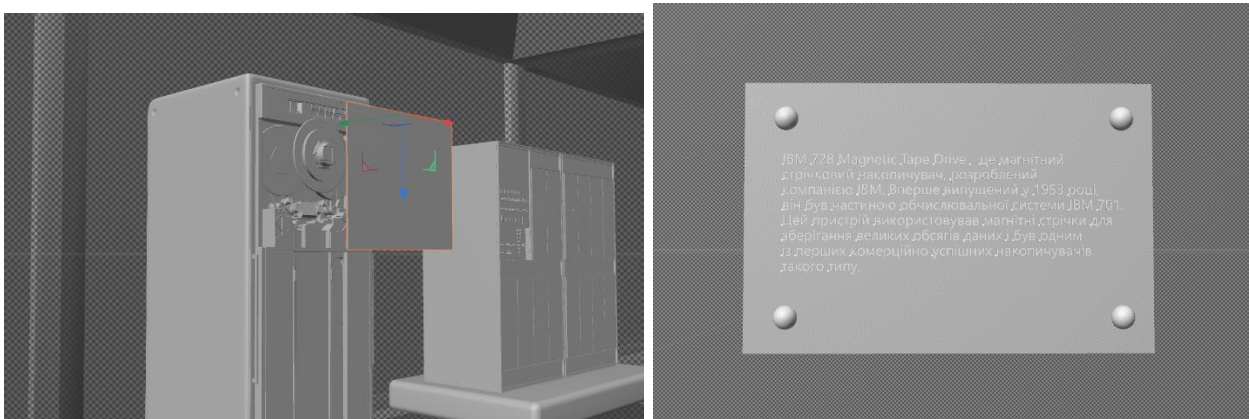


Рисунок 3.13 – Відтворено IBM 728 та його історична довідка
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Реалістичні 3D-моделі дозволяють відвідувачам побачити деталі та конструкцію історичних пристроїв, що робить досвід більш занурювальним. Відтворення таких моделей, як Atari (рис. 3.14), Osborn 1 [24] (рис. 3.14), Sony

Discman (рис. 3.16) та інших, забезпечує повне уявлення про те, як виглядали та функціонували ці пристрої.

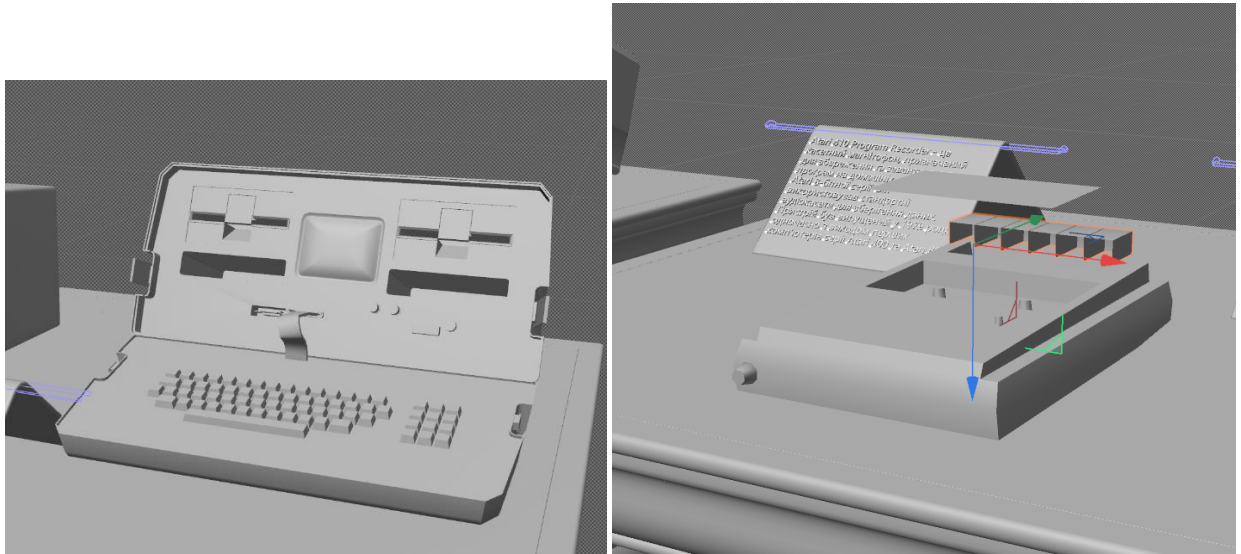


Рисунок 3.14 – Відтворено Osborn 1 та Atari

Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

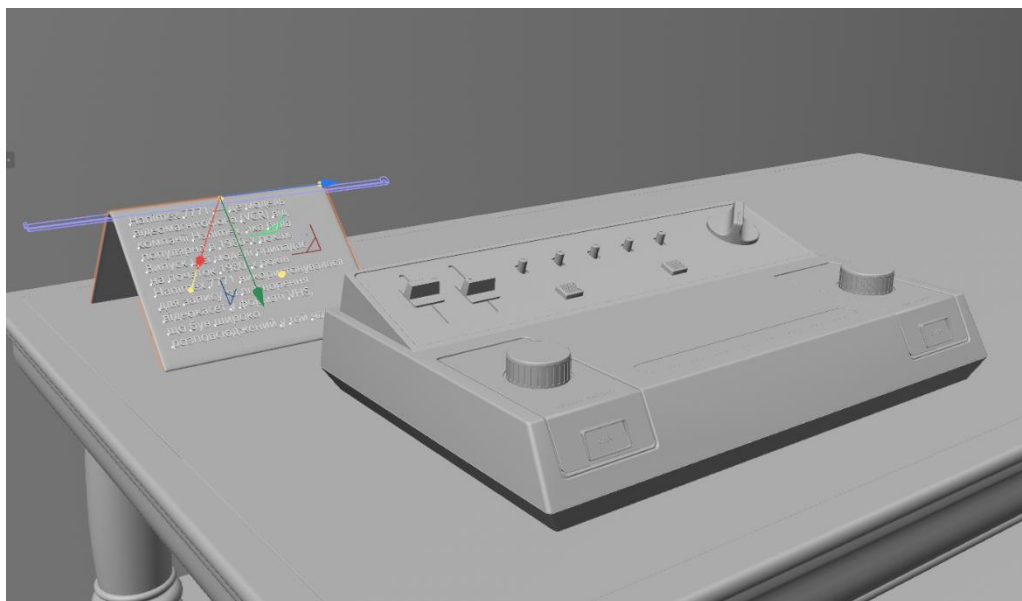


Рисунок 3.14 – Відтворено Zenith 7771 та його опис

Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

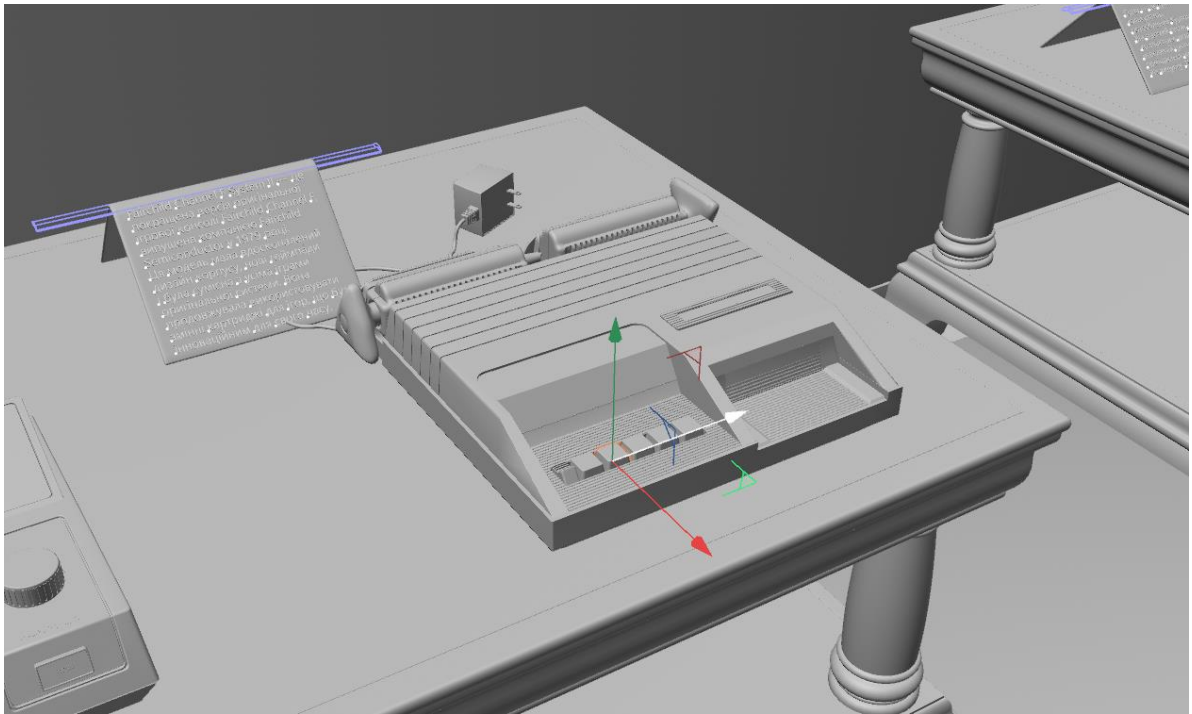


Рисунок 3.15 – Відтворено Fairchild Channel F System II та його опис
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

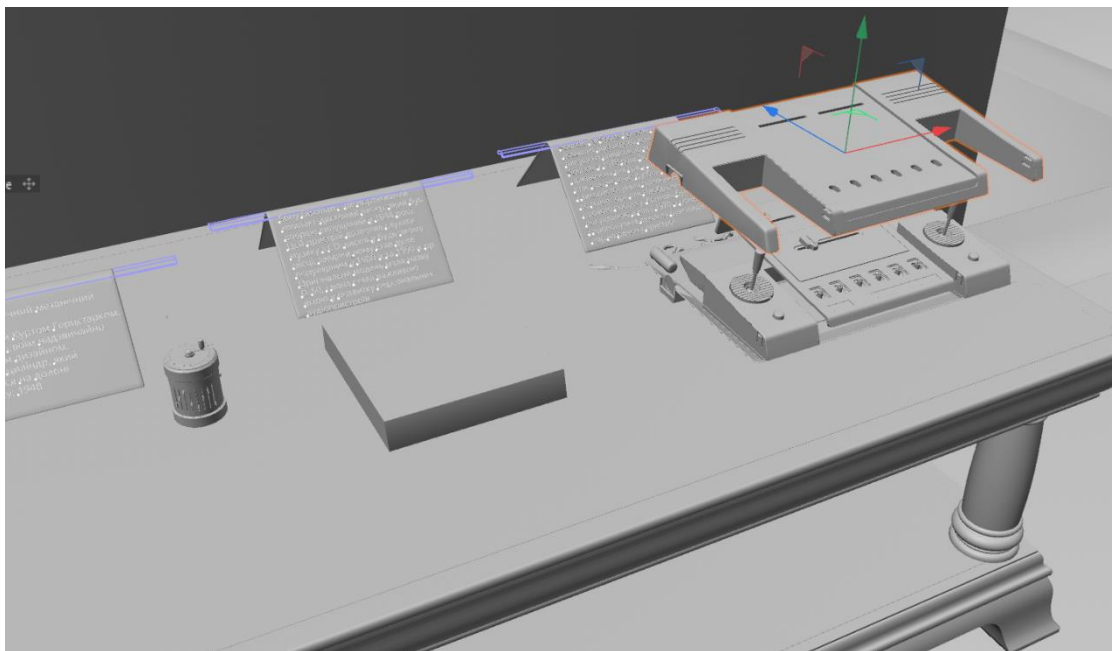


Рисунок 3.16 – Відтворено Curta, Sony Discman, Soundic TV Sports Console з показом деталей та табличками з описом
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

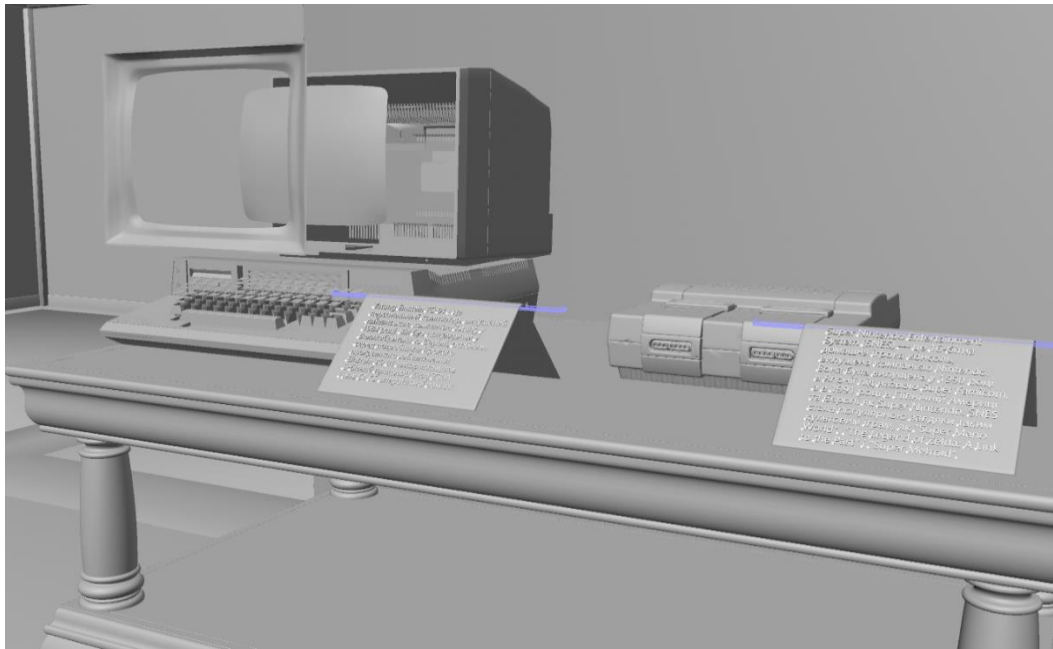


Рисунок 3.17 – Відтворено Tatung Einstein TC-01 з показом деталей, Super Nintendo Entertainment System (SNES) та таблички з описом
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

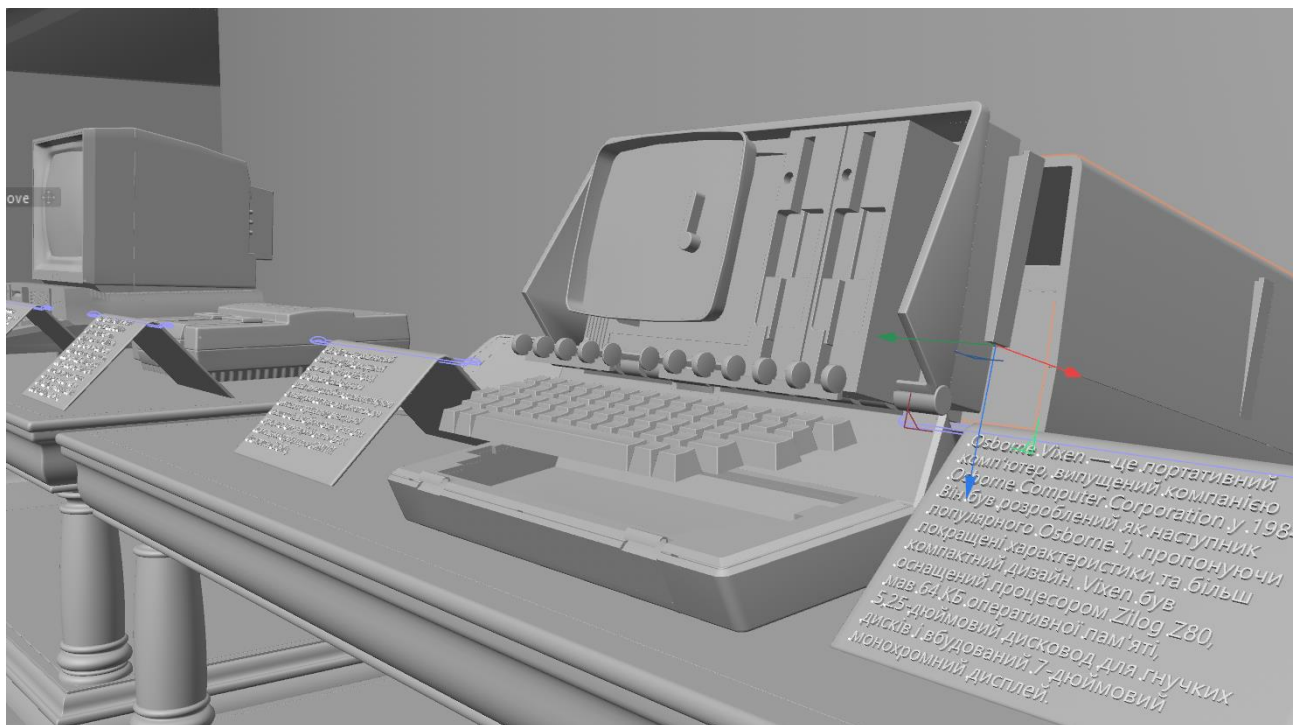


Рисунок 3.17 – Відтворено Osborne Vixen з показом деталей та табличка з описом
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Додавання інформаційних стендів з описами техніки та відомих особистостей робить віртуальний тур більш інтерактивним і захоплюючим. Відвідувачі можуть детально ознайомитися з кожним експонатом, отримати додаткову

інформацію та дізнатися про цікаві факти, що сприяє кращому розумінню і запам'ятовуванню.

Відтворення експонатів, таких як Enigma [25] та UNIVAC (рис. 3.18), дозволяє підкреслити культурне та історичне значення цих пристроїв. Вони показують, як комп'ютерні технології впливали на різні аспекти суспільного життя, від криптографії під час війни до автоматизації і обробки інформації в наукових дослідженнях.

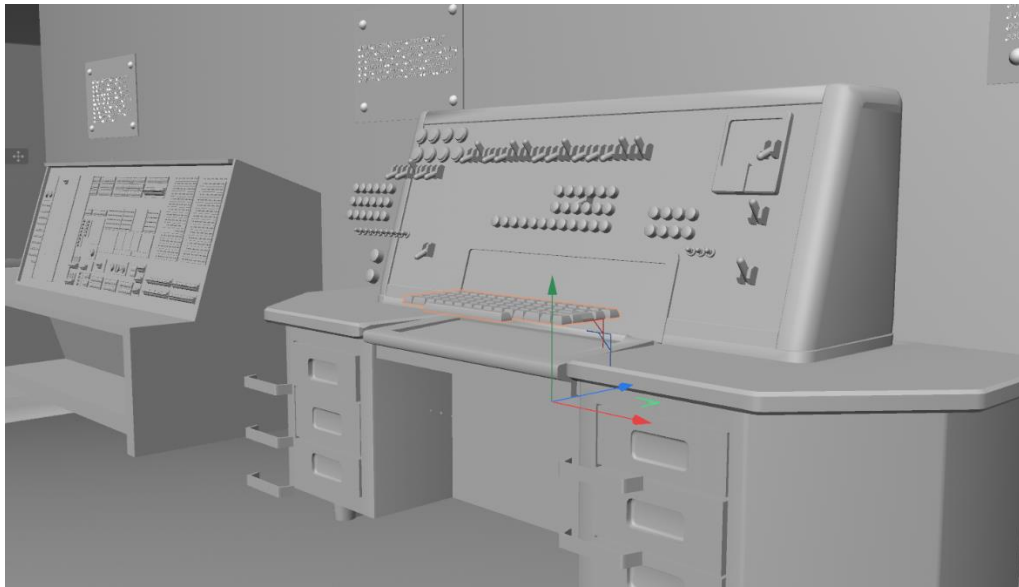


Рисунок 3.18 – Відтворено UNIVAC та його деталі
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Опис життя і досягнень таких новаторів, як Стів Джобс (рис. 3.19) і Білл Гейтс, може надихнути нове покоління інженерів і підприємців. Їхні історії успіху показують, як інновації та наполегливість можуть змінити світ.

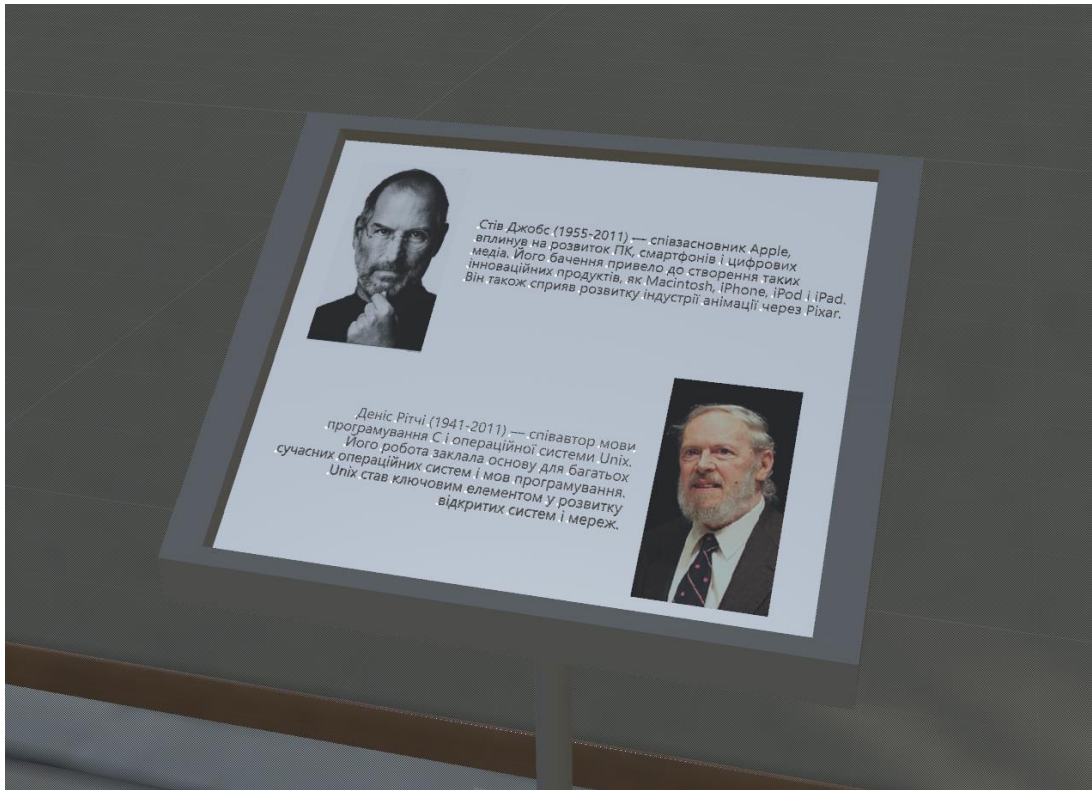


Рисунок 3.19 – Додавання інформаційних стендів у віртуальний музей
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Таким чином, інформаційні стенди та відтворені моделі віртуального музею не лише розширюють знання відвідувачів про історію комп'ютерних технологій, але й надають глибше розуміння ролі ключових фігур у їх розвитку, стимулюють інтерес до науки і технологій, а також надихають на нові звершення.

3.5 Створення та налаштування матеріалів

Процес створення та налаштування матеріалів (рис. 3.20) для експонатів у віртуальному музеї є надзвичайно важливим і складним завданням. Від якості матеріалів значною мірою залежить загальне враження від проекту.



Рисунок 3.20 – Загальний вигляд матеріалів, які були застосовані в сцені
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Реалістичність і деталізація кожного елемента залежать від того, наскільки вдало підібрані текстури, налаштовані параметри відбиття, рельєфу та багато інших характеристик, що впливають на кінцевий вигляд моделей. Розглянемо кілька прикладів, які ілюструють цей процес більш детально:

- Матеріал для зображень видатних особистостей
Перший приклад демонструє створення матеріалу для зображень видатних особистостей (рис. 3.21). Щоб досягти високого рівня деталізації, було відрегульовано параметри матеріалу, що дозволило отримати чіткі і реалістичні зображення. Особлива увага приділялася налаштуванням дифузних та відбивальних параметрів, щоб фото виглядали максимально правдоподібно.

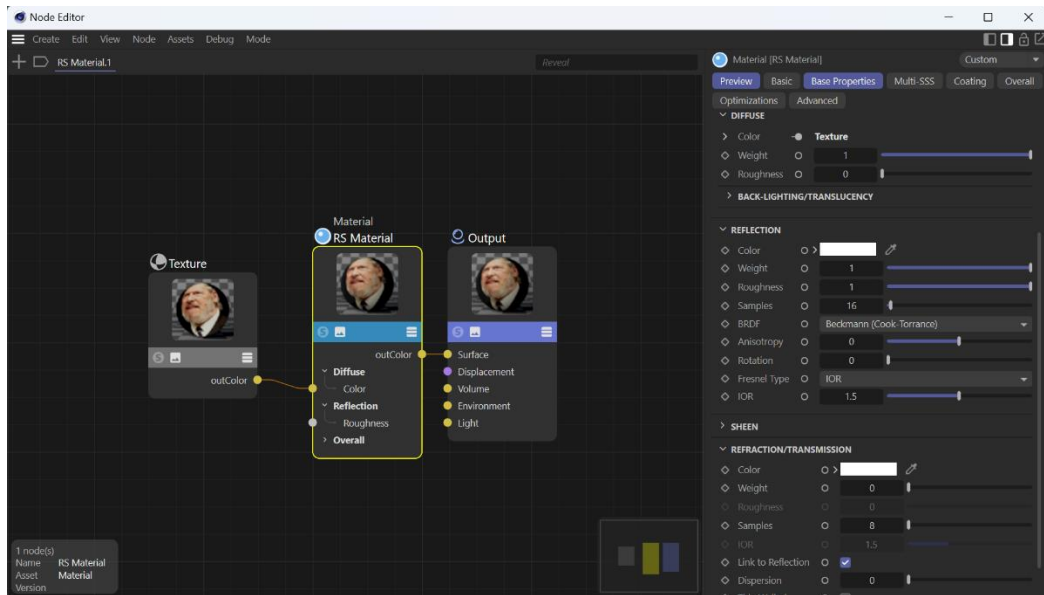


Рисунок 3.21 – Приклад створення матеріалу для видатних особистостей
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

- Матеріал для частин GSG-3030
Наступний приклад стосується створення матеріалу для однієї з частин GSG-3030 (рис. 3.22). Важливо було відтворити оригінальний вигляд техніки, зокрема шляхом накладення текстур, налаштування рельєфу та відбивальних властивостей. Це дозволило досягти високої точності імітації матеріалів, що використовувалися у реальних пристроях, підвищуючи реалістичність всього експонату. Використання таких матеріалів сприяє кращому сприйняттю технічних деталей та історичного контексту.

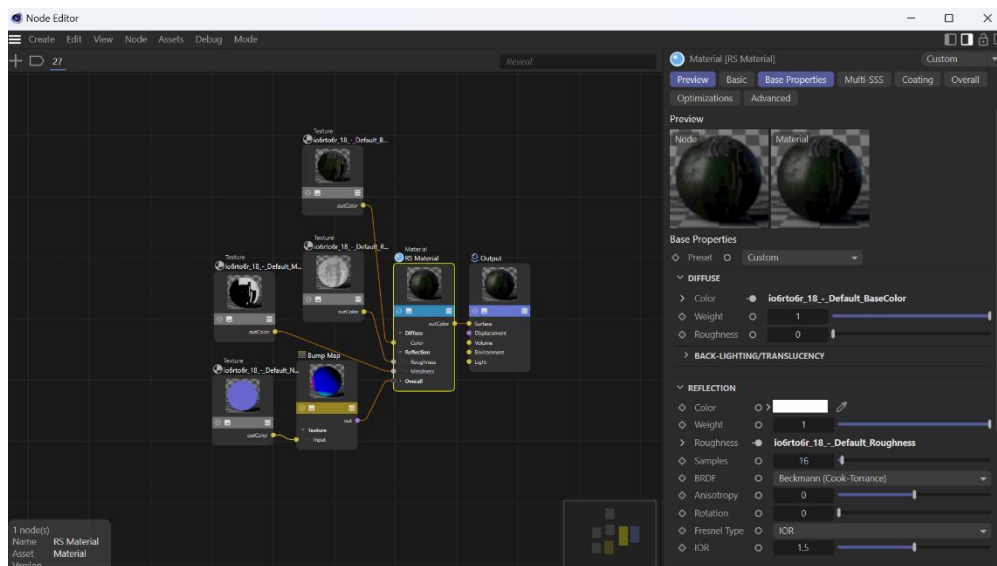


Рисунок 3.22 – Приклад створення матеріалу для однієї з частин GSG-3030
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

- Матеріал для дерев'яного столу

Третій приклад демонструє процес створення матеріалу для натурального відтворення дерев'яного столу (рис. 3.23). Використовуючи високоякісні текстури дерева та ретельне налаштування параметрів рельєфу і блиску, вдалося досягти високого рівня реалістичності. Це дозволило створити стіл, який виглядає так, ніби він зроблений з справжнього дерева, що додає автентичності експозиції. Такий підхід дозволяє створювати не лише красиві, але й максимально правдоподібні об'єкти.

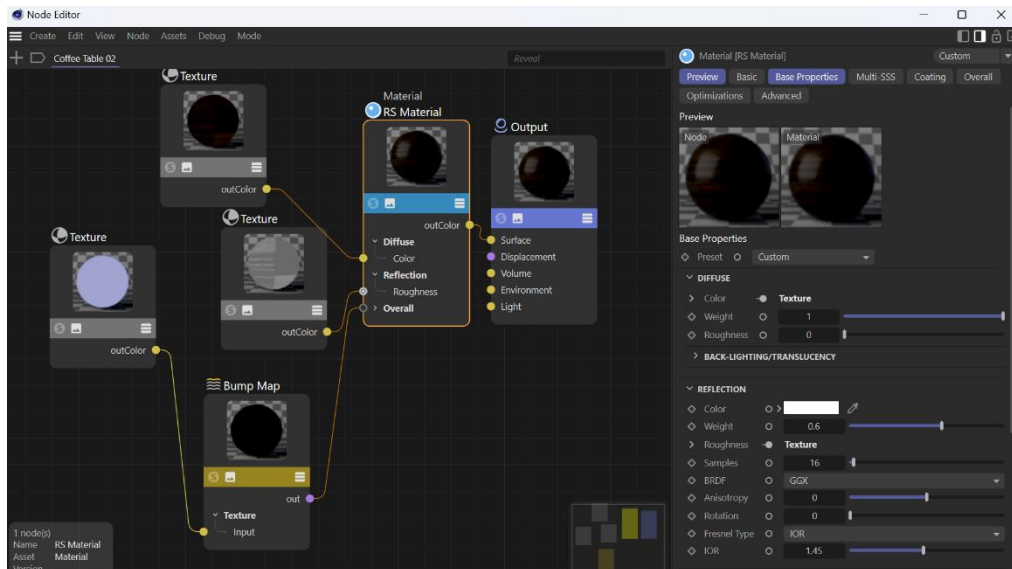


Рисунок 3.23 – Приклад створення матеріалу для дерев'яного столу
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

- Матеріал для частин UNIVAC
Наступний приклад ілюструє створення матеріалу для однієї з частин UNIVAC (рис. 3.24). Використання декількох текстур і ретельне налаштування параметрів дозволили досягти високого рівня деталізації та реалістичності. Важливо було не лише відтворити зовнішній вигляд, але й передати відчуття автентичності, щоб відвідувачі музею могли краще зрозуміти історичне значення цього пристрою. Це забезпечує глибше розуміння і занурення у історичний контекст розвитку комп'ютерних технологій.

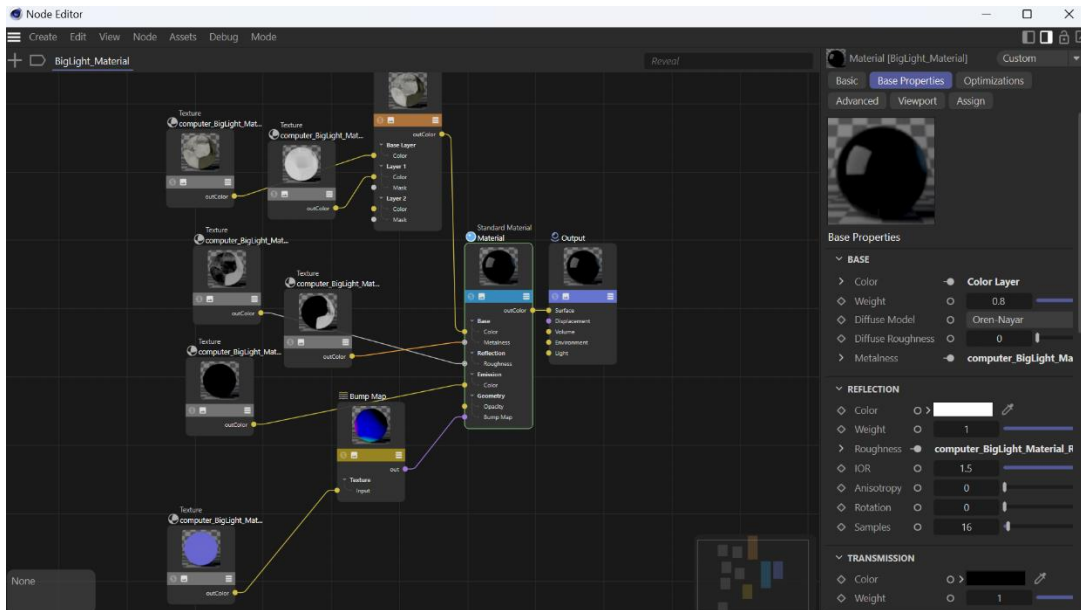


Рисунок 3.24 – Приклад створення матеріалу для однієї з частин UNIVAC

Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

- Матеріал для частин Victor Vicki Portable PC
П'ятий приклад демонструє процес створення матеріалу для однієї з частин Victor Vicki Portable PC (рис. 3.25). Використання багат шарових текстур та ретельне налаштування параметрів дозволили досягти реалістичності. Це відображає всі особливості оригінального пристрою, що допомагає відвідувачам музею краще зрозуміти його конструкцію та функціональність. Така детальність додає глибини та правдоподібності до експозиції, роблячи її більш цікавою та інформативною.

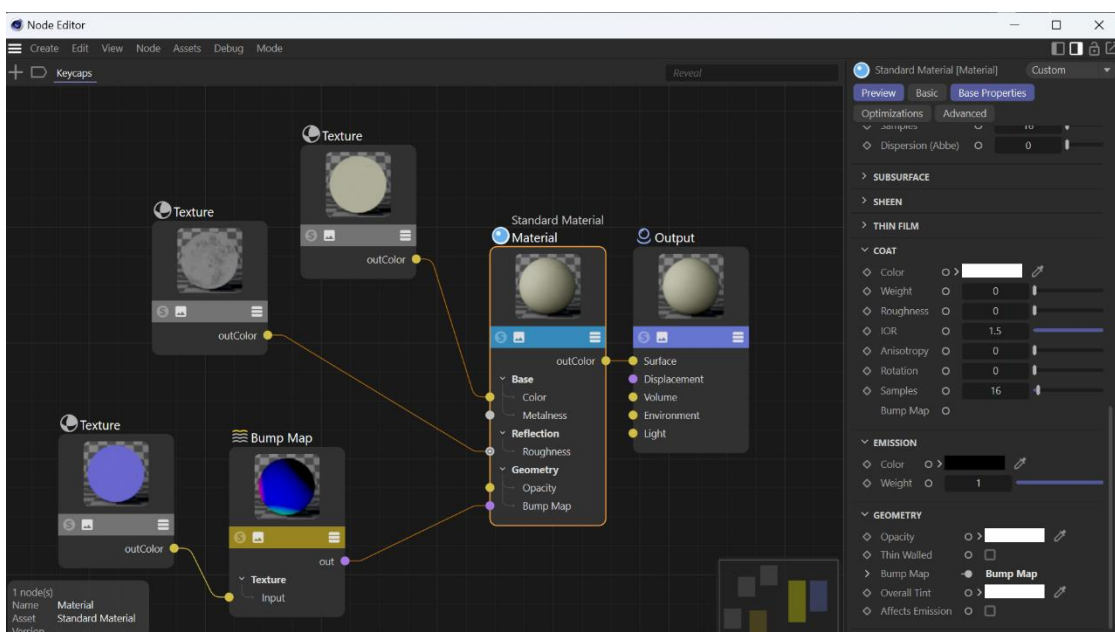


Рисунок 3.25 – Приклад створення матеріалу

для однієї з частин Victor Vicki Portable PC
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

- Запечений матеріал для приміщення музею
Останній приклад показує процес створення запеченого матеріалу для самого приміщення музею (рис. 3.26). Використання різноманітних текстур для стін, підлоги та інших елементів приміщення дозволило створити єдиний та реалістичний вигляд музею. Це сприяє тому, щоб відвідувачі відчували себе у справжньому музеї, навіть перебуваючи у віртуальному просторі. Таким чином, приміщення музею виглядає максимально правдоподібно, що підвищує загальне враження від експозиції. Реалістичність та увага до деталей створюють атмосферу, що спонукає до глибшого занурення у тему музею.

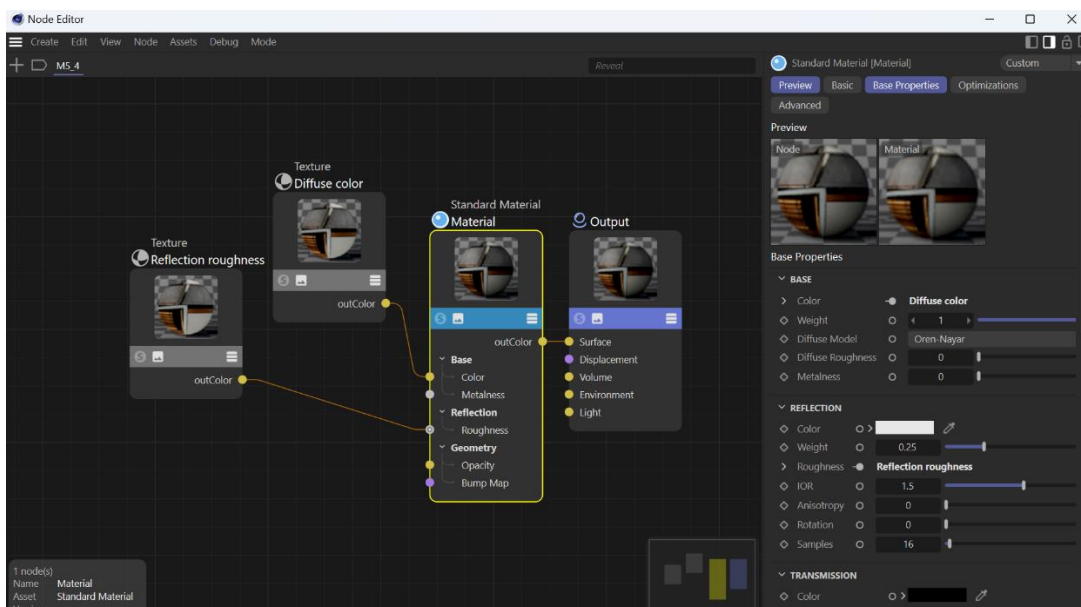


Рисунок 3.26 – Приклад створення матеріалу
для приміщення музею

Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Подібним чином були створені реалістичні матеріали для інших моделей, таких як GSG-3030, IBM 728, IBM 1401, Nintendo, Tatung Einstein TC-01, Fairchild Channel F System II, Psion 5mx, UNIVAC, SAGE, Xerox Alto [26], найперший Macintosh, Enigma, TRS-80 Model 4P, Victor Vicki Portable PC, Atari, Osborne 1, VM86 Portable, Curta [47], Sony Discman та багатьох інших.

Кожен матеріал був розроблений з великою увагою до деталей, щоб забезпечити автентичність і реалістичність експонатів. Це дозволяє відвідувачам не лише бачити, але й відчувати історичний контекст і технічні особливості кожного пристрою. Ретельно продуманий процес налаштування матеріалів допомагає створити віртуальний музей, який не поступається реальним експозиціям за рівнем деталізації та візуальною привабливістю.

Ці матеріали не лише додають візуальної привабливості експонатам, але й підвищують їхню інформативну цінність, роблячи віртуальний музей захоплюючим і освітнім для всіх відвідувачів. Кожен експонат, завдяки якісним матеріалам, стає більш правдоподібним і захоплюючим, що сприяє кращому сприйняттю та розумінню історії розвитку комп'ютерних технологій.

3.6 Налаштування освітлення та візуалізація сцени музею

Налаштування освітлення та візуалізація сцени музею є ключовими елементами для створення реалістичної та привабливої віртуальної експозиції. В даному проекті основний акцент був зроблений на використанні Dome Light у поєднанні з HDRІ картою неба (рис. 3.27), що дозволило досягти природного і рівномірного освітлення.

Dome Light було обрано як основний джерело освітлення через його здатність створювати м'яке, рівномірне освітлення, яке імітує природне світло. Це особливо важливо для віртуальних музеїв, де важливо підкреслити деталі та текстури експонатів без створення жорстких тіней або перевантаження сцени занадто яскравими світловими плямами.

HDRІ карта неба додатково забезпечує реалістичність сцени, оскільки вона відтворює умови освітлення, які існують у реальному світі. Ця карта включає інформацію про колір і інтенсивність світла з різних напрямків, що дозволяє створити більш насичене і реалістичне зображення.

Освітлення, що потрапляє через вікна в стелі, відіграє важливу роль у додатковому підкресленні реалістичності сцени. Світло, що проходить через ці вікна, додає відчуття простору і об'єму, створюючи природні тіні і підсвічування.

На зображеннях можна побачити, як налаштування Dome Light у поєднанні з HDRІ картою дозволяють світлу природно проникати через стельові вікна. Це досягається шляхом налаштування інтенсивності та експозиції Dome Light, що дозволяє максимально точно імітувати поведінку світла в реальних умовах.

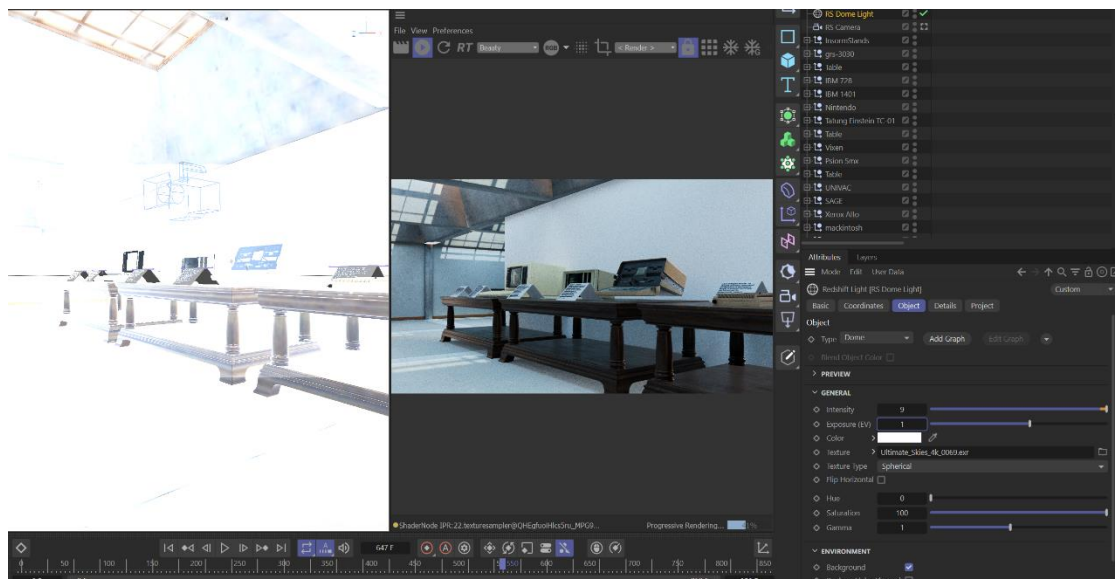


Рисунок 3.27 – Порівняння сцени в програмі та у вікні рендеру Redshift.
Налаштування Dome Light у поєднанні з HDRI
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

На зображенні (рис. 3.27) демонструється налаштування Dome Light та HDRI освітлення, а також порівняння вигляду сцени у програмі та після рендерингу в Redshift. Це дозволяє побачити, як різні параметри освітлення впливають на кінцевий результат.

Камера була налаштована таким чином, щоб максимально ефективно демонструвати експонати музею. Траєкторія руху камери (рис. 3.28) охоплює всі важливі частини музею, включаючи експозиції, коридори та основний зал. Параметри камери, такі як фокусна відстань і кут огляду, були ретельно налаштовані для створення динамічних і захоплюючих кадрів.

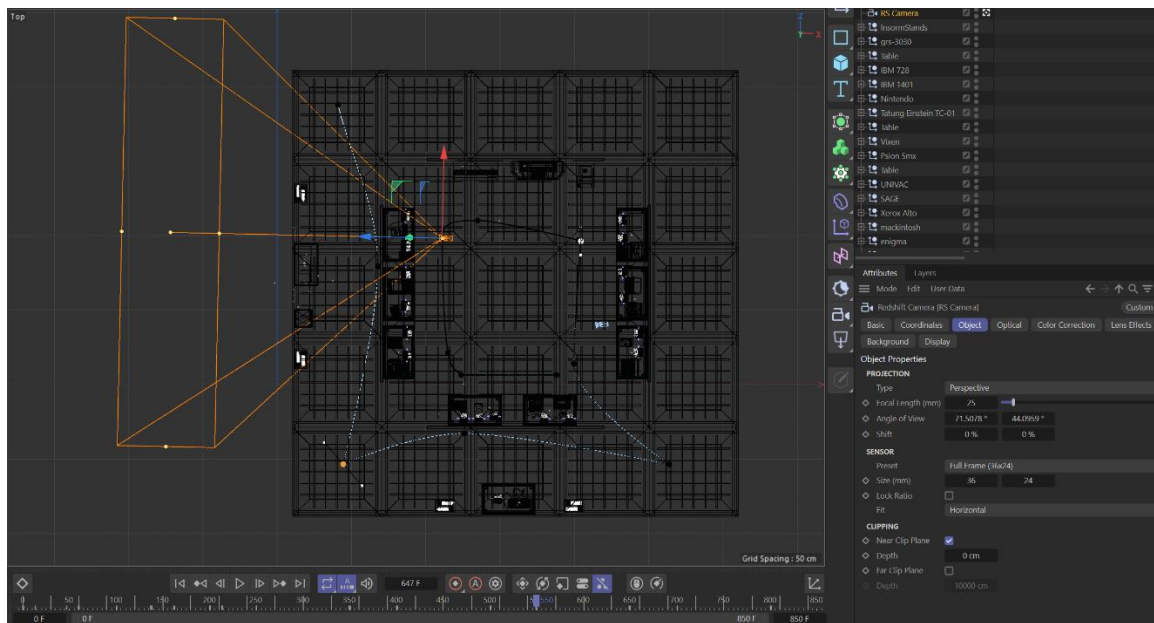


Рисунок 3.28 – Траєкторія руху основної камери
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Налаштування параметрів камери включають фокусну відстань, кут огляду та інші оптичні властивості, що дозволяє знімати експонати з різних ракурсів та надавати їм об'ємність.

На завершення було встановлено додаткові камери на ключових позиціях музею (рис. 3.29), щоб забезпечити можливість перегляду експонатів з різних ракурсів. Камери були заблоковані для уникнення випадкових зрушень під час роботи зі сценою.

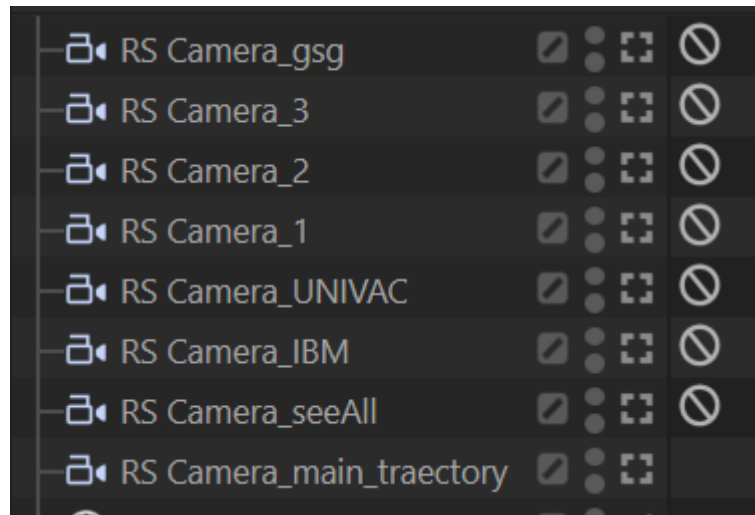


Рисунок 3.29 – Додаткові камери на основних позиціях
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Налаштування рендеру (рис. 3.30) включали вибір оптимальних параметрів для досягнення високої якості зображення. Зокрема, були налаштовані параметри розміру бакета, порядку рендерингу та інших аспектів для забезпечення швидкої та ефективної обробки сцени.

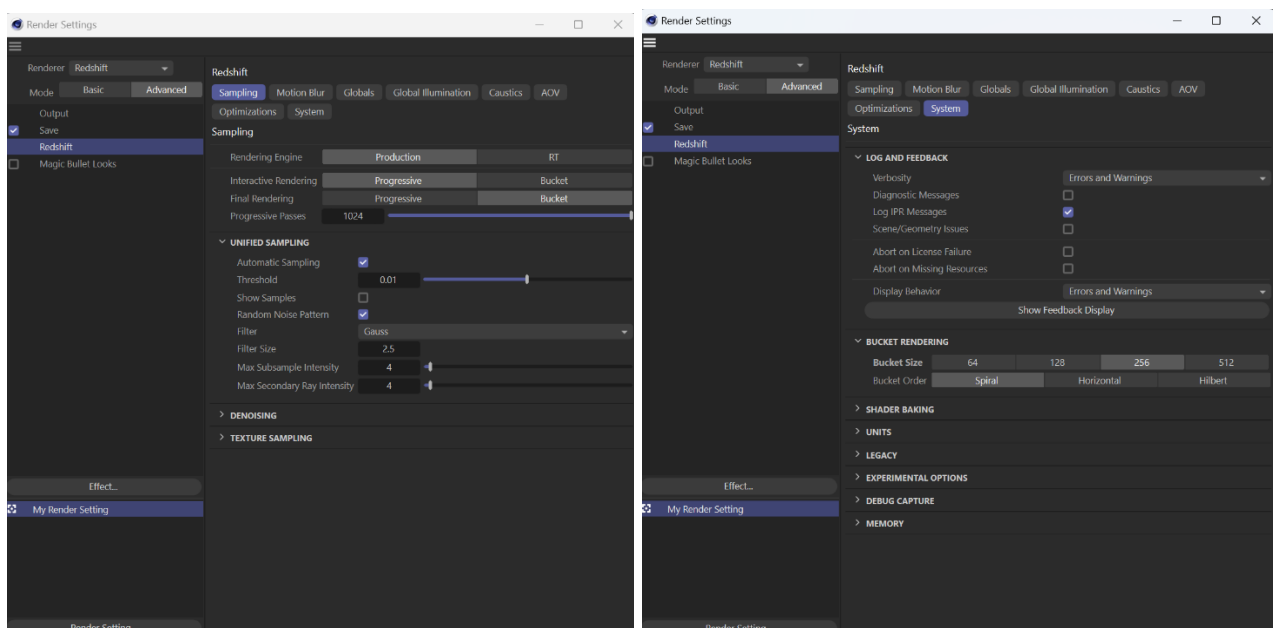


Рисунок 3.30 – Налаштування рендеру
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Представлено серію фінальних рендерів сцени музею (рис. 3.31), де можна побачити реалістичні відтворення експонатів, їх розміщення та освітлення. Важливо зазначити, що кожен експонат був окремо налаштований для забезпечення максимальної реалістичності.





Рисунок 3.31 – Кадри фінальної візуалізації
Джерело: побудовано автором (знімок з екрану)

Цей підхід до налаштування освітлення та візуалізації сцени дозволив створити віртуальний музей, який не лише точно відтворює історичні експонати, але й створює захоплюючу атмосферу для відвідувачів, надаючи їм можливість зануритися у світ комп'ютерної історії.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломної роботи був проведений комплексний аналіз сучасних досліджень у сфері віртуальної реальності та історії комп'ютерної техніки. Це підтвердило актуальність і доцільність створення віртуального музею історії комп'ютерної техніки та інформаційних технологій.

Аналіз наявних проектів та їхніх характеристик допоміг чітко сформулювати завдання і визначити конкретні вимоги до реалізації даного проекту. Були досліджені такі музеї, як Музей історії комп'ютерів, Національний музей обчислювальної техніки та Інтерактивний музей інформатики, які надають багатий огляд розвитку комп'ютерної техніки, від перших електронних обчислювальних машин до сучасних персональних комп'ютерів. Ці музеї демонструють важливість технологічних досягнень для науки та суспільства, надаючи детальну інформацію про кожен експонат та його історичну значущість.

На основі розгляду технологій та програмних засобів для розробки проекту було обрано створення 3D моделей у програмі Cinema 4D з використанням технології Redshift для рендерингу високоякісних зображень. Це дозволило досягти високого рівня деталізації та реалістичності візуалізації.

У ході роботи було проведено структурно-функціональне моделювання проекту, включаючи створення контекстної діаграми, діаграми декомпозиції та діаграми варіантів використання моделі. Це дозволило розробити чітку концепцію та структуру майбутнього віртуального музею.

Детальне планування робіт, розробка графіку виконання та аналіз можливих ризиків забезпечили контроль за процесом реалізації проекту та мінімізацію можливих проблем.

На практичному етапі було створено моделі приміщення музею в реальних розмірах, його складових елементів, експонатів та інформаційних стендів. Усі моделі були розроблені відповідно до підібраних референсів і відповідали реальним розмірам і об'єктам.

Для створених моделей були розроблені та налаштовані реалістичні матеріали у програмі Redshift. Застосування Redshift дозволило створити високоякісні матеріали з використанням текстурних карт, таких як дифузні, нормалі, картки відображення та бампи. Налаштування матеріалів включало коригування параметрів відбиття, прозорості, розсіювання світла та інших характеристик, що забезпечило реалістичність та деталізацію кожного експонату. Для цього використовувались текстури високої роздільної здатності та складні багатошарові матеріали, що дозволили досягти максимального реалізму візуалізації.

Для фінальної візуалізації сцени було налаштовано віртуальні джерела світла різного типу, включаючи Dome Light та HDRI карту неба, що забезпечило природне освітлення та реалістичність зображення. Світло проникає через вікна на стелі, створюючи природне освітлення, що додає реалістичності сцені. Також були налаштовані віртуальні камери для різних ракурсів і анімація переміщення камери для огляду експозиції музею.

Практичне значення реалізованого проекту полягає у збереженні та популяризації історії комп'ютерної техніки, наданні доступу до унікальних експонатів широкій аудиторії та підвищенні рівня освітніх можливостей. Віртуальний музей дозволяє кожному охочому ознайомитись з історією комп'ютерної техніки та її видатними представниками, не залишаючи свого дому, що особливо актуально в сучасних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. There's a S.M.A.R.T. way to write managements's goals and objectives. | Enhanced Reader [Electronic resource].
2. Published History of SMART Objectives [Electronic resource]. URL: <https://rapidbi.com/history-of-smart-objectives/> (accessed: 20.03.2024).
3. Work Breakdown Structure (WBS) In Project Management – Forbes Advisor [Electronic resource]. URL: <https://www.forbes.com/advisor/business/whatis-work-breakdownstructure/#:~:text=A%20work%20breakdown%20structure%2C%20or,deliverables%20into%20a%20single%20tool> (accessed: 20.03.2024).
4. ISO 21511 Ієрархічні структури робіт [Electronic resource]. URL: <https://pmdoc.ua/iso/iso21511/> (accessed: 20.03.2024).
5. Deshayes K., Krupnick J. Project Management Office Title: PMO-1.3 Project Organizational Breakdown Structure (OBS) Section where used: Project Management Prepared by Date Approved by Date All Miscellaneous Updates, Review and Revisions to EIA-748B.
6. What is a Gantt Chart? Gantt Chart Software, Information, and History [Electronic resource]. URL: <https://www.gantt.com/> (accessed: 20.03.2024).
7. Virine L., Virine E., Trumper M. Project Risk Analysis for Information Systems Project Risk Analysis for Information Systems 1 // PM World Journal. 2020. P. 2330–4480.
8. What is IDEF - Definition, Methods, and Benefits - Edraw [Electronic resource]. URL: <https://www.edrawsoft.com/what-is-idef.html> (accessed: 20.03.2024)
9. UML Diagram : Use Case Diagram [Electronic resource]. URL: <https://socs.binus.ac.id/2019/11/26/uml-diagram-use-case-diagram/> (accessed: 20.03.2024).
10. How a UML use case diagram can benefit any process | Nulab [Electronic resource]. URL: <https://nulab.com/learn/software-development/how-a-uml-use-case-diagram-can-benefit-any-process/> (accessed: 20.03.2024)
11. Computer History Museum [Electronic resource]. URL: <https://www.computerhistory.org/> (accessed: 20.03.2024)
12. National Museum of Computing [Electronic resource]. URL: <https://www.tnmoc.org/> (accessed: 20.03.2024)
13. Deutsches Museum [Electronic resource]. URL: <https://www.deutsches-museum.de/en> (accessed: 20.03.2024)
14. Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci [Electronic resource]. URL: <https://www.museoscienza.org/> (accessed: 20.03.2024)
15. Science Museum [Electronic resource]. URL: <https://www.sciencemuseum.org.uk/> (accessed: 20.03.2024)
16. Redshift Documentation [Electronic resource]. URL: <https://docs.redshift3d.com/> (accessed: 21.03.2024).

17. Cinema 4D Official Website [Electronic resource]. URL: <https://www.maxon.net/en/cinema-4d> (accessed: 21.03.2024).
18. Blender Documentation [Electronic resource]. URL: <https://www.blender.org/manual/> (accessed: 21.03.2024).
19. Autodesk Maya Documentation [Electronic resource]. URL: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya> (accessed: 21.03.2024).
20. Unity Documentation [Electronic resource]. URL: <https://docs.unity3d.com/> (accessed: 22.03.2024).
21. Unreal Engine Documentation [Electronic resource]. URL: <https://docs.unrealengine.com/> (accessed: 22.03.2024).
22. Stanford Encyclopedia of Philosophy: Alan Turing [Electronic resource]. URL: <https://plato.stanford.edu/entries/turing/> (accessed: 23.03.2024).
23. Vint Cerf and the Internet [Electronic resource]. URL: <https://www.internetsociety.org/vint-cerf/> (accessed: 24.03.2024).
24. Osborne 1: First Portable Computer [Electronic resource]. URL: <https://www.oldcomputers.net/osborne-1.html> (accessed: 24.03.2024).
25. The Enigma Machine [Electronic resource]. URL: <https://www.cryptomuseum.com/crypto/enigma/> (accessed: 26.03.2024).
26. Xerox Alto [Electronic resource]. URL: <https://www.computerhistory.org/revolution/early-computer-companies/5/83> (accessed: 26.03.2024).
27. History of the Macintosh [Electronic resource]. URL: <https://www.apple.com/30-years/> (accessed: 26.03.2024).
28. IBM Archives [Electronic resource]. URL: <https://www.ibm.com/ibm/history/> (accessed: 25.03.2024).
29. Blender Artists Community [Electronic resource]. URL: <https://blenderartists.org/> (accessed: 27.03.2024).
30. 3D Modeling in Maya [Electronic resource]. URL: <https://area.autodesk.com/maya/> (accessed: 28.03.2024).
31. Redshift Render Blog [Electronic resource]. URL: <https://blog.redshift3d.com/> (accessed: 28.03.2024).
32. C4D Cafe [Electronic resource]. URL: <https://www.c4dcafe.com/> (accessed: 28.03.2024).
33. ArtStation [Electronic resource]. URL: <https://www.artstation.com/> (accessed: 29.03.2024).
34. CGSociety [Electronic resource]. URL: <https://www.cgsociety.org/> (accessed: 29.03.2024).
35. Virine L., Virine E., Trumper M. Project Risk Analysis for Information Systems Project Risk Analysis for Information Systems 1 // PM World Journal. 2020. P. 2330–4480.
36. History of the Sinclair ZX Spectrum [Electronic resource]. URL: <http://rk.nvg.ntnu.no/sinclair/computers/zxspectrum/zxspectrum.htm> (accessed: 03.04.2024).

37. Grace Hopper: Biographies of Women Mathematicians [Electronic resource]. URL: <https://www.agnesscott.edu/lriddle/women/hopper.htm> (accessed: 31.03.2024).
38. The Internet Pioneers: Leonard Kleinrock [Electronic resource]. URL: <https://www.lk.cs.ucla.edu/> (accessed: 03.04.2024).
39. Douglas Engelbart and the Invention of the Mouse [Electronic resource]. URL: <https://www.dougenelbart.org/firsts/mouse.html> (accessed: 02.04.2024).
40. Ogurtsov, E.S., Kokoreva, V.A., Ogurtsov, S.F., Usenbay, T.A., Kunesbekov, A.S., Lavrov, E. Microcontroller navigation and motion control system of the underwater robotic complex (2016) ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 11 (9), pp. 6110-6121.
41. E. Lavrov et al., "Training of Specialists for Adaptive management. Techniques for Teaching Computer Analysis of Automated Production Systems in the FlexSim Environment", CEUR Workshop Proceedings this 2022, 3104, pp. 106–118
42. E. Lavrov and O. Siryk, "Ergonomic Support for the Activities of Software Testers," 2022 IEEE 9th International Conference on Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 335-340, doi: 10.1109/PICST57299.2022.10238605.
43. E. Lavrov, N. Pasko, O. Siryk, P. Paderno and E. Burkov, "Models and Information Technology for Reliable Design of the Functioning Processes of Flexible Production Systems as Complex Human-Machine Systems," 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 673-678, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9467894.
44. Lavrov, E.A., Zolkin, A.L., Aygumov, T.G., Chistyakov, M.S., Akhmetov, I.V. Analysis of information security issues in corporate computer networks (2021) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1047 (1), art. no. 012117. <https://iopscience.iop.org/journal/1757-899X> doi: 10.1088/1757-899X/1047/1/012117
45. E. Lavrov, P. Paderno, O. Siryk, E. Burkov, N. Pasko and V. Nahorny, "Decision Support in Incident Management Systems. Models of Searching for Ergonomic Reserves to Increase Efficiency," 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T), Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 653-658, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9467991
46. The Curta Calculator [Electronic resource]. URL: <https://www.vcalc.net/cu.htm> (accessed: 03.04.2024).
47. The History of Computer Security: Whitfield Diffie [Electronic resource]. URL: <https://www.computerhistory.org/fellowawards/hall/whitfield-diffie/> (accessed: 03.04.2024).

ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Призначення й мета створення віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій

1.1 Призначення віртуального музею

Призначення створення віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій полягає в наданні доступу до знань про еволюцію обчислювальних машин та інформаційних систем у зручній і захоплюючій формі. Віртуальний музей дозволяє відвідувачам з усього світу вивчати історичні артефакти, ознайомлюватися з ключовими подіями та фігурами в цій галузі, а також отримувати інтерактивний досвід, який неможливо отримати в традиційному музеї. Завдяки використанню сучасних технологій віртуальної реальності та 3D-моделювання, такий музей може забезпечити глибше розуміння складних технологічних процесів і їх впливу на сучасне суспільство, сприяючи популяризації науки та техніки серед широкої аудиторії.

1.2 Мета створення віртуального музею

Метою створення віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій є надання користувачам інтерактивної платформи для вивчення еволюції комп'ютерних технологій. Цей музей дозволяє глибше зрозуміти, як розвивались обчислювальні машини, програмне забезпечення та інформаційні системи від своїх зародків до сучасного стану. Віртуальний формат музею забезпечує доступність інформації для широкої аудиторії незалежно від географічного положення, сприяючи освітнім цілям, популяризації науки та техніки, а також збереженню історичних знань про ключові досягнення і новації у сфері комп'ютерних технологій.

1.3 Цільова аудиторія

Цільова аудиторія віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій включає широкий спектр користувачів, від студентів та науковців до ентузіастів комп'ютерної техніки і звичайних відвідувачів, зацікавлених в історії та еволюції технологій. Студенти та освітяни можуть використовувати музей як додаткове навчальне джерело для поглибленого вивчення історії обчислювальної техніки та її впливу на сучасне суспільство. Дослідники знайдуть тут корисні матеріали для своїх наукових праць та проектів. Любителі технологій отримають можливість дізнатися більше про знакові досягнення та новаторів у цій галузі, а широкій публіці музей

пропонує доступний та інтерактивний спосіб ознайомлення з історією технологічного прогресу.

2. Вимоги до віртуального музею

2.1 Вимоги до віртуального музею в цілому

2.1.1 Вимоги до структури й функціонування віртуального музею

Структура й функціонування віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій повинні включати інтерактивні 3D-експонати, хронологічно організовані розділи, мультимедійні матеріали (відео, аудіо, анімації), а також зручну навігацію та пошукові функції. Музей повинен забезпечувати доступність для різних користувачів, включаючи можливість віртуальних турів і інтерактивних демонстрацій. Крім того, важливою є інтеграція освітніх ресурсів та інструментів для глибшого вивчення історичних артефактів, а також підтримка оновлень для включення нових технологічних досягнень.

2.1.2 Вимоги до персоналу

Вимоги до персоналу, залученого до створення віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій, включають високу кваліфікацію у галузі комп'ютерних наук та інформаційних технологій, досвід роботи з 3D моделюванням та віртуальною реальністю, знання історії розвитку обчислювальної техніки, а також навички управління проектами. Важливими є також креативність, увага до деталей, здатність до командної роботи та вміння ефективно використовувати сучасні програмні інструменти для створення інтерактивних віртуальних середовищ.

2.1.3 Вимоги до збереження інформації

Вимоги до збереження інформації передбачають забезпечення її цілісності, конфіденційності та доступності. Це включає використання надійних систем резервного копіювання, шифрування даних для захисту від несанкціонованого доступу, регулярне оновлення програмного забезпечення для запобігання вразливостям, а також впровадження механізмів контролю доступу, щоб тільки уповноважені користувачі могли працювати з чутливою

інформацією. Крім того, важливим аспектом є дотримання нормативних вимог та стандартів, які регулюють зберігання та обробку даних у конкретних галузях.

2.1.4 Вимоги до розмежування доступу

Розмежування доступу полягає у встановленні різних рівнів дозволів для користувачів системи з метою захисту даних і забезпечення безпеки. Основні вимоги включають чітку ідентифікацію користувачів, автентифікацію (наприклад, паролі, двофакторна автентифікація), визначення ролей та прав доступу відповідно до функціональних обов'язків, контроль доступу на основі політик (наприклад, ролеві або атрибутивні моделі), журналювання і моніторинг дій користувачів для виявлення та реагування на несанкціоновані дії, а також регулярний аудит і оновлення політик доступу для відповідності актуальним вимогам безпеки.

2.2 Структура віртуального музею

2.2.1 Загальна інформація про структуру віртуального музею

Структура віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій базується на динамічній та інтерактивній платформі, яка розділена на різні секції або відділи, кожен з яких відображає певний період або аспект історії комп'ютерної техніки. Кожен відділ містить інформацію про ключові події, винаходи, технологічні вдосконалення та видатних вчених цього періоду, а також візуальні матеріали у формі фотографій, відео та 3D моделей, що допомагають відтворити атмосферу та еволюцію комп'ютерної техніки від її початків до сьогодення.

2.2.2 Навігація

Навігація у 3D моделях включає камеру для переміщення та огляду апарату з різних кутів, управління камерою для зміни орієнтації, масштабування та повороту зображення, використання інтерактивних кнопок для зміни режимів навігації та вибору камери, можливість встановлення шляхових точок для швидкого переходу між областями моделі, а також наявність маркерів або позначок для швидкого переміщення до конкретних областей.

2.2.3 Дизайн та структура віртуального музею

Дизайн та структура 3D моделей буде розроблятися з урахуванням їхньої функціональності та зовнішнього вигляду. Будуть створені деталізовані геометричні моделі кожного компонента, включаючи корпус, камери та інші складові частини. Текстури та матеріали будуть використовуватися для надання реалістичного вигляду.

2.3 Вимоги до функціонування системи

2.3.1 Потреби користувача

Потреби користувача, визначені на основі рішення замовника, представлені у таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Потреби користувача

ID	Потреби користувача	Джерело
UN-01	Перегляд характеристик та історичних деталей експонатів	Клієнт
UN-02	Відтворення реалістичного вигляду історичних об'єктів	Клієнт
UN-03	Інтерактивна взаємодія з 3D моделями експонатів	Технічний клієнт
UN-04	Зручна навігація по віртуальному музею	Клієнт
UN-05	Зміна параметрів відображення експонатів	Адміністратор
UN-06	Перегляд віртуальних моделей середовища (залів, виставок)	Клієнт
UN-07	Збереження та обмін даними про експонати між користувачами	Клієнт
UN-08	Аналіз та візуалізація даних про відвідувачів та їх взаємодію з музеєм	Технічний клієнт
UN-09	Редагування та модифікація віртуальних експонатів	Технічний клієнт
UN-10	Організація віртуальних турів та відтворення історичних подій	Клієнт

2.3.2 Функціональні вимоги

На основі потреб користувача були визначені такі функціональні вимоги:

- Користувачі повинні мати можливість вибрати різні режими перегляду, такі як "історичний контекст", "технічні деталі" або "віртуальний тур".
- Система повинна підтримувати завантаження 3D моделей комп'ютерної техніки та інших пов'язаних об'єктів для їх інтеграції у віртуальний музей.
- При виборі будь-якого експонату повинна бути можливість перегляду докладної інформації про його історію, характеристики та значення в розвитку комп'ютерних технологій.
- При виборі будь-якого експонату повинна бути можливість перегляду докладної інформації про його історію, характеристики та значення в розвитку комп'ютерних технологій.
- Користувачі повинні мати можливість вибрати різні режими перегляду, такі як "історичний контекст", "технічні деталі" або "віртуальний тур".

2.3.3 Системні вимоги

ID	Системні вимоги	Пріоритет	Опис
SR-01	Наявність модуля для відображення історичних експонатів	M	Надає можливість користувачам переглядати 3D моделі історичних експонатів з детальними описами
SR-02	Каталог експонатів з можливістю пошуку та фільтрації	S	Забезпечує зручний доступ до колекції експонатів з можливістю швидкого пошуку та фільтрації

SR-03	Модуль для завантаження та збереження інформації про експонати	M	Надає можливість адміністраторам завантажувати та зберігати інформацію про експонати
SR-04	Система контролю версій для редагування даних експонатів	S	Забезпечує контроль та відстеження змін у даних про експонати під час редагування
SR-05	Підтримка різних форматів файлів для завантаження даних	C	Забезпечує сумісність з різними форматами файлів для завантаження даних експонатів
SR-06	Модуль для підтримки обміну інформацією між користувачами	M	Надає можливість користувачам обмінюватися даними та співпрацювати над проектами
SR-07	Функціонал для аналізу даних та статистики відвідувачів	S	Забезпечує збір та аналіз даних щодо відвідувачів та їх взаємодії з системою
SR-08	Інтеграція з сервісами хмарного зберігання	C	Надає можливість користувачам зберігати дані в хмарному сховищі
SR-09	Підтримка мультиплатформеності	M	Забезпечує доступ до системи з різних пристроїв та операційних систем

Умовні позначення в таблиці А.2:

Must have (M) – вимоги, які повинні бути реалізовані в системі;

Should have (S) – вимоги, які мають бути виконані, але вони можуть почекати своєї черги;

Could have (C) – вимоги, які можуть бути реалізовані, але вони не є центральною ціллю проекту.

2.4 Вимоги до видів забезпечення

2.4.1 Вимоги до інформаційного забезпечення

Реалізація 3D моделей відбувається з використанням:

- Cinema4D та Redshift

2.4.2 Вимоги до лінгвістичного забезпечення

3D моделі можуть містити надписи виконані українською та англійською мовами.

2.4.3 Вимоги до програмного забезпечення

Програмне забезпечення клієнтської частини повинне задовольняти наступним вимогам:

- Веб-браузер: Internet Explorer 7.0 і вище, або Firefox 3.5 і вище, або Opera 9.5 і вище, або Safari 3.2.1 і вище, або Chrome 2 і вище.

3. Склад і зміст робіт зі створення віртуального музею

Докладний опис етапів роботи зі створення віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій наведено в таблиці А.3.

Таблиця А.3 – Етапи створення віртуального музею

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
1	Постановка завдання та аналіз вимог клієнта	3
2	Розробка концепції музею та складання технічного завдання	5
3	Дослідження та збір інформації про експонати	10
4	Створення 3D моделей історичних об'єктів та експонатів	15

5	Розробка інтерактивних елементів та функцій	7
6	Текстурування та нанесення матеріалів на 3D моделі	5
7	Створення та налаштування віртуального середовища музею	10
8	Інтеграція мультимедійного контенту (відео, аудіо, текст)	5
9	Розробка навігаційної системи для користувачів	3
10	Тестування інтерфейсу та інтерактивних функцій	3
11	Перевірка на відповідність вимогам і виправлення помилок	2
12	Оптимізація продуктивності та швидкості завантаження	3
13	Підготовка до запуску та реліз	2
14	Завершення роботи та здача проекту	1
	Загальна тривалість робіт	74

4. Вимоги до складу й змісту робіт із введення 3D моделей в експлуатацію

- Першочергово необхідно визначити формати файлів, які будуть використовуватись для 3D моделей експонатів (наприклад, OBJ, FBX).
- Провести аналіз сумісності цих форматів з основними програмними платформами, що використовуються для візуалізації віртуальних середовищ

ДОДАТОК Б

ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

Б.1 Ідентифікація мети ІТ-проекту

Метою проекту є створення віртуального музею історії комп'ютерної техніки та інформаційних технологій, що забезпечить збереження та популяризацію знань про еволюцію комп'ютерних технологій. Віртуальний музей дозволить користувачам здійснювати віртуальні екскурсії, ознайомлюватися з важливими історичними експонатами та постатями, які вплинули на розвиток цієї галузі, незалежно від їхнього географічного розташування.

Призначення віртуального туру полягає у наданні широкій аудиторії, включаючи студентів, дослідників та всіх зацікавлених осіб, доступу до освітніх ресурсів, історичних матеріалів і мультимедійних даних про комп'ютерні технології. Віртуальний тур сприятиме підвищенню інтересу до науки та техніки, збереженню культурної спадщини, а також надасть можливість інтерактивного та зручного вивчення історії розвитку комп'ютерної техніки.

Деталізацію мети проекту визначимо, використовуючи технологію SMART.

Технологія SMART - це стратегічний метод постановки цілей, що допомагає забезпечити їхню конкретність, вимірюваність, досяжність, реалістичність та ча-сову обмеженість. Основні принципи цієї технології включають [15]:

1. Специфічність (Specific): Ціль повинна бути конкретно сформульованою, щоб уникнути двозначності та неоднозначності. Конкретна мета дозволяє точно визначити, що потрібно досягнути.
2. Мірність (Measurable): Ціль повинна бути виміряна або кількісно, або якісно, щоб можна було оцінити прогрес досягнення цілі. Вимірюваність дозволяє визначити, чи було досягнуто поставлену ціль.
3. Досяжність (Achievable): Ціль повинна бути досяжною та реалізованою в рамках доступних ресурсів, часу та можливостей. Досяжність цілі визначається реальними можливостями та обмеженнями.

4. Реалістичність (Realistic): Ціль повинна бути реалістичною і розумною для досягнення. Вона повинна відповідати можливостям, знанням та ресурсам, які доступні для досягнення цілі.
5. Часова обмеженість (Time-bound): Ціль повинна мати чіткий термін виконання. Чітко визначений термін дозволяє встановити пріоритети та зосередити зусилля на досягненні цілі в обумовлені строки.

Застосування технології SMART [1,2] допомагає забезпечити ефективність та успішність досягнення поставлених цілей, як у професійній, так і в особистій сфері.

Отже, на основі вище зазначених принципів ми можемо сформулювати мету проекту. Результати наведені у таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Деталізація мети проекту

Specific	Мета проекту полягає в створенні віртуального музею історії розвитку комп'ютерної техніки та інформаційних технологій для демонстрації еволюції цих технологій та їх впливу на суспільство.
Measurable	Успішне виконання мети проекту буде виміряно за допомогою якісно створених віртуальних експонатів, інтерактивності 3D моделей, позитивних відгуків відвідувачів та досягнення встановлених КРІ (кількість відвідувачів, час взаємодії тощо).
Achievable	Проект реалізовується відповідно до створеного та затвердженого технічного завдання (ТЗ), з використанням сучасних технологій віртуальної реальності та комп'ютерної графіки, а також підтримки з боку команди розробників та експертів з історії комп'ютерної техніки.
Relevant	Результат відповідає потребам користувачів та очікуванням клієнтів, забезпечуючи освітню та інформативну функцію музею, а також можливість інтерактивної взаємодії з експонатами, що робить проект значущим і корисним для цільової аудиторії.
Time-bound	Проект обмежений у часі на розробку та впровадження віртуального музею, тому всі етапи проекту повинні бути завершені протягом 12 місяців, включаючи розробку концепції, створення контенту, тестування та впровадження.

Б.2 Планування змісту структури робіт ІТ-проекту

WBS (Work Breakdown Structure) – це інструмент управління проектами, який розбиває весь проект на менші, керовані компоненти для полегшення управління та виконання. WBS [3] використовується для структурування та організації завдань, ресурсів та виконавців проекту. Глибина розбиття залежить від розміру та складності проекту.

WBS дозволяє розглядати проект як ієрархію, починаючи від загальних елементів та розбиваючи їх на більш конкретні підзадачі. Це допомагає керівництву та виконавцям краще розуміти обсяг проекту, виділяти необхідні ресурси та встановлювати пріоритети. На рисунку Б.1 показано WBS проекту щодо створення віртуального музею.

Наступним кроком після декомпозиції процесів є розробка організаційної структури виконавців (OBS) [5], яка є графічним відображенням учасників або відповідальних осіб, що беруть участь у реалізації проекту. Відповідальними особами є співробітники, які відповідають за організацію та виконання елементарних робіт, визначених у WBS. Кожну елементарну роботу можна розглядати як окремий проект. Організаційна структура планування проекту та список виконавців, що діють у проекті, представлена на рисунку Б.2.

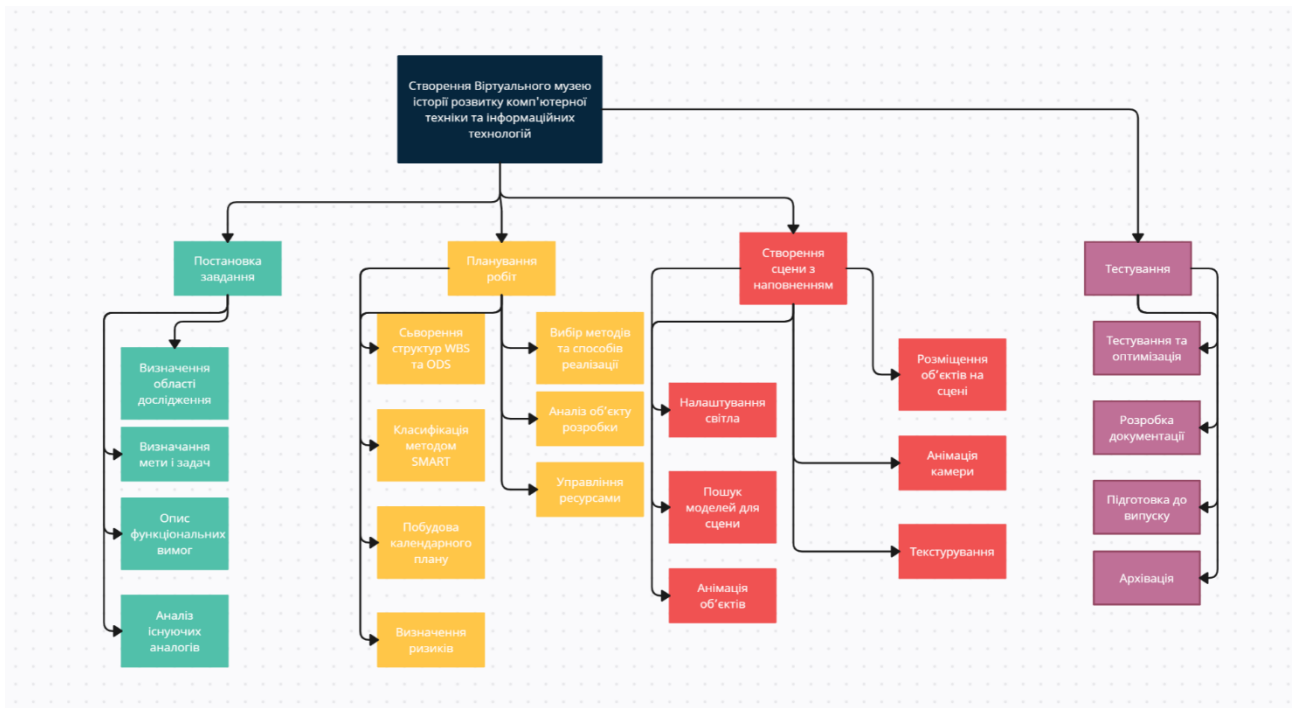


Рисунок Б.1 – WBS-структура робіт проекту

Джерело: побудовано автором

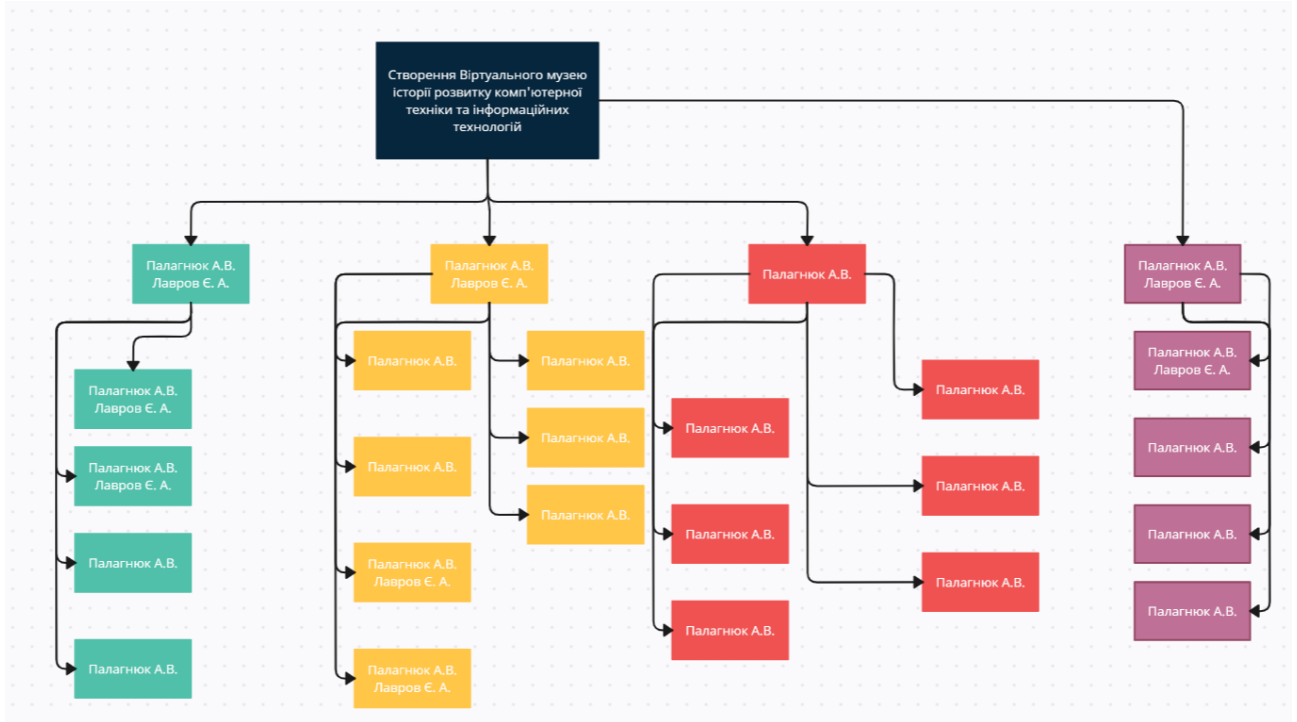


Рисунок Б.2 – OBS -структура робіт проекту

Джерело: побудовано автором

Таблиця Б 2 – Виконавці проекту

Роль	Ім'я	Проектна роль
Керівник проекту	Лавров Є. А.	Відповідає за виконання завдань у терміни, розподіл ресурсів та виконання збору та аналізу даних.
3D-розробник	Палагнюк А. В.	Створення 3D об'єктів, текстурування та додавання анімації.
Тестувальник	Лавров Є. А. Палагнюк А. В.	Виконує процес тестування та оптимізації перед випуском продукту

Б.3 Діаграма Ганта

Побудова діаграми Ганта [6] становить ключовим етапом у процесі планування проекту, який відображає послідовність виконання завдань з врахуванням конкретних дат їх виконання. Це дозволяє отримати достовірне

уявлення про тривалість етапів процесу з урахуванням обмежень ресурсів, врахування вихідних днів та свят.

Календарний графік проекту представлено на рисунку Б.3.

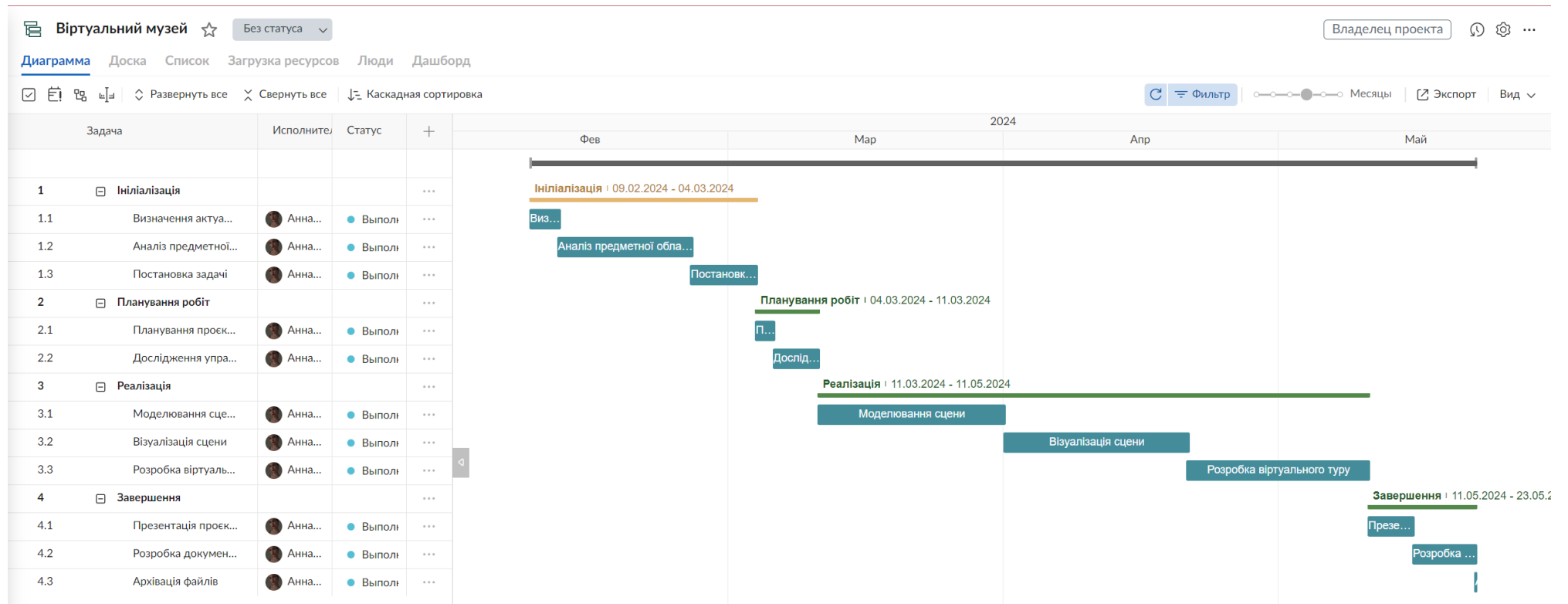


Рисунок Б. 3 - Діаграма Ганта

Джерело: побудовано автором

Б.4 Управління ризиками проєкту

Під час проведення якісної оцінки ризиків необхідно визначити ті з них, які потрібно усунути негайно. Реакція на ризики буде відповідати їх важливості. Наступним етапом є проведення кількісної оцінки ризиків. Ці два види оцінок можуть здійснюватися паралельно або окремо, залежно від рівня забезпечення проєкту. У таблиці Б.3 подано шкалу класифікації ризиків за ступенем їх впливу на проєкт і ймовірністю виникнення.

Таблиця Б.3 – Шкала оцінювання ризиків за ймовірністю їх виникнення

Оцінка ризику	Ймовірність виникнення ризику	Вплив ризику	Тип ризику
1	Низька	Низький	Прийнятні
2	Середня	Середній	Виправдані
3	Висока	Високий	Неприпустимі

Для зменшення негативного впливу ризиків на проєкт необхідно розробити план реагування на них. Цей план включає в себе визначення ефективних стратегій та оцінку наслідків їх впливу на проєкт. Оцінка здійснюється з використанням показників, зазначених у таблиці Б.3. У результаті планування реагування була створена матриця ймовірності виникнення ризиків та їх впливу, яка зображена на рисунку Б.4. Зеленим кольором у матриці позначені прийнятні ризики, жовтим – прийнятні в обмеженій мірі, а червоним – неприпустимі.

3	ІМПАКТ			RS_1, RS_4, RS_5, RS_8
2		RS_6	RS_2, RS_3, RS_7	
1		RS_9, RS_11, RS_12	RS_10	
		Probability		
		1	2	3

Рисунок Б.4 – Матриця ймовірності

Джерело: побудовано автором

Класифікація ризиків за їх рівнем відповідно до отриманого значення індексу представлена у таблиці Б.4. У таблиці Б.5 описано ризики та стратегії реагування на кожен з них.

Таблиця Б.4 – Шкала оцінювання за рівнем ризику.

№	Назва	Межі	Ризики, які входять
1	Прийнятні	$1 < R < 2$	9, 10, 11, 12
2	Виправдані	$3 < R < 4$	2, 3, 6, 7
3	Неприпустимі	$6 < R < 9$	1, 4, 5, 8

Таблиця Б.5 – Ризики та стратегії реагування

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_1	Відкритий	Недостатній доступ до необхідних ресурсів	Висока	Високий	9	1. Пошук альтернативних джерел ресурсів 2. Звернення до замовника для збільшення обсягу ресурсів	Попередження	Перегляд графіку роботи та перерозподіл ресурсів
RS_2	Відкритий	Зміна вимог замовника під час розробки	Середня	Середній	4	1. Контроль змін у вимогах замовника та їх впливу на проєкт 2. Проведення додаткового аналізу вимог та уточнення їх замовником	Прийняття	Запуск процесу затвердження вимог

RS_3	Відкритий	Технічні проблеми з програмним забезпеченням	Середня	Середній	4	1. Пошук альтернативного програмного забезпечення 2. Виправлення програмного забезпечення	Пом'якшення	Вирішення проблем із сумісністю
RS_4	Відкритий	Відсутність досвіду виконавців у певних аспектах розробки	Висока	Високий	7	1. Надання додаткової підготовки та навчання виконавцям 2. Перегляд робочих процесів та пошук оптимізації	Попередження	Розподіл завдань з урахуванням навичок та досвіду
RS_5	Відкритий	Неузгодженість між учасниками команди проекту	Висока	Високий	9	1. Проведення комунікаційних зборів для узгодження поглядів та планування роботи 2. Залучення зовнішнього фасилітатора для	Попередження	Встановлення чітких комунікаційних протоколів

						врегулювання конфліктів		
RS_6	Відкритий	Втрата даних або недоліки у зберіганні	Низька	Середній	4	1. Регулярні резервні копії даних 2. Підвищення рівня захисту даних та автоматизація процесу резервного копіювання	Пом'якшення	Використання спеціалізованих програм для зберігання даних
RS_7	Відкритий	Технічні проблеми з апаратним забезпеченням	Середній	Середній	5	1. Регулярна попередня профілактика апаратного забезпечення 2. Запуск програми моніторингу стану апаратного забезпечення	Пом'якшення	Пошук альтернативних апаратних рішень

RS_8	Відкритий	Технічні проблеми зі зв'язком та мережею	Висока	Високий	8	1. Постійний моніторинг стану зв'язку та мережі 2. Проведення аудиту мережі та вдосконалення інфраструктури	Пом'якшення	Розробка плану резервного забезпечення зв'язку
RS_9	Відкритий	Втрата ключового члена команди проекту	Низька	Низький	1	1. Планування заміщення та перерозподіл ролей 2. Встановлення системи навчання та обміну знаннями	Попередження	Проведення оцінки ризиків у команді та підготовка запасних планів
RS_10	Відкритий	Зміни в розкладі або обсягу робіт	Низька	Середній	2	1. Відстеження змін та їхніх впливів на проект 2. Розгляд альтернативних підходів до розподілу ресурсів	Попередження	Перегляд графіку роботи та реалізація колективних заходів

RS_11	Відкритий	Поява нових конкурентів на ринку з аналогічними продуктами	Низька	Низький	1	1. Моніторинг ринкової ситуації та аналіз конкурентів 2. Розробка стратегії маркетингу та реклами	Прийняття	Аналіз ринку та адаптація стратегії продажів
RS_12	Відкритий	Зміна в політичній чи економічній ситуації	Низька	Низький	1	1. Моніторинг політичної та економічної ситуації 2. Розробка плану заходів у разі кризових ситуацій	Попередження	Розробка плану заходів у разі кризових ситуацій