

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МІЖНАРОДНИХ ВІДНОСИН
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри

_____ Бобарчук О.А.

«____» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 186 «ВИДАВНИЦТВО ТА ПОЛІГРАФІЯ»

Тема: «Методи створення інтерактивного 3D контенту експонатів для віртуального музею магнітного запису НДІ електромеханічних приладів»

Виконавець _____ студент групи ВП-213М Сатир Андрій Юрійович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник _____ к.п.н., доцент Матвійчук-Юдіна Олена Василівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер:

_____ (підпис)

_____ С.М. Гальченко (ПІБ)

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет міжнародних відносин

Кафедра комп'ютерних мультимедійних технологій

Напрямок (спеціальність, спеціалізація) 186 «Видавництво та поліграфія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КММТ

Бобарчук О.А.

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Сатир Андрій Юрійович

1. Тема роботи: «Методи створення інтерактивного 3D контенту експонатів для віртуального музею магнітного запису НДІ електромеханічних приладів».

Затверджена наказом ректора від 22 «вересня» 2023 р. №1901/ст.

2. Термін виконання роботи: з 02.10.23 р. по 31.12.23 р.

3. Вихідні дані до роботи (проєкту): текстовий та графічний матеріал для створення текстур.

4. Зміст пояснювальної записки: Теоретичні основи створення віртуальних експонатів; Обґрунтування вибору методів та засобів створення 3D моделей; Практичний процес розробки 3D моделей експонатів музею.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: макети моделей експонатів, презентаційний матеріал.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Визначення задач кваліфікаційної роботи	02.10.23 — 10.10.23	
2	Дослідити теоретичні аспекти віртуалізації музейних експонатів	11.10.23 — 28.10.23	
3	Провести аналіз наукової літератури	29.10.23 — 05.11.23	
4	Провести дослідження стосовно використання віртуальних турів в світі	06.11.23 — 11.11.23	
5	Провести аналіз сучасного програмного забезпечення для 3D моделювання	12.11.23 — 13.11.23	
6	Практична реалізація	15.11.23 — 08.12.23	
7	Здійснити налаштування та імпорт експонатів в відповідний формат	10.12.23 — 11.12.23	
8	Розробити презентаційний матеріал	11.12.23 — 12.12.23	

7. Дата видачі завдання: “ 02 ” жовтня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи: _____ Матвійчук-Юдіна О.В.

Завдання прийняв до виконання: _____ Сатир А.Ю.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «Методи створення інтерактивного 3D контенту експонатів для віртуального музею магнітного запису НДІ електромеханічних приладів» складає: 81 сторінки, 33 рисунків, 2 таблиці 1 додатків, 33 використаних джерел.

ВЕБ-ПОРТАЛ, ВІРТУАЛЬНИЙ МУЗЕЙ, HTML, ХОСТИНГ

Об'єкт дослідження – дослідження 3D технолог для збереження історичної спадщини.

Предмет дослідження – методи та засоби створення віртуальних експонатів.

Метою кваліфікаційної роботи є визначення та обґрунтування методів та засобів створення та віртуалізація музейних експонатів, музею техніки магнітного запису АТ «Науково-дослідний інститут електромеханічних приладів».

Методи дослідження: теоретичні – аналіз та узагальнення, наукової й фахової літератури з досліджуваних питань; порівняння підходів створення вебсайтів; практичні – проектування та розробка веб-порталу.

Технічні та програмні засоби – в кваліфікаційній роботі описано процес розробки 3D моделей за допомогою *Blender*, а також за допомогою графічних редакторів *Substance Painter*, *Marmoset Toolbag*.

Практичне значення отриманих результатів: Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості їх використання безпосередньо музеєм техніки магнітного запису АТ «НДІ ЕМП» для створення свого віртуального музею.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ЕКСПОНАТІВ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНИХ МУЗЕЇВ.....	11
1.1. Теоретичні засади і концепції 3D контенту	11
1.2. Використання магнітного запису в інтерактивних додатках	21
1.3. Дослідження питання 3D технологій, як засіб вивчення історичних пам'яток та архітектури.....	23
1.4. Аналіз можливостей використання магнітного запису для інтерактивних 3D експонатів.....	30
Висновок до розділу.....	32
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ СТВОРЕННЯ 3D КОНТЕНТУ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНИХ МУЗЕЇВ	33
2.1. Аналіз реалістичності та деталізації інтерактивних експонатів	33
2.2. Огляд технологій для створення 3D моделей	35
2.3. Методи створення інтерактивних експонатів	39
Висновок до розділу.....	42
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	43
3.1. Способи створення VR контенту.....	43
3.2. Визначити методи створення, 3d моделей, їх реалізацій.....	47
3.3. Розробка віртуального музею магнітного запису НДІ електромеханічних приладів	52
3.4. Процес розробки інтерактивних експонатів.....	54
Висновок до розділу.....	73
ВИСНОВКИ.....	74
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАХ ДЖЕРЕЛ	77
Додаток А.....	82

Додаток Б.....	84
Додаток В.....	86
Додаток Д.....	87
Додаток Е.....	88

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

3D моделювання – це процес створення цифрових тривимірних моделей об'єктів. Це можна зробити за допомогою різних методів, таких як параметричне та полігональне моделювання.

Текстуриг – це процес додавання текстури до тривимірної моделі. Текстура – це малюнок або зображення, яке наноситься на поверхню моделі. Вона може бути використана для відтворення таких характеристик об'єкта, як колір, матеріал, фактура та інші.

Baking – це процес об'єднання інформації про освітлення та відблиски з поверхні тривимірної моделі в єдину текстуру. Це дозволяє зменшити витрати на обробку, оскільки об'єкту більше не потрібно розраховувати освітлення в реальному часі.

UV – це процес розгортання поверхні тривимірної моделі на площину. Це дозволяє художникам створювати текстури, які можна накладати на модель, щоб надати їй реалістичний зовнішній вигляд.

Геометрія об'єкта – це сукупність його геометричних характеристик, таких як форма, розмір, розташування та взаємозв'язок між його частинами. Геометрія об'єкта визначає його зовнішній вигляд, а також його фізичні властивості, такі як об'єм, площа поверхні та момент інерції.

VR – е технологія, яка створює ілюзію присутності в комп'ютерно-генерованому середовищі. Це досягається за допомогою пристроїв VR, які зазвичай включають шолом VR, контролери та навушники.

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток технологій відкриває нові перспективи для вивчення та взаємодії з культурним спадком через використання інтерактивного 3D контенту. Особливу увагу заслуговує можливість створення віртуальних музеїв, де спільнота може пізнавати інформацію через експонати та отримувати нові знання, використовуючи передові технології.

До появи технологічних інновацій зусилля музеїв полягали в тому, щоб спрямовувати відвідувачів до фізичних музеїв, але ці зміни, внесені спільнотою цифрових платформ, дозволяють музеям представляти себе та надавати корисну інформацію людям, які цікавляться археологічною інформацією. Загалом смартфони, програми, веб-сайти та соціальні мережі змінили спосіб спілкування установ і відвідувачів у цифровому світі, який є дешевшим і простішим. Музеям довелося адаптуватися до цього нового способу спілкування, оскільки нові комунікаційні інструменти більше підходять для відвідувачів музеїв. Останні інновації в області смартфонів і місце, яке вони займають у житті людей у всьому світі, дозволяють спілкуватися будь-де і коли це можливо. Це на додаток до різноманітних інших технологічних інновацій і застосувань у сфері музеїв, таких як коди швидкого реагування (*QR*-коди), доповнена реальність (*AR*) і віртуальна реальність (*VR*). Їх можна використовувати для ідентифікації та поширення археологічної інформації більш сучасним і приємним способом

Під час пандемії *COVID-19* музеї витратили більше на технології, ніж раніше, щоб адаптуватися до потреб людей і безпечно відкривати свої двері для туристів. Деякі музеї продовжують експериментувати з оцифруванням музеїв. Очікується, що найважливіші тенденції, які використовуються в епоху нових технологій, у майбутньому стануть частиною музеїв.

Віртуальна реальність – це технологічна інновація, яка повністю змінює наш погляд на речі. Ви відчуваєте себе в певному місці, хоча насправді вас там

немає. Ця технологічна тенденція використовується музеями та, ймовірно, вплине на їхню роботу. Уявіть собі можливість віртуально потрапити у величний світ художньої картини або дізнатися про історію своєї країни вдома за допомогою віртуальної реальності. Музеї можуть по-різному використовувати переваги цих нескінченних технологічних інновацій.

Магнітний запис, як технологічний елемент, використовується в різних сферах, і включення його в створення інтерактивних експонатів для віртуального музею є логічним кроком в розширенні можливостей взаємодії користувачів з культурним спадком. Актуальність полягає в тому, що такий підхід дозволяє не тільки зробити навчання та вивчення історії більш цікавими та доступними, але й створити нові можливості для збереження та відтворення культурних цінностей.

Віртуальні музеї вже успішно використовуються в різних сферах, таких як історія, мистецтво, наука. Один із прикладів - *Google Arts & Culture*, який надає доступ до тисячі музеїв та галерей по всьому світу. Великі музеї, такі як *Louvre*, *British Museum*, та *Smithsonian* також пропонують віртуальні тури та інтерактивні експозиції.

Мета дослідження. Полягає в розробці та апробації методів створення інтерактивних 3D експонатів для віртуального музею магнітного запису. Робота має на меті розкриття потенціалу магнітного запису в контексті віртуального музею, створення інтерактивних історичних об'єктів, які не лише відтворюють минуле, а й дозволяють користувачам взаємодіяти з ним у захопливий та інноваційний спосіб.

Вивчення існуючих віртуальних музеїв дозволить врахувати передовий досвід та здобутки. Наприклад, *Museum of the Future* в Дубаї використовує розширену реальність та інтерактивність для представлення ідей та інновацій. *Virtual Museum of Computing* дозволяє відвідувачам досліджувати історію обчислювальної техніки через віртуальні експонати та ігри.

Практичне значення. Віртуальний музей може стати цінним інструментом для освіти та навчання. Він дозволить учням та студентам з усього

світу вивчати історію та технології магнітного запису в захоплюючий та інтерактивний спосіб.

Збереження культурного спадку. Віртуальний музей може допомогти в збереженні культурного спадку. Він дозволить зафіксувати та популяризувати важливі історичні об'єкти та технології, які можуть бути недоступні для відвідування в реальному світі.

Культурний обмін. Віртуальний музей може сприяти культурному обміну. Він дозволить людям з різних культур дізнатися більше про магнітний запис та його вплив на світ.

Під час дослідження вивчено різні технології створення *3D* моделей, методи взаємодії з ними та використання магнітного запису для покращення реалізму та участі користувача. Результатом дослідження є створення прототипу віртуального музею магнітного запису з інтерактивними *3D* експонатами, які дозволять відвідувачам зануритися у захопливий світ історії та технологій.

Результатом дослідження є створення прототипу віртуального музею магнітного запису з інтерактивними *3D* експонатами. Це дозволить відвідувачам зануритися у захопливий світ історії та технологій.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ЕКСПОНАТІВ ДЛЯ ВІРТУАЛЬГИХ МУЗЕЇВ

1.1. Теоретичні засади і концепції 3D контенту

Інтерактивний 3D контент представляє собою тривимірні графічні об'єкти, які реагують на дії користувача, надаючи можливість активно взаємодіяти з ними.

Ключові елементи: Інтерактивність означає, що об'єкти можуть реагувати на користувацькі введення, а 3D вказує на тривимірний характер об'єктів.

У відміню від статичних 3D моделей, інтерактивний 3D контент дозволяє користувачам взаємодіяти з об'єктами у реальному часі.

Інтерактивний 3D контент надає глибші можливості взаємодії порівняно з інтерактивними 2D зображеннями, оскільки користувач може маніпулювати об'єктами у тривимірному просторі.

У порівнянні з відео, інтерактивний 3D контент дозволяє користувачеві контролювати точки перегляду та взаємодіяти з об'єктами, створюючи унікальний досвід.

Приклади:

Відеоігри: Багато сучасних відеоігор використовують інтерактивний 3D контент для створення реалістичних ігрових світів.

Додавання інтерактивного 3D контенту може покращити якість онлайн-курсів та тренажерів.

З використанням інтерактивного 3D контенту можна створювати вражаючі віртуальні тури по музеях, пам'ятках тощо.

Інтерактивний 3D контент може залучити увагу користувачів, оскільки він є більш захоплюючим і реалістичним, ніж звичайні форми контенту. Це можна

пояснити тим, що інтерактивний контент дозволяє користувачам взаємодіяти з ним, що робить його більш особистим і цікавим.

Навчання та тренування.

Інтерактивний *3D* контент може бути ефективним інструментом для навчання та тренувань, оскільки він дозволяє користувачам вивчати матеріал в інтерактивному та захоплюючому форматі. Це може бути особливо корисним для навчання складних концепцій або навичок.

Інтерактивний *3D* контент може створювати унікальні враження, які недоступні з звичайними формами контенту. Це можна пояснити тим, що інтерактивний контент дозволяє користувачам досліджувати та взаємодіяти з ним у спосіб, який неможливий з іншими формами контенту.

В умовах переходу до Індустрії 4.0, Україна має розвивати цифрову економіку, щоб не відставати від інших країн. Цифрові технології можуть бути використані для розвитку туризму в Україні, зокрема для створення інтерактивних *3D* турів по історичним пам'яткам та музеям.

Національний історико-етнографічний заповідник "Переяслав" може стати пілотною платформою для впровадження таких інноваційних проектів. Здобуті в ході реалізації цієї ініціативи результати матимуть важливе значення для розвитку цифрової економіки в Україні та популяризації української культури.

Інтерактивний *3D* контент має ряд переваг, зокрема він може залучати увагу користувачів, сприяти навчанню та тренуванням, а також створювати унікальні враження. В умовах переходу до Індустрії 4.0, Україна має розвивати цифрову економіку, зокрема використовувати цифрові технології для розвитку туризму. Національний історико-етнографічний заповідник "Переяслав" може стати пілотною платформою для впровадження таких інноваційних проектів.

Актуальність отримання вищевказаних результатів і матеріалів зумовлена й тим, що адаптація сфер культури й туризму до умов четвертої промислової революції в Україні на сьогодні фактично не має чітко окреслених форм і стратегії. Зокрема, у таких документах як «Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки» та плані заходів щодо її

реалізації які визначають пріоритети при переході всіх сфер держави на рейки цифрової економіки, фактично не визначено конкретні перспективи й кроки здійснення цифрової трансформації безпосередньо у музейній сфері та в сферах охорони й популяризації культурної спадщини.

Використання 3D-контенту для підвищення ефективності веб-ресурсів НІЕЗ "Переяслав"(рис 1.1.)



Рис.1.1. Віртуальний тур українськими музеями просто неба

Національний історико-етнографічний заповідник "Переяслав" є одним із найважливіших культурних об'єктів України. Він має у своєму розпорядженні широкий спектр історичних та культурних пам'яток, які мають важливе значення для збереження та популяризації української спадщини.

У сучасному світі все більш важливим стає використання цифрових технологій для підвищення ефективності діяльності культурних закладів. Одним із таких інструментів є 3D-контент.

3D-контент дозволяє користувачам отримати більш детальну та реалістичну інформацію про об'єкти, ніж це можливо за допомогою традиційних 2D-зображень. Це може бути особливо корисно для музейних закладів, які мають у своєму розпорядженні історичні пам'ятки, археологічні знахідки та інші об'єкти, які неможливо побачити в живу.

Використання *3D*-контенту на веб-ресурсах НІЕЗ "Переяслав" може мати ряд переваг, зокрема:

Збільшення показника конверсії: *3D*-контент може бути більш привабливим для відвідувачів, ніж традиційні *2D*-зображення. Це може призвести до збільшення кількості відвідувань сайту Заповідника та кількості людей, які цікавляться його пропозиціями.

Покращення якості інформації: *3D*-контент дозволяє користувачам отримати більш детальну та реалістичну інформацію про об'єкти, які представлені на сайті Заповідника. Це може бути особливо корисно для людей, які хочуть дізнатися більше про історію та культуру Переяслава.

Популяризація Заповідника: *3D*-контент може бути використаний для популяризації Заповідника та його пропозицій. Це може допомогти залучити нових відвідувачів та підвищити інтерес до Заповідника в цілому.

Серед перевірених і ефективних технологій, які можуть бути використані для створення *3D*-контенту для НІЕЗ "Переяслав", можна виділити такі:

3D-візуалізація внутрішнього простору музеїв і об'єктів Заповідника: Ця технологія дозволяє створити віртуальну модель об'єкта, яку можна переглядати з різних ракурсів. Це може бути використано для створення віртуальних турів по заповіднику або для надання відвідувачам більш детальної інформації про внутрішній простір музеїв та інших об'єктів.

3D-знімки архітектурних та археологічних пам'яток: Ця технологія дозволяє створити точні *3D*-моделі пам'яток, які можна використовувати для вивчення їх історії та архітектури.

Динамічне кругове *3D*-фото:

– Ця технологія дозволяє створювати фото, які можна переглядати з усіх боків;

– Це може бути використано для створення більш привабливого та інформативного контенту;

Фото 360 градусів (рис 1.2.) у поєднанні з анімацією: Ця технологія дозволяє створювати фото, які демонструють функціональні особливості

об'єктів. Це може бути використано для створення більш інтерактивного та захоплюючого контенту [1].

Для реалізації цих проектів необхідно провести масштабне 3D-оцифрування об'єктів, що належать до НІЕЗ "Переяслав". Це може бути здійснено за допомогою спеціалізованого обладнання та програмного забезпечення.

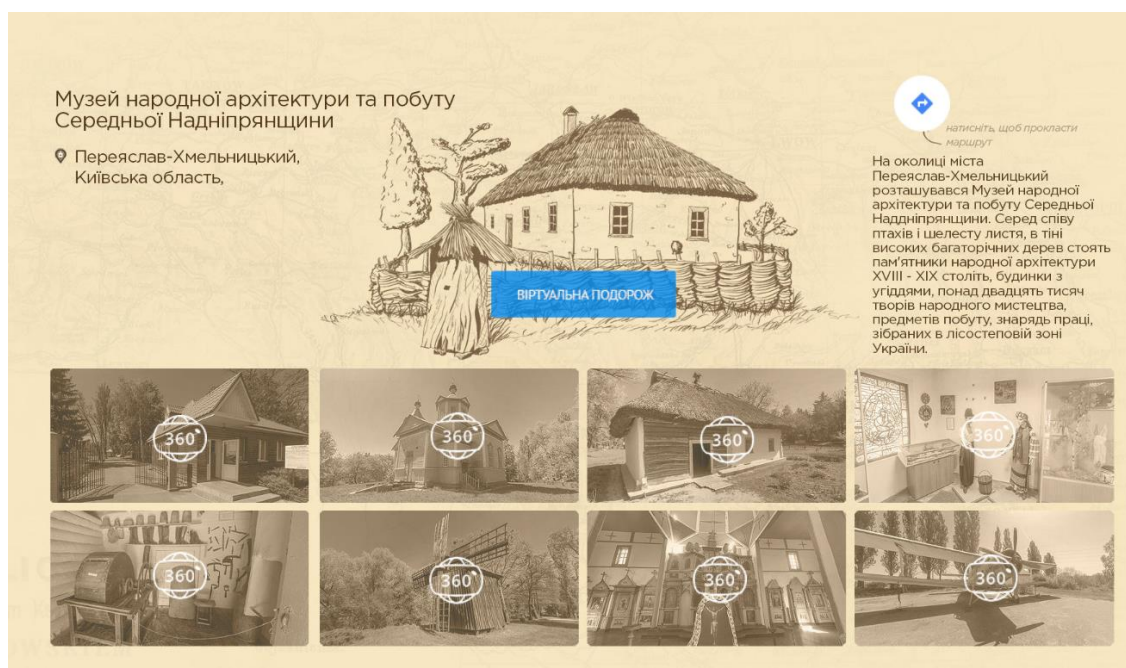


Рис.1.2. Використання технології 360 градусів

Впровадження 3D-контенту на веб-ресурсах НІЕЗ "Переяслав" є важливим кроком на шляху до підвищення ефективності його діяльності. Це дозволить Заповіднику краще виконувати свої завдання щодо збереження та популяризації української спадщини.

Підвищенню привабливості сайту сприятиме також розробка 3D-анімацій з ефектом «завмирання» часу, завдяки яким можливо «оживити» 3D-логотипи об'єктів НІЕЗ «Переяслав» в оригінальному форматі. Ця технологія дозволить також створити окремі сюжетні сцени, що ефектно проілюструють характерні епізоди військових подій на території Середньої Наддніпрянщини в різні історичні епохи.

Одним із продуктивних методів для отримання *3D*-фігур є застосування *3D*-сканера. Робота з ним дозволить оцифрувати широкий спектр музейних предметів з достатньою роздільною здатністю та за найкоротший час отримати максимально повну базу даних для створення віртуального контенту [2].

Інтенсивність поширення хмарних сервісів розкриває широкі перспективи презентації об'єктів і експозицій Заповідника у форматі *3D*-контенту. Такі технології, завдяки високій обчислювальній продуктивності, дозволять створювати і розміщувати на сайті обширні галереї *3D*-візуалізації як безпосередньо музейних предметів та архітектурних пам'яток, так і змодельованих реконструкцій історичних подій, культурних процесів, суспільно-політичних явищ, побуту, окремих історичних постатей, відтворення традицій українського народу тощо.

Стосовно останнього блоку наведених вище груп *3D*-реконструкцій, то тут діапазон масштабу й деталізації об'єктів може бути досить широким. Він коливатиметься від створення віртуальних інтерактивних *3D*-провідників у різноманітних образах до повномасштабного моделювання сцен та історичних сюжетів. Так, за аналогією з комп'ютерними іграми, відвідувач сайту зможе мандрувати між віртуальними *3D*-копіями реальних будівель і пам'яток НІЕЗ «Переяслав», при цьому зустрічати поблизу них репрезентативних *3D*-персонажів, що тематично пов'язані з концепціями цих об'єктів. Реконструйовані на основі результатів ґрунтовних наукових досліджень, віртуальні персонажі уособлюватимуть представників тієї чи іншої історичної епохи, культури та соціального прошарку, «оживлюючи» таким чином тематику кожного з 24 музеїв Заповідника популярними серед різних соціальних груп засобами інтерактивних веб-технологій майбутнього.

Використання *3D*-персонажів для інтерактивної взаємодії з відвідувачами НІЕЗ «Переяслав».

Національний історико-етнографічний заповідник «Переяслав» має у своєму розпорядженні широкий спектр історичних та культурних пам'яток, які мають важливе значення для збереження та популяризації української спадщини.

Використання 3D-персонажів може стати ефективним способом підвищення привабливості та інтерактивності веб-ресурсів Заповідника для відвідувачів.

3D-персонажі можуть бути запрограмовані на продуктивну взаємодію з відвідувачами сайту. Вони можуть надавати додаткову інформацію про реконструйовані віртуальні об'єкти з колекції Заповідника, розповідати про свої уподобання, звичаї та традиції. Цей сегмент інтерактивної взаємодії може бути реалізований у форматі спілкування віртуального героя змодельованою машинною мовою, підкріпленою характерними жестами, мімікою, поведінкою.

Фахові знання науковців НІЕЗ "Переяслав" з історії й етнографії дозволяють створювати яскраві та реалістичні образи 3D-персонажів. Зокрема, в музеях міста прообразами для моделювання таких сценек могли б стати:

– Мандрівний філософ Г. С. Сковорода, який читає лекцію на подвір'ї колегіуму.

– Поет Т. Г. Шевченко, що веде світську бесіду з приятелем – лікарем А. Й. Козачковським у його садибі.

– "Великий пересмішник" Шолом-Алейхем, який перекиривляє свою мачуху, коли вона його сварить.

– Академік В. Г. Заболотний, що зображує за мольбертом частину батьківського двору.

Група кобзарів і лірників, які виконують твори на рідкісних музичних інструментах із фондової колекції НІЕЗ «Переяслав».

Трипільський землероб, який демонструє знаряддя і техніку обробки зерна.

Первісна людина, що видобуває вогонь прадавнім способом.

Майстер В. Л. Завгородній, який виготовляє свої роботи з дерева.

Окрему нішу в розробці 3D-контенту та комп'ютерних просторових моделей слід виокремити для наукових реконструкцій частково зруйнованих чи повністю втрачених об'єктів і архітектурних пам'яток, що ними опікується НІЕЗ «Переяслав». Особливу актуальність матиме комплексна 3D-реконструкція давнього Переяслава. Така цифрова об'ємна відбудова значно конкретизує уявлення про планувальну структуру міста й розташування в ньому об'єктів

оборонної, житлово-господарської, сакральної архітектури та адміністративних будівель.

Суттєвою перевагою комп'ютерних 3D-моделей зниклої архітектури давньоруського Переяслава є їх доступність для широкого кола потенційних відвідувачів Заповідника. Для прикладу, віртуальна 3D-реконструкція з легкістю продемонструє етапи зведення оборонних валів і ровів, чітко візуалізує місце розташування в просторі таких конструктивних елементів цих споруд як зруби, сирцева цегла для формування зовнішніх укосів кладкою, дерев'яні конструкції для її зміцнення тощо [3].

Використання 3D-персонажів (рис 1.3.) та наукових реконструкцій на веб-ресурсах НІЕЗ «Переяслав» може стати ефективним способом підвищення привабливості та інтерактивності для відвідувачів, сприяти популяризації української спадщини та підвищити інтерес до Заповідника.



Рис.1.3. Використання 3D-персонажів

З метою більш поглибленого знайомства з цією тематикою, можлива розробка і демонстрація структури та фізичних властивостей цегли й інших будівельних матеріалів, у поєднанні з експериментальним моделюванням максимальних навантажень, які витримують зазначені матеріали. Особливу інформативну цінність матиме перевірка їх стійкості під імпровізованими ударами ворожих таранів чи облогових машин, візуалізованих у цифровому просторовому 77 Випуск 66 форматі. Доцільно також розкрити шляхи доставки таких рідкісних для тогочасного Переяслава матеріалів як необтесане каміння, що зазвичай привозилося по річках здалеку (Асеев, Харламов 2020).

Спираючись на результати археологічних розкопок і численні наукові розвідки з проблеми (Каргер 1954; Брайчевский, Асеев 1960; Колибенко 2010; Історико-архітектурний опорний план... 2014), досить амбітною вбачається перспектива здійснення віртуальної просторової реконструкції давньоруських пам'яток сакральної архітектури, з повним відтворенням їх екстер'єру та інтер'єру. Невід'ємною складовою при створенні вказаних цифрових 3D-моделей повинно стати внесення до реконструйованого простору місць поховання переяславських князів й інших представників еліти, які зазвичай відбувалися в межах цих храмів (Колибенко 1999).

Використання певної множини об'ємних комп'ютерних моделей, кожна з яких репрезентативно концентруватиме різні хронологічні шари, накладені на єдине географічне тло, дозволить простежити характерні тенденції просторової динаміки заселення території та зміни структури міста в різні історичні періоди, починаючи від найдавніших часів. При реалізації цього підходу, особливу увагу слід звернути на княжий та єпископський двори, з повним відтворенням їх планувальної структури, етапів розвитку забудови та особливостей архітектурних ансамблів (Раппопорт 1982; Трофіменко 1995; Колибенко 1999; Колибенко 2001). Для створення повноцінної історичної реконструкції зазначених об'єктів, доречно також розкрити й специфіку повсякденного життя мешканців давньоруського Переяслава, яке проходило на їх території.

У контексті розробки останнього аспекту, не менш амбітним вбачається здійснення максимально точної цифрової об'ємної відбудови постатей переяславських князів та духовних осіб. Найпершим і найскладнішим завданням у цьому процесі стане просторове моделювання власне самого тіла зазначених персонажів, з деталізацією таких його частин як обличчя, голова, кінцівки. Окрім суто технічних труднощів, пов'язаних із забезпеченням спеціалізованим обладнанням, програмними продуктами та кваліфікованими фахівцями, яким необхідно буде виконати величезний об'єм роботи з безліччю операцій, залишається відкритим також питання обробки джерельної бази.

Складність його вирішення зумовлена тим, що основний масив необхідної вихідної інформації для проведення історичної 3D-реконструкції у цьому напрямі міститься на площинних зображеннях різної якості, які збереглися чи були реанімовані з глибини минулих століть. Окремі відомості знаходяться в джерелах і літературі у вигляді фрагментарних описів (Хрусталеv 1999; Колибенко, Колибенко 2018). Також доцільним стане опрацювання всіх доступних скульптурних реконструкцій і об'ємних макетів, що можуть знаходитися в різних музеях, приватних колекціях чи наукових установах. Надійніший, але й найбільш рідкісний пласт інформації, потенційно представлений археологічними матеріалами, однак він вимагає володіння спеціальними методами, методиками і технологіями наукової обробки. Комплексна презентація всіх цих образів також неможлива без відтворення їх вбрання, обладунків, зброї, прикрас, атрибутів влади та інших, характерних для давньоруського періоду предметів, що супроводжували згаданих постатей впродовж життя.

Наступним, порівняно значно складнішим, щаблем реалізації вищевказаного напрямку може бути розробка динамічних комп'ютерних 3D-реконструкцій, покликаних репрезентативно проілюструвати окремі епізоди з життя переяславських князів, духовенства та інших прошарків тогочасного суспільства, які були невід'ємною складовою історичного процесу.

У цілому ж, за умови успішного розв'язання визначених вище завдань, вдасться здійснити історичну реконструкцію на новітньому, затребуваному вимогами сьогодення та осяжного майбутнього, рівні. У світлі тенденцій неупинного зростання обчислювальних потужностей комп'ютерів і перспектив реалізації прогресивних веб-технологій, розробка такого формату 3D-контенту є актуальною не лише з позицій оптимізації маркетингових інструментів НІЕЗ «Переяслав». Високотехнологічний музейний продукт, створений на основі широкого діапазону історичних джерел та ґрунтовних наукових досліджень, яскраво презентуватиме плеяду представників політичної і духовної еліти давньоруського Переяслава, які стояли біля витоків української державності. Це зробить свій посильний внесок у справу зміцнення української національної ідентичності в умовах сучасного інформаційного світу [1].

1.2. Використання магнітного запису в інтерактивних додатках

Магнітні носії інформації широко використовуються в інтерактивних додатках. Вони пропонують низку переваг, включаючи:

- Висока ємність: магнітні носії можуть зберігати великі обсяги даних, що робить їх ідеальними для зберігання цифрового контенту, такого як відео, музика та ігри.

- Висока швидкість передачі даних: магнітні носії можуть швидко передавати дані, що робить їх ідеальними для інтерактивних додатків, які вимагають швидкого доступу до інформації.

- Висока надійність: магнітні носії можуть зберігати дані протягом тривалого часу, що робить їх ідеальними для довгострокового зберігання інформації.

Деякі з поширених способів використання магнітного запису в інтерактивних додатках включають:

- Зберігання цифрового контенту: магнітні носії використовуються для зберігання цифрового контенту, такого як відео, музика та ігри. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до цього контенту на різних пристроях.

- Зберігання даних користувача: магнітні носії використовуються для зберігання даних користувача, таких як профілі, ігри та налаштування. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до цих даних на різних пристроях.

- Зберігання даних додатка: магнітні носії використовуються для зберігання даних додатка, таких як інструкції, бази даних і файли конфігурації.

Це дозволяє додаткам працювати коректно [3].

Приклади використання магнітного запису в інтерактивних додатках:

- Віртуальна реальність: магнітні носії використовуються для зберігання цифрових моделей та текстур, які використовуються в віртуальній реальності. Це дозволяє користувачам відчувати себе так, ніби вони знаходяться в іншому місці.

- Доповнена реальність: магнітні носії використовуються для зберігання цифрового контенту, який накладається на реальний світ у доповненій реальності. Це дозволяє користувачам отримувати додаткову інформацію про навколишній світ.

- Геймінг: магнітні носії використовуються для зберігання ігор, відео та інших цифрових матеріалів, які використовуються в іграх. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до цього контенту на різних пристроях.

Огляд застосування магнітного запису в сучасних технологіях

Магнітні носії інформації використовуються в широкому спектрі сучасних технологій, включаючи:

- Комп'ютери: магнітні носії, такі як жорсткі диски, твердотільні накопичувачі та флеш-накопичувачі, використовуються для зберігання даних на комп'ютерах.

- Мобільні пристрої: магнітні носії, такі як флеш-накопичувачі та карти пам'яті, використовуються для зберігання даних на мобільних пристроях, таких як смартфони та планшети.

– Відеокамери: магнітні носії, такі як жорсткі диски та флеш-накопичувачі, використовуються для зберігання відео та фотографій, записаних відеокамерами.

– Музичні плеєри: магнітні носії, такі як компакт-диски, DVD-диски та флеш-накопичувачі, використовуються для зберігання музики на музичних плеєрах.

Магнітні носії інформації є важливою технологією, яка використовується в широкому спектрі сучасних технологій. Вони пропонують низку переваг, включаючи високу ємність, високу швидкість передачі даних і високу надійність[4].

1.3. Дослідження питання 3D технологій, як засіб вивчення історичних пам'яток та архітектури.

Інтерактивні Збереження культурної спадщини сьогодні є дуже важливим аспектом нашого життя. Завдяки такій спадщині ми отримуємо знання про наших предків, способи виробництва та побут. Швидкий розвиток 3D-технологій дозволяє дедалі точніше відображати цю сферу життя. Багата культурна спадщина, як матеріальна, так і нематеріальна, може бути збережена для майбутніх поколінь завдяки використанню передових 3D технологій. Вони забезпечують засоби документування, відновлення та презентації об'єктів культурної спадщини.

Цілеспрямований акт збереження культурної спадщини з сьогодення для майбутнього відомий як збереження, і зараз використовується в історичних музеях, культурних центрах, наукових дослідженнях, освіті тощо. Однією з можливостей розвитку цього процесу є застосування різних 3D технологій. Вони дозволяють отримати доступ до елементів культурної спадщини, які важкодоступні в реальному світі. Збереження стосується таких галузей дослідження: документування, охорона, реконструкція, реставрація, консервація, розповсюдження та поширення. [5]

Один із ефективних методів отримання *3D*-моделей полягає у використанні *3D*-сканера. Використання цього інструменту дозволяє швидко і з високою роздільною здатністю оцифрувати широкий спектр музейних експонатів та створити повну базу даних для віртуального контенту.

Однією з основних переваг *3D* технологій є їхня здатність створювати точні цифрові моделі історичних пам'яток та архітектурних об'єктів. Ці моделі можуть бути використані для вивчення деталей, які неможливо побачити неозброєним оком, або які були втрачені внаслідок пошкоджень або руйнування.

Наприклад, *3D*-сканування було використано для створення цифрової моделі давньоримського амфітеатру в Помпеях. Ця модель дозволила археологам вивчити деталі будівлі, які були приховані під землею протягом століть[6].

3D технології також можуть використовуватися для створення віртуальних турів по історичних пам'ятках та архітектурних об'єктах. Це дозволяє людям відвідати ці місця, не виходячи з дому.

Наприклад, віртуальний тур по палацу Версаль дозволяє користувачам прогулятися по залах палацу, оглянути його інтер'єр та екстер'єр.

3D технології також можуть використовуватися для створення навчальних ресурсів про історичні пам'ятки та архітектуру. Ці ресурси можуть бути використані в школах, музеях та інших навчальних закладах.

Наприклад, *3D*-модель давньоримського амфітеатру в Помпеях може бути використана для навчання школярів про історію та архітектуру Римської імперії.

Застосування *3D* технологій у вивченні історичних пам'яток та архітектури

3D технології застосовуються в різних сферах вивчення історичних пам'яток та архітектури, зокрема:

- Археологія: *3D* технології використовуються для дослідження археологічних об'єктів, таких як руїни стародавніх міст, храмів та інших споруд.

- Консервація та реставрація: *3D* технології використовуються для створення цифрових моделей історичних пам'яток, які використовуються для планування та проведення робіт з консервації та реставрації.

- Історія мистецтва: 3D технології використовуються для вивчення творів мистецтва, таких як скульптури, картини та архітектурні деталі.
- Туризм: 3D технології використовуються для створення віртуальних турів по історичним пам'яткам та архітектурним об'єктам, що популяризує їх серед туристів [7].

Перспективи розвитку 3D технологій у вивченні історичних пам'яток та архітектури.

3D технології продовжують розвиватися, і їх потенціал для вивчення історичних пам'яток та архітектури є величезним. У майбутньому очікується, що 3D технології будуть використовуватися для:

Створення більш точних і детальних цифрових моделей історичних пам'яток та архітектурних об'єктів.

Розробки нових методів консервації та реставрації історичних пам'яток.

Створення більш інтерактивних і захоплюючих навчальних ресурсів про історичні пам'ятки та архітектуру.

За допомогою хмарних сервісів відкриваються широкі можливості для презентації об'єктів Заповідника у форматі 3D-контенту. Висока обчислювальна продуктивність таких технологій дозволяє створювати обширні галереї 3D-візуалізації, включаючи як реальні музейні предмети, так і змодельовані реконструкції історичних подій та культурних явищ.

Ці технології, застосовуючи алгоритми нейронних мереж та штучного інтелекту, дозволяють створювати віртуальних персонажів, які можуть взаємодіяти з відвідувачами сайту. Відтак, відвідувач може інтерактивно взаємодіяти з віртуальними об'єктами та персонажами, отримуючи пізнавальні відомості про колекції Заповідника.

Використовуючи ці гнучкі технології, можна реалізувати віртуальні 3D-провідники, а також повномасштабні моделі сцен та історичних подій. Відвідувач сайту може взаємодіяти з віртуальними персонажами, які відтворюють представників різних історичних епох та культур [8].

3D технології можуть використовуватися для створення інтерактивних веб-сайтів, які дозволяють відвідувачам взаємодіяти з віртуальними персонажами.

Після Французької революції багато речей у Версалі були втрачені або знищені, у тому числі речі, що належали останнім правлячим монархам Франції. Музей Вікторії та Альберта в Лондоні провів проект з відтворення крісла, яке належало Марії Антуанетті. Для цього використовувалися форми, 3D-сканування та 3D-друк. Відсканувавши відсутні частини, (рис 1.4.) історики змогли створити 3D-модель крісла. Використовуючи форми, взяті з 3D-друкованих частин, вони потім змогли переробити його в нехімічний матеріал. Потім крісло було позолочено, щоб воно відповідало оригінальному твору.



Рис.1.4. 3D модель виготовлена під розмір крісла

3D технології дозволяють створювати інтерактивні веб-сайти, які дозволяють відвідувачам взаємодіяти з віртуальними персонажами. Ці персонажі можуть надавати інформацію про історичні об'єкти та про своє бачення світу. Такі веб-сайти можуть бути використані для самоосвіти та розвитку відвідувачів [9].

Музей Вікторії та Альберта в Лондоні використовував *3D* технології для відтворення крісла, яке належало (рис 1.5.) Марії Антуанетті. Для цього використовувалися форми, *3D*-сканування та *3D*-друк.



Рис.1.5. Модель була скопійована з неушкодженої сторони крісла

Під час збереження артефактів обережність є ключовою. Але, навіть з дотриманням обережності, процес все одно складний. За допомогою *3D*-технології ми іноді можемо це робити, навіть не порушуючи об'єкт. Крім того, ми можемо відтворити фрагменти, яких більше немає [9].

Одним прикладом є *3D*-друкована арка Пальміри (рис 1.6.), яка була зведена на Трафальгарській площі в Лондоні в 2016 році. Арка заввишки 6 метрів і вагою 11 тонн була відтворена з *2D*-знімків оригінальної арки.

Британський музей також використовує *3D*-друк для збереження своїх артефактів. Музей надав онлайн-доступ до понад 4700 *3D*-моделей артефактів, які можна *3D*-друкувати вдома. Ці моделі були створені за допомогою методу фотограмметрії, який використовує кілька фотографій об'єкта для створення його *3D*-моделі.

Британський музей також співпрацює з компанією *3D-друку ThinkSee3D*, щоб продавати *3D*-копії своїх артефактів у музейному магазині. Такі копії, як статуя Роя та статуя Антіноя, зараз продаються за 200 і 250 фунтів відповідно.

3D-друк використовується для створення точних копій культурних артефактів, які були знищені або пошкоджені. Це дозволяє зберегти історію та культуру цих артефактів для майбутніх поколінь.



Рис.1.6. Реконструйована Пальмірська арка на Трафальгарській площі

ІГІЛ зруйнував багато культурних артефактів у стародавньому сирійському місті Пальміра. *3D*-друк використовується для створення точних копій цих артефактів, щоб зберегти їхню історію та культуру.

3D-друк використовується для створення точних копій культурних артефактів (рис 1.7.) , які були знищені або пошкоджені. Це дозволяє зберегти історію та культуру цих артефактів для майбутніх поколінь.



Рис.1.7. 3D-технології, задіяні у створенні цих репродукцій

Ці приклади показують, як 3D-технології допомагають відтворювати, реставрувати та навчати маси історії. 3D-моделювання, оцифрування та друк змінюють наш доступ до минулого. Незалежно від того, чи обмежений доступ до музеїв через відстань, брак ресурсів, часу чи, більш серйозно, через інвалідність, нові цифрові інструменти, доступні музеям, гарантують, можливість отримати доступ до історії. Це приклад накладання фізичних і цифрових слів, що руйнує бар'єри по всьому світу. 3D-друк і сканування відкривають світові, музей за музеєм [10].

Віртуальна реальність (VR) представляє собою створений технічними засобами світ, який передається людині через різні відчуття, такі як зір, слух, дотик і інші. Віртуальна реальність (VR) – це технологія, яка дозволяє користувачам відчувати себе так, ніби вони знаходяться в іншому місці. VR може використовуватися для створення інтерактивних турів по історичних пам'ятках, відтворення стародавніх місць та об'єктів, а також для навчання про історію та культуру.

Ця технологія імітує як вплив, так і реакції на вплив, використовуючи комп'ютерний синтез в реальному часі для створення переконливих відчуттів

реальності. Важливо розрізнити віртуальну реальність від доповненої реальності: перша конструює новий світ, тоді як друга лише додає штучні елементи до реального світу [11].

1.4. Аналіз можливостей використання магнітного запису для інтерактивних 3D експонатів

Інтерактивні 3D експонати – це технологія, яка дозволяє користувачам взаємодіяти з цифровими моделями в тривимірному просторі. Ці експонати можуть використовуватися в музеях, освітніх установах та інших місцях для надання інформації та розваг.

Магнітні носії інформації – це технологія, яка використовується для зберігання даних на магнітному носії. Магнітні носії пропонують низку переваг, які роблять їх ідеальними для зберігання даних, необхідних для створення інтерактивних 3D експонатів.

Переваги магнітного запису

Основні переваги магнітного запису для інтерактивних 3D експонатів включають:

Висока ємність: магнітні носії можуть зберігати великі обсяги даних, що робить їх ідеальними для зберігання цифрових моделей, текстур і інших даних, необхідних для створення інтерактивних 3D експонатів.

Висока швидкість передачі даних: магнітні носії можуть швидко передавати дані, що робить їх ідеальними для інтерактивних 3D експонатів, які вимагають швидкого доступу до інформації.

Висока надійність: магнітні носії можуть зберігати дані протягом тривалого часу, що робить їх ідеальними для довгострокового зберігання інформації.

Магнітні носії використовуються для зберігання даних у широкому спектрі інтерактивних 3D експонатів, включаючи:

Віртуальна реальність: магнітні носії використовуються для зберігання цифрових моделей та текстур, які використовуються в віртуальній реальності. Це дозволяє користувачам відчувати себе так, ніби вони знаходяться в іншому місці.

Доповнена реальність: магнітні носії використовуються для зберігання цифрового контенту, який накладається на реальний світ у доповненій реальності. Це дозволяє користувачам отримувати додаткову інформацію про навколишній світ [12].

Геймінг: магнітні носії використовуються для зберігання ігор, відео та інших цифрових матеріалів, які використовуються в іграх. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до цього контенту на різних пристроях.

Конкретні застосування магнітного запису в інтерактивних 3D експонатах включають:

Зберігання цифрових моделей: магнітні носії використовуються для зберігання цифрових моделей об'єктів, які використовуються в інтерактивних 3D експонатах. Ці моделі можуть бути створені за допомогою тривимірного моделювання або сканування.

Зберігання текстур: магнітні носії використовуються для зберігання текстур, які використовуються для надання цифровим моделям реалістичного вигляду. Текстури можуть бути створені за допомогою фотографії або цифрової живопису.

Зберігання сценаріїв: магнітні носії використовуються для зберігання сценаріїв, які керують поведінкою інтерактивних 3D експонатів. Сценарій може включати вказівки про те, як об'єкти повинні реагувати на взаємодію користувачів.

Зберігання даних користувача: магнітні носії використовуються для зберігання даних користувача, таких як профілі, ігри та налаштування. Це дозволяє користувачам отримувати доступ до цих даних на різних пристроях[13].

Висновок до розділу

Магнітні носії інформації та тривимірні технології відкривають широкі можливості для створення інноваційних інтерактивних рішень у сфері збереження та популяризації історико-культурної спадщини.

З одного боку, саме завдяки високій ємності, швидкості передачі даних та надійності, магнітні носії ідеально підходять для зберігання великих масивів мультимедійної інформації, необхідної для функціонування цифрових інтерактивних систем.

З іншого боку, сучасні тривимірні технології дозволяють створювати фотореалістичні 3D-моделі об'єктів культурної спадщини, інтерактивні віртуальні тури історичними локаціями, захоплюючі навчальні симулятори минулого.

Об'єднуючи ці два підходи, з'являється можливість розробки доступних і зрозумілих для широкої аудиторії інтерактивних музейних експозицій та освітніх додатків, що дозволяють користувачам поринути у віртуальне середовище, детально дослідити і зрозуміти елементи історичної та культурної спадщини.

У майбутньому очікується, що магнітні носії будуть відігравати ще більш важливу роль у створенні інтерактивних 3D експонатів. Це пов'язано з тим, що інтерактивні 3D експонати стають все більш складними і вимагають зберігання все більших обсягів даних. Магнітні носії пропонують високу ємність, швидкість передачі даних і надійність, що робить їх ідеальними для зберігання цих даних.

Ось кілька конкретних прикладів того, як магнітні носії можуть використовуватися в майбутньому для створення інтерактивних 3D експонатів:

Магнітні носії можуть використовуватися для зберігання цифрових моделей з високою роздільною здатністю, які забезпечать більш реалістичний вигляд інтерактивних 3D експонатів.

Магнітні носії можуть використовуватися для зберігання сценаріїв, які керують поведінкою інтерактивних 3D експонатів з більшою складністю.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ СТВОРЕННЯ 3D КОНТЕНТУ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНИХ МУЗЕЇВ

2.1. Аналіз реалістичності та деталізації інтерактивних експонатів

Реалістичність та деталізація інтерактивних експонатів є важливими факторами, які впливають на їхню ефективність. Реальні експонати можуть бути складними та дорогими в створенні, тому інтерактивні експонати можуть бути хорошим способом надати відвідувачам досвід, який є близьким до реального, але при цьому більш доступним.

Існує широкий спектр інтерактивних експонатів, які використовуються в музеях світу. Деякі з них є простими, наприклад, екрани з інформацією про об'єкти, а інші є більш складними, наприклад, віртуальні реальні моделі.

Реалістичність інтерактивного експоната визначається тим, наскільки він схожий на реальний об'єкт. Це залежить від кількох факторів, включаючи:

- Якість графіки: Графіка інтерактивного експоната повинна бути високої якості, щоб забезпечити реалістичний вигляд.
- Точність моделі: Модель інтерактивного експоната повинна бути точною копією реального об'єкта.
- Деталі: Інтерактивний експонат повинен включати багато деталей, щоб забезпечити реалістичний вигляд.

Деталізація інтерактивного експоната визначається тим, наскільки він містить інформації. Це залежить від кількох факторів, включаючи:

- Кількість інформації: Інтерактивний експонат повинен містити достатньо інформації, щоб бути інформативним.
- Якість інформації: Інформація, представлена в інтерактивному експонаті, повинна бути точна та актуальна.

– Доступність інформації: Інформація, представлена в інтерактивному експонаті, повинна бути легко доступною для відвідувачів [14].

Приклади інтерактивних експонатів

Ось кілька прикладів інтерактивних експонатів, які використовуються в музеях світу:

– Віртуальна реальність: Віртуальна реальність (VR) є технологією, яка дозволяє користувачам відчувати себе так, ніби вони знаходяться в іншому місці. VR-експонати часто використовуються в музеях, щоб надати відвідувачам досвід, який є близьким до реального, але при цьому більш доступним. Наприклад, VR-експозиція в музеї Метрополітен дозволяє відвідувачам прогулятися по вулицях Стародавнього Риму[2].

– Доповнена реальність: Доповнена реальність (AR) є технологією, яка дозволяє користувачам бачити цифровий вміст у реальному світі. AR-експонати часто використовуються в музеях, щоб надати відвідувачам додаткову інформацію про об'єкти. Наприклад, AR-експозиція в музеї науки дозволяє відвідувачам побачити внутрішній устрій скелета людини.

– Тачскрін-екрани: Тачскрін-екрани – це інтерактивні екрани, які користувачі можуть керувати за допомогою дотику. Тачскрін-екрани часто використовуються в музеях, щоб надати відвідувачам інформацію про об'єкти. Наприклад, тачскрін-екран в музеї історії може надати інформацію про певну історичну подію.

– Мультимедійна інсталяція: Мультимедійні інсталяції - це інтерактивні експонати, які використовують різні медіа, такі як звук, відео та інтерактивні елементи. Мультимедійні інсталяції часто використовуються в музеях, щоб створити захоплюючий та інформативний досвід для відвідувачів. Наприклад, мультимедійна інсталяція в музеї мистецтва може надати відвідувачам можливість побачити, як художник створював певну картину.

– Ігрові проекти

– Ігрові проекти також можуть бути використані для створення інтерактивних експонатів. Ігри часто використовують реалістичну графіку та

деталізацію, щоб створити захоплюючий досвід для гравців. Наприклад, гра "*The Last of Us*" має реалістичну графіку, яка дозволяє гравцям відчувати себе так, ніби вони знаходяться в постапокаліптичному світі[15].

2.2. Огляд технологій для створення 3D моделей

Порівняння різних програмних засобів для моделювання.

Порівняння різних програм для моделювання - це важливий аспект при виборі інструменту для конкретного завдання. Різні програми мають свої унікальні характеристики та переваги, які можуть впливати на результативність та зручність в роботі.

Blender – це відкрите та безкоштовне програмне забезпечення для 3D-моделювання, анімації та рендерингу. Він став популярним завдяки своїм розширеним можливостям та доступності для користувачів з різних галузей. Нижче подано більше інформації про Blender та його можливості:

- Моделювання. *Blender* пропонує різні методи моделювання, включаючи полігонів, субдівізійні поверхні, скелетне моделювання та інші. Його інтуїтивний інтерфейс дозволяє користувачам створювати складні 3D-моделі.
- Анімація. У *Blender* є потужні інструменти для створення анімацій, включаючи ключові кадри, скелетну анімацію та симуляції руху. Це дозволяє користувачам створювати живі та реалістичні анімації.
- Рендеринг. *Blender* має два потужні вбудовані двигуни рендерингу - *Cycles* та *Eevee*. Вони дозволяють створювати високоякісні візуальні ефекти та реалістичні зображення.
- Спільнота та розширення. Існує активна глобальна спільнота користувачів *Blender*, яка надає підтримку та допомогу. Розширення, такі як аддони, додають додатковий функціонал та можливості програмі.
- Кросплатформенність. *Blender* є кросплатформеним програмним забезпеченням, що працює на різних операційних системах, таких як Windows, macOS та Linux [16].

– Безкоштовність та відкритий код. *Blender* є повністю безкоштовним та розповсюджується під ліцензією *GNU General Public License (GPL)*, що дозволяє користувачам вільно використовувати, змінювати та розповсюджувати програму.

Blender є високоефективним інструментом для творчих завдань в галузі *3D*-графіки та відомий своєю гнучкістю, що робить його популярним серед професіоналів та початківців.

Autodesk Maya відзначається високою популярністю в індустрії відображення та анімації. Це потужне програмне забезпечення забезпечує високий рівень функціональності, що робить його ідеальним інструментом для професіоналів у галузі *3D*-моделювання та анімації.

Autodesk Maya володіє вражаючим набором інструментів для творчого моделювання та анімації об'єктів. Користувачі можуть створювати складні *3D*-моделі, використовуючи широкий спектр геометричних форм і текстур. Програма підтримує анімаційні техніки, такі як ключові кадри, скелетна анімація, часткова анімація, що відкриває безліч можливостей для створення реалістичних рухомих об'єктів.

Однією з ключових особливостей *Autodesk Maya* є велика кількість доступних плагінів. Це розширює функціональність програми та дозволяє користувачам впроваджувати нові інструменти і ефекти в їхню роботу. Завдяки цьому *Maya* може використовуватися для вирішення різноманітних завдань в галузі комп'ютерної графіки, від розробки ігор до створення візуальних ефектів у кіноіндустрії.

Велика спільнота користувачів *Autodesk Maya*, яка активно обмінюється досвідом та ресурсами, сприяє подальшому розвитку програми та допомагає новачкам швидко вивчати її можливості[17].

3ds Max є інструментом, який відзначається високою спрямованістю на конкретні завдання – моделювання та рендеринг для візуалізації. Основною його перевагою є велика потужність та зручність у створенні складних *3D*-моделей, особливо в контексті архітектурного та дизайнерського моделювання. Програма

володіє інтуїтивним інтерфейсом, що полегшує процес вивчення для новачків та дозволяє швидко реалізовувати творчі ідеї.

Легкість інтеграції з іншими продуктами *Autodesk*, такими як *AutoCAD* чи *Revit*, створює можливість безпроблемно обмінюватися даними та проектами між різними програмами.

Однак, слід відзначити, що використання *3ds Max* може вимагати відносно потужного обладнання, особливо при роботі з великими та складними сценами. Також, орієнтованість на візуалізацію може робити програму менш універсальною для інших сфер *3D*-модельовання..

Cinema 4D відзначається своєю спеціалізацією на створенні вражаючої *3D*-графіки та анімації. Програма пропонує розширені інструменти та можливості для роботи саме з цими типами контенту.

Легкість використання для початківців:

Однією з ключових переваг *Cinema 4D* є його дружній до початківців інтерфейс. Простий та логічний дизайн сприяє швидкому освоєнню програми новачками.

Можливості для створення ефектів:

Cinema 4D надає широкий спектр можливостей для створення різноманітних ефектів. Це включає в себе все від динамічних симуляцій до реалістичних освітлювальних ефектів.

Переваги:

Спеціалізація на *3D*-графіці робить *Cinema 4D* потужним інструментом для візуальних ефектів та анімації.

Легкий інтерфейс сприяє швидкому вивченню програми, особливо для новачків.

Різнноманітні можливості для творчості та створення різних ефектів.

Недоліки:

Залежність від обладнання: Деякі більш складні сцени можуть вимагати потужного обладнання для ефективної роботи.

Обмеження в області універсальності: Якщо ваші потреби виходять за межі 3D-графіки та анімації, *Cinema 4D* може бути менш універсальним вибором.

«*Unity* та *Unreal Engine*:»

- Ідеально підходять для інтерактивних та ігрових проєктів.
- Мають великий набір інструментів для взаємодії та оптимізації гри.
- Розширені можливості для роботи з анімацією та моделюванням.

Використання *Unity* та *Unreal Engine* в Проєктах Віртуальної Реальності (VR):

Unity є однією з найпопулярніших платформ для розробки VR-проєктів. Вона використовується для створення різноманітних додатків, від ігор до освітніх та тренувальних симуляторів. Наприклад:

Project: "Moss" (Polyarc):

Опис: Гра "*Moss*" використовує *Unity* для створення захоплюючого світу віртуальної реальності, де гравець контролює дрібного героя-мишка.

Особливості: Вражаюча графіка та використання віртуальної реальності для створення вражаючого ефекту присутності.

Unreal Engine також є потужним інструментом для розробки VR-проєктів, від ігор до архітектурної візуалізації. Приклад:

Project: "Epic's Showdown" (Epic Games):

"*Epic's Showdown*" є демонстрацією можливостей *Unreal Engine* для віртуальної реальності. Гравець опиняється в середині епічного бою, оточеного захоплюючою графікою та спецефектами[18].

Висока якість візуальних ефектів та реалістична анімація.

Дослідження в області VR:

"*The Impact of Virtual Reality on Learning*" (*Unity*):

Дослідження: Дослідження використовує *Unity* для створення освітніх сценаріїв у віртуальній реальності та вивчає вплив VR на процес навчання.

"*Unreal Engine for Virtual Reality Training Simulations*" (*Unreal Engine*):

Дослідження: Розглядається використання *Unreal Engine* для розробки тренувальних симуляторів у віртуальній реальності для промислових потреб.

Подібні Проекти:

"*Google Earth VR*" (*Unity*):

Опис: Використання *Unity* для створення іммерсивного досвіду подорожі у віртуальному просторі з використанням картографічних даних *Google Earth*.

"*Robo Recall*" (*Unreal Engine*):

Опис: Гра "*Robo Recall*" використовує *Unreal Engine* для створення захоплюючого ігрового світу, де гравець зіткнеться з роботами та використовує величезний арсенал для їх знищення.

Обидві платформи, *Unity* та *Unreal Engine*, активно використовуються у дослідженнях та реалізації проектів в області віртуальної реальності, забезпечуючи високу якість графіки та широкий функціонал для розробників.

Під час вибору програмного забезпечення важливо враховувати конкретні потреби та вимоги проекту, а також особисті уподобання та рівень навичок користувача [19].

2.3. Методи створення інтерактивних експонатів

Взаємодія користувача з 3D-об'єктами може відбуватися всіма методами:

Методи введення можуть включати:

Мишу та Клавіатуру: Класичний метод введення, де користувач може обертати, зумити та переміщати об'єкти за допомогою миші та клавіатури.

Сенсорні екрани: на сенсорних екранах користувач може взаємодіяти з об'єктами за допомогою жестів, масштабування та перетягування.

Віртуальна Реальність (VR): У VR взаємодія розвивається через контролери, жести гравця та рухи голови.

– Жестове Управління: Використання відстеження жестів для маніпулювання об'єктами.

– Голосове Управління: Команди, вказані голосом, можуть взаємодіяти з 3D-об'єктами.

– Інтерактивні об'єкти: користувач може взаємодіяти з об'єктами шляхом натискання та перетягування.

- Керування Жестами: Використання рухів рук та пальців для взаємодії з об'єктами.
- Мозкове Управління: Взаємодія, використовуючи інтерфейс мозку-комп'ютер.

Керування мишею – це найпростіший і найпоширеніший метод взаємодії з 3D-об'єктами. Використовуючи мишу, можна переміщати об'єкти, масштабувати їх і повертати їх.

Щоб перемістити об'єкт, просто натисніть і утримуйте кнопку миші, а потім перемістіть курсор миші в потрібному напрямку. Об'єкт буде переміщатися в тому ж напрямку, що і курсор миші.

Щоб масштабувати об'єкт, натисніть і утримуйте кнопку миші, а потім перемістіть колесо прокрутки миші вгору або вниз. Об'єкт буде масштабуватися в тому ж напрямку, що і рух колеса прокрутки миші.

Щоб повернути об'єкт, натисніть і утримуйте праву кнопку миші, а потім перемістіть курсор миші в потрібному напрямку. Об'єкт буде обертатися навколо точки, в якій знаходиться курсор миші [20].

Крім миші, можна використовувати клавіатуру для взаємодії з 3D-об'єктами. Деякі з найпоширеніших комбінацій клавіш для взаємодії з 3D-об'єктами включають:

Клавіші стрілок: перемістіть об'єкт в напрямку, що відповідає напрямку стрілки.

Клавіша *Page Up*: перемістіть об'єкт вперед.

Клавіша *Page Down*: перемістіть об'єкт назад.

Масштабування об'єктів:

Клавіша *Page Up*: збільшити об'єкт.

Клавіша *Page Down*: зменшити об'єкт.

Обертання об'єктів:

Клавіша *Q*: повернути об'єкт вліво.

Клавіша *W*: повернути об'єкт вперед.

Клавіша *E*: повернути об'єкт вправо.

Клавіша *A*: повернути об'єкт назад.

Клавіша *S*: повернути об'єкт вниз.

Клавіша *D*: повернути об'єкт вгору.

Інтерактивні елементи – це елементи, які дозволяють користувачам взаємодіяти з 3D-об'єктами. Деякі з найпоширеніших типів інтерактивних елементів включають:

- Кнопки: кнопки дозволяють користувачам запускати сценарії або виконувати інші дії.

- Текстові поля: текстові поля дозволяють користувачам вводити текст.

- Спискові поля: списки дозволяють користувачам вибирати з набору значень.

- Перемикачі: перемикачі дозволяють користувачам включати або вимикати функції.

3D-середовища повинні бути доступними для користувачів з обмеженими можливостями. Це означає, що вони повинні мати можливість взаємодіяти з об'єктами за допомогою клавіатури, трекпада або іншого альтернативного введення [21].



Рис.2.1. Приклад реалістичної графіки в сучасних іграх (*The Last of Us Part II*)

Висновок до розділу

Реалістичність та деталізація є ключовими характеристиками інтерактивних експонатів, що демонструють їх ефективність у створеному досвіді, наближеному до реального.

Існує комплекс інтерактивних технологій для створення музейних експонатів – від простих інформаційних екранів до складних систем віртуальної та доповненої реальності.

Прикладами передових інтерактивних експонатів з високим рівнем реалістичності та деталізації є *VR*-тури, *AR*-нашарування, мультимедійні інсталяції та сучасні ігрові проекти.

Технології інтерактивних експонатів продовжують стрімко розвиватися, розширюючи можливості музеїв у створенні захоплюючого та пізнавального досвіду для відвідувачів.

Було проведено порівняння чотирьох програм для *3D*-моделювання: *Blender*, *Autodesk Maya*, *3ds Max* та *Cinema 4D*.

Кожна з програм має свої унікальні характеристики та переваги, які роблять її придатною для різних завдань і користувачів.

Вибір програми для *3D*-моделювання залежить від конкретних потреб користувача. Розробник кваліфікаційної роботи вважає, що *Blender* є хорошим вибором для початківців та студентів, які хочуть вивчити основи *3D*-моделювання. *Autodesk Maya* є хорошим вибором для професіоналів, які працюють над складними проектами в галузі візуальних ефектів або архітектури. *3ds Max* також є хорошим вибором для професіоналів, які працюють над архітектурними та дизайнерськими проектами. *Cinema 4D* є хорошим вибором для користувачів, які хочуть створювати реалістичні ефекти та анімації.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.1. Способи створення VR контенту

3D-сканування: 3D-сканер використовується для створення цифрової моделі об'єкта або місця. Ця модель потім може використовуватися для створення VR-сцени.

Фотограмметрія: Фотограмметрія – це метод створення 3D-моделі об'єкта або місця за допомогою серії фотографій. Ця модель потім може використовуватися для створення VR-сцени.

3D-моделювання: 3D-модель може бути створена вручну за допомогою 3D-моделювання. Ця модель потім може використовуватися для створення VR-сцени.

Програми для створення VR контенту

Для створення VR контенту існує безліч програм, зокрема:

Unity – це популярна платформа для створення VR-ігор та додатків.

Unreal Engine 5 – це потужна платформа для створення VR-ігор та додатків. Вона пропонує широкий спектр інструментів та можливостей, які дозволяють створювати високоякісні та реалістичні VR-сцени.

Щоб створити VR проект в *Unreal Engine 5*, потрібно дотриматися наступних рекомендацій:

- ПК з високопродуктивними характеристиками: VR-ігри та додатки вимагають потужного ПК, щоб забезпечити плавне відтворення.
- VR-гарнітура: VR-гарнітура дозволить взаємодіяти з VR-сценою.
- Контролери VR: Контролери VR дозволять взаємодіяти з об'єктами в VR-сцені.

Створення нового проекту

Щоб створити новий VR проект в *Unreal Engine 5*, потрібно виконати наступні дії:

1. Запустити *Unreal Engine 5*.
2. Вибрати *File > New Project*.
3. Вибрати *VR* як тип проекту.
4. Введіть назву проекту та виберіть папку, в якій він буде зберігатися.
5. Натисніть *Create*.

Налаштування проекту

Після створення проекту необхідно виконати деякі налаштування, щоб підготувати його до створення *VR*-сцени.

1. Вибрати *Edit > Project Settings*.
2. У розділі *Engine* вибрати *Rendering*.
3. У розділі *VR* встановити *Enable VR* на *Yes*.
4. У розділі *HMD* вибрати *VR*-гарнітуру, яка використовується.
5. Натисніть *Save*.

Створення *VR*-сцени

Тепер можемо приступити до створення *VR*-сцени. *VR*-сцена може містити будь-які об'єкти та елементи, які потрібно.

Для створення об'єктів можна використовувати *3D*-сканер, фотограмметрію або *3D*-модельовання. Також можна використовувати готові *3D*-моделі.

Щоб розмістити об'єкти в *VR*-сцені, потрібно використати інструмент *Place Actors*.

Щоб налаштувати об'єкти в *VR*-сцені, можна використовувати різні інструменти, такі як *Transform*, *Scale* та *Rotation*.

Створення інтерактивності

Щоб зробити *VR*-сцену інтерактивною, можна додати в неї елементи керування. Елементи керування можуть бути використані для взаємодії з об'єктами в *VR*-сцені.

Для створення елементів керування можна використовувати інструмент *Blueprints*.

Після того, як створено *VR*-сцену, потрібно скомпілювати та запустити *VR*-проект.

Щоб скомпілювати *VR*-проект, вибрано *File > Build*.

Щоб запустити *VR*-проект, вибрано *Play*.

Приклад створення *VR*-туру по історичній пам'ятці

Ось приклад створення *VR*-туру по історичній пам'ятці в *Unreal Engine 5*:

1. Створено новий проект *VR*.
2. Налаштовано проект для використання *VR*-гарнітури.
3. Створено *3D*-модель історичної пам'ятки.
4. Розміщено *3D*-модель в *VR*-сцені.
5. Додано елементи керування, щоб користувачі могли взаємодіяти з *3D*-моделлю.
6. Наприклад, можна додати елемент керування, який дозволить користувачам обертати *3D*-модель.
7. Компілюйте та запускайте *VR*-проект.
8. *VR* має потенціал для того, щоб зробити вивчення історичної спадщини більш доступним, інформативним і захоплюючим. *VR* може використовуватися для:

Створення інтерактивних турів по історичних пам'ятках: *VR*-тури можуть дозволити людям відвідати історичні місця, не виходячи з дому. Це може бути особливо корисно для людей, які не можуть подорожувати або для людей, які проживають у віддалених районах.

Відтворення стародавніх місць та об'єктів: *VR* може використовуватися для відтворення стародавніх місць та об'єктів, які були втрачені або пошкоджені. Це може допомогти людям зрозуміти історію та культуру цих місць та об'єктів[4].

Навчання про історію та культуру: *VR* може використовуватися для створення освітніх ресурсів про історію та культуру. Це може допомогти людям вивчити історію та культуру більш ефективно та цікаво.

Приклади використання *VR* у збереженні історичної спадщини.

Музей історії Нюрнберга: Музей історії Нюрнберга створив VR-тур по історичному центру міста. Тур дозволяє користувачам побачити, як виглядало місто до Другої світової війни.

Музей Єгипту: Музей Єгипту створив VR-тур по гробниці Тутанхамона. Тур дозволяє користувачам побачити гробницю всередині і дізнатися більше про її історію.

Афінський акрополь: Афінський акрополь створив VR-тур по історичному комплексу. Тур дозволяє користувачам побачити акрополь в його первозданному вигляді.

Перспективи використання VR у збереженні історичної спадщини

VR є відносно новою технологією, але вона швидко розвивається. У майбутньому очікується, що VR буде використовуватися все ширше в збереженні історичної спадщини. VR може допомогти зробити вивчення історії та культури більш доступним, інформативним і захоплюючим для людей у всьому світі.

Існують різні типи віртуальної реальності. Технології VR з ефектом повного занурення створюють правдоподібну симуляцію віртуального світу з високим рівнем деталізації. Для їх використання потрібен потужний комп'ютер та спеціальне обладнання для забезпечення ефекту занурення. Технології VR без занурення використовуються для симуляцій з відображенням на екран, але вони не забезпечують повного занурення.

Також існують технології VR (рис 3.1.) зі спільною інфраструктурою, наприклад, *Second Life* або *Minecraft*, які створюють тривимірні віртуальні світи з елементами соціальної мережі. Ці світи не забезпечують повного занурення, але надають добре організовану взаємодію з іншими користувачами.

Віртуальні світи також застосовуються не лише в ігровій індустрії. Платформи, як *3D Immersive Collaboration*, дозволяють організовувати робочі та навчальні 3D-простори з «ефектом присутності» [21].



Рис.3.1. Використання VR технологій при створенні нових 3д моделей

Забезпечення повного занурення і, одночасно, взаємодії користувачів в віртуальності є одним з важливих напрямків розвитку VR. VR на базі інтернет-технологій. До них відноситься перш за все мова *Virtual Reality Markup Language*, аналогічний HTML. Зараз ця технологія вважається застарілою, але, не виключено, в майбутньому віртуальна реальність буде створюватися в тому числі — з використанням інтернет-технологій.[22]

3.2. Визначити методи створення, 3д моделей, їх реалізацій

Існує декілька методів створення 3D-моделей, кожен з яких має свої особливості та реалізаційні підходи. Ось деякі з найпоширеніших методів:

1. Моделювання з використанням полігонів (рис 3.2.) - це найпростіший і найпоширеніший метод створення 3D-моделей. Він використовує мережу полігонів, таких як трикутники або чотирикутники, для створення об'єкта. Полігони можна створювати, редагувати та маніпулювати, щоб сформувати бажану форму. Моделювання може відбуватися в спеціалізованих програмах, таких як *Autodesk Maya*, *Blender* або *3ds Max*, де можна створювати, редагувати та маніпулювати полігонами, щоб сформувати бажану форму об'єкта.

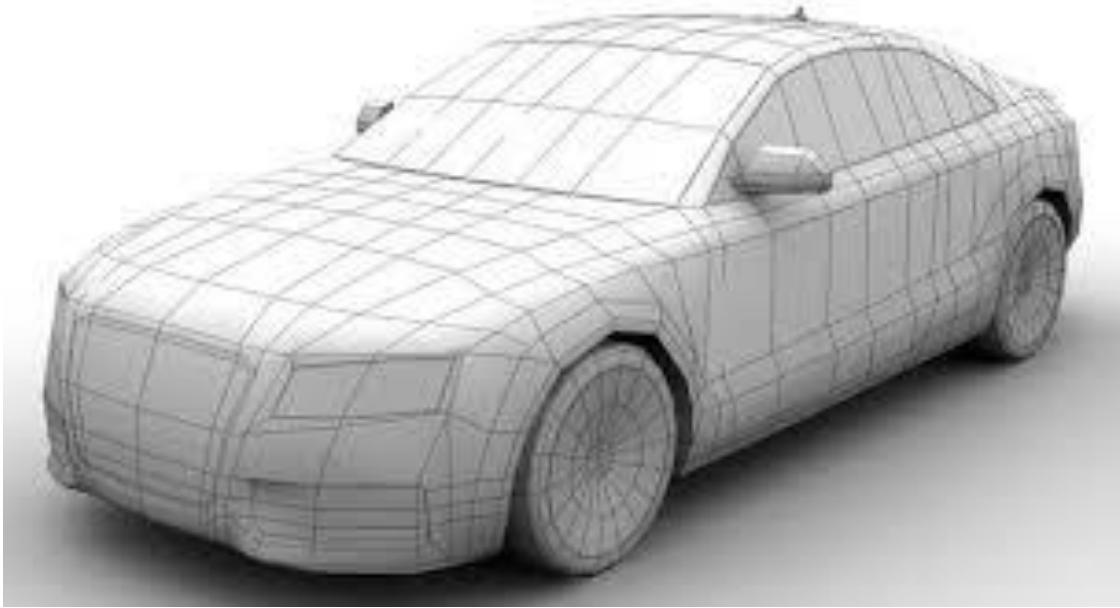


Рис.3.2. Приклад полігонального моделювання

2. Скульптинг - це метод, який дозволяє художникам створювати 3D-об'єкти, застосовуючи різні інструменти (рис 3.3.), щоб "вирізати" або "скульптувати" форму з блоку матеріалу. Цей метод дозволяє створювати дуже реалістичні та деталізовані моделі, але він може бути трудомістким і вимагати певних навичок. Програми, такі як *ZBrush* або *Mudbox*, надають широкі можливості для скульптування деталей, додавання текстур та створення комплексних форм.



Рис.3.3. Приклад скульптингу

3. Моделювання з використанням кривих – це метод, який використовує математичні криві для створення 3D-форм. Цей метод дозволяє створювати плавні та складні форми, які важко або неможливо створити за допомогою полігонального моделювання. В програмах, таких як *Autodesk Alias* або *Rhinoceros*, можливо створювати складні криві форми (рис 3.4.), які потім можуть бути згладжені та перетворені у поверхні [23].

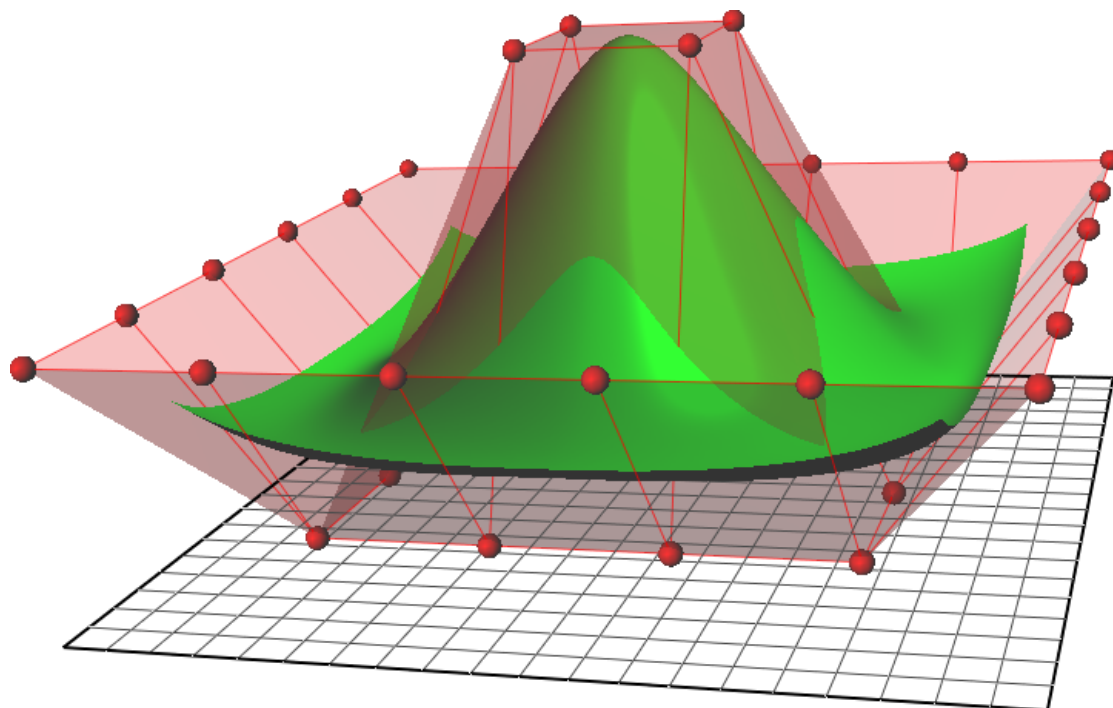


Рис. 3.4. Приклад моделювання кривими

4. Моделювання з використанням фотограмметрії - це метод, який використовує фотографії об'єкта з різних кутів для створення 3D-моделі. Цей метод дозволяє створювати дуже точні моделі (рис 3.5.), які можуть бути використані для різних цілей, таких як архітектурне моделювання, відновлення історичних пам'яток та створення віртуальних турів. Завдяки спеціальним програмам, таким як *RealityCapture* або *Agisoft Metashape*, фотографії обробляються та аналізуються, а потім формується точна 3D-модель.



Рис. 3.5. Приклад фотогеометрії

5. Моделювання з використанням *CAD*-програм - це метод, який використовується для створення точних технічних *3D*-моделей (рис 3.6.), що використовуються в інженерії та дизайні. Програми *CAD* дозволяють створювати геометрично точні об'єкти, враховуючи розміри, масштаби та інші технічні параметри. Програми *CAD*, такі як *AutoCAD*, *SolidWorks* або *CATIA*, дозволяють створювати геометрично точні об'єкти, враховуючи розміри, масштаби та інші технічні параметри.

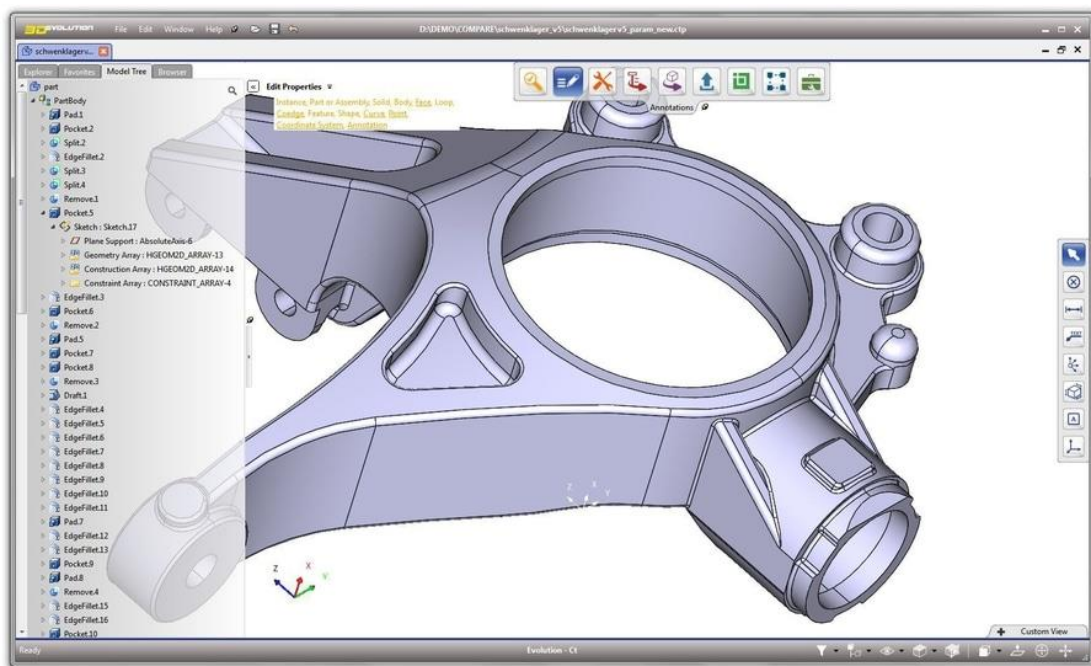


Рис. 3.6. Приклад *CAD* моделювання

При виборі методу створення 3D-моделі необхідно враховувати такі фактори:

Деталі та складність моделі: деякі методи, такі як скульптування та фотограмметрія, дозволяють створювати дуже деталізовані моделі, тоді як інші, такі як полігональне моделювання, можуть бути більш ефективними для створення простих моделей.

Час і зусилля: деякі методи, такі як полігональне моделювання, можуть бути відносно швидкими та простими для освоєння, тоді як інші, такі як скульптування, можуть бути більш трудомісткими та вимагати певних навичок.

Цільове використання: деякі методи, такі як моделювання з використанням CAD-програм, призначені для створення точних технічних моделей, тоді як інші, такі як моделювання з використанням фотограмметрії, можуть бути більш ефективними для створення реалістичних моделей для розваг або освіти.

SketchUp - це програмне забезпечення для 3D-моделювання, яке має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що робить його популярним в середовищі архітекторів та дизайнерів. Цей програмний засіб дозволяє створювати фасади історичних будівель, використовуючи різні інструменти, такі як "*Push/Pull*" для тягнення та втягування геометрії, "*Follow Me*" для створення складних форм і "*Paint Bucket*" для додавання текстур та матеріалів. *SketchUp* також має розширення, що розширюють його можливості, такі як *SketchUp Pro* з додатковими інструментами моделювання та візуалізації.

2. *3Ds Max* - це потужне програмне забезпечення для 3D-моделювання та візуалізації, яке широко використовується в різних галузях, включаючи архітектуру. У *3Ds Max* можна створювати детальні фасади історичних комплексів, використовуючи набір інструментів для моделювання, редагування полігонів, створення текстур, освітлення та рендерингу. Програма надає доступ до широкого спектру моделювання, включаючи витягування, розтягування, згинання, заокруглення та багато інших операцій. Крім того, *3ds Max* має

можливості імпорту та експорту моделей з інших програм, що полегшує співпрацю з іншими художниками та дизайнерами.

3. *Blender* - це безкоштовне та відкрите програмне забезпечення для 3D-моделювання, анімації та візуалізації. Він має широкі можливості для створення фасадів історичних комплексів, включаючи інструменти моделювання, текстурювання, освітлення та рендерингу. *Blender* має потужну систему моделювання з використанням полігонів, яка дозволяє створювати складні форми та деталі. Він також підтримує імпорт та експорт моделей у різних форматах, що дозволяє працювати з іншими програмами. Ще одним перевагою *Blender* є активна спільнота користувачів, яка надає багато навчальних матеріалів, підручників та плагінів для розширення функціональності програми.

3.3. Розробка віртуального музею магнітного запису НДІ електромеханічних приладів

Опис структури та функціоналу віртуального музею.

Віртуальний музей магнітного запису НДІ електромеханічних приладів може бути структурований таким чином:

Головна сторінка. На головній сторінці розміщується основна інформація про музей, а також посилання на інші розділи.

Історія магнітного запису. У цьому розділі розповідається про історію розвитку магнітного запису, від його винайдення до сучасних технологій.

Музейна колекція. У цьому розділі розміщуються експонати музею, які розповідають про історію та розвиток магнітного запису.

Науково-технічний центр. У цьому розділі розміщується інформація про наукові дослідження та розробки в галузі магнітного запису, які проводяться в НДІ електромеханічних приладів.

Освітня програма. У цьому розділі розміщується інформація про освітні програми, які проводяться в музеї.

Функціонал віртуального музею магнітного запису НДІ електромеханічних приладів

Віртуальний музей магнітного запису повинен мати наступний функціонал:

Віртуальні екскурсії. Відвідувачі музею повинні мати можливість здійснити віртуальні екскурсії по музею, щоб ознайомитися з експонатами та дізнатися більше про історію та розвиток магнітного запису.

Інтерактивні елементи. Віртуальний музей повинен містити інтерактивні елементи, які дозволять відвідувачам дізнатися більше про експонати та процеси, пов'язані з магнітним записом.

Мультимедіа контент. Віртуальний музей повинен містити мультимедійний контент, такий як відео, фото та аудіо, який допоможе відвідувачам краще зрозуміти історію та розвиток магнітного запису.

Приклади інтерактивних елементів

Ось кілька прикладів інтерактивних елементів, які можна використовувати у віртуальному музеї магнітного запису:

Фільми та відео про історію та розвиток магнітного запису.

3D-моделі магнітофонів, касет і інших пристроїв для магнітного запису.

Інтерактивні стенди, які дозволяють відвідувачам дізнатися більше про принципи роботи магнітних записувальних пристроїв.

Гри та завдання, які допоможуть відвідувачам краще зрозуміти історію та розвиток магнітного запису.

Застосування віртуального музею магнітного запису

Віртуальний музей магнітного запису може використовуватися для наступних цілей:

Віртуальний музей магнітного запису може стати важливим ресурсом для всіх, хто цікавиться історією та розвитком цієї технології. Він може допомогти популяризувати магнітний запис, підвищити рівень освіти населення про цю технологію та сприяти науковим дослідженням і розробкам.

3.4. Процес розробки інтерактивних експонатів.

Інтерактивні експонати віртуального музею магнітного запису повинні бути розроблені таким чином, щоб вони були:

Інформативними. Вони повинні надавати відвідувачам точну та актуальну інформацію про експонати та процеси, пов'язані з магнітним записом.

Захопливими. Вони повинні бути цікавими та захоплюючими для відвідувачів, щоб вони могли дізнатися більше про магнітний запис у цікавій і пізнавальній формі.

Доступними. Вони повинні бути доступні для відвідувачів різного віку та рівня підготовки.

Типи інтерактивних експонатів

Інтерактивні експонати віртуального музею магнітного запису можна розділити на кілька типів:

Віртуальні екскурсії. Віртуальні екскурсії дозволяють відвідувачам здійснити віртуальні подорожі по музею, щоб ознайомитися з експонатами та дізнатися більше про історію та розвиток магнітного запису. Віртуальні екскурсії можуть бути створені за допомогою таких технологій, як панорамна фотографія, 3D-графіка та віртуальна реальність.

Інтерактивні стенди. Інтерактивні стенди дозволяють відвідувачам дізнатися більше про принципи роботи магнітних записувальних пристроїв. Інтерактивні стенди можуть містити такі елементи, як інтерактивні моделі, діаграми та тести.

Розробка інтерфейсу. На цьому етапі необхідно розробити інтерфейс експоната, який буде простим у використанні та зрозумілим для цільової аудиторії.

Відбір контенту. На цьому етапі необхідно відібрати контент, який буде використовуватися в експонаті.

Тестування. На цьому етапі необхідно протестувати експонат, щоб переконатися, що він відповідає поставленим цілям і працює коректно.

Інтерактивний стенд про принципи роботи магнітного запису. Відвідувачі зможуть дізнатися більше про принципи роботи магнітних записувальних пристроїв, взаємодіючи з інтерактивною моделлю. Модель може відображати різні етапи процесу магнітного запису, а також дозволяти відвідувачам експериментувати з різними параметрами запису.

Етап 1. Моделювання

Перший етап створення 3D моделі магнітофона "Маяк стерео Юпитер 202" в *Blender* - це моделювання. На цьому етапі ми створюємо базову форму моделі, а також додаємо всі необхідні деталі.

Для початку потрібно знайти якісні фотографії або технічні креслення магнітофона. Це допоможе точно відтворити його форму і розміри.

Для отримання таких зображень було проведено дослідження безпосередньо в стінах музею, зроблено всі необхідні зображення експонатів з різних ракурсів.

Таким чином було отримано всі необхідні матеріали, але слід також зазначити що під час роботи їх може бути не достатньо, тому також варто звернути увагу на відкриті джерела.



Рис. 3.7. Підготовка референсів

Для моделювання базової форми магнітофона "Маяк стерео Юпитер 202" було використано такі інструменти, як:

Прямокутні призми - для створення корпусу магнітофона.

Циліндри - для створення головки запису, головки відтворення, ручки і кнопок.

Торуси - для створення динаміка.


Для того, щоб точно відтворити розміри магнітофона, було використано інструмент лінійка.

Наприклад, для того, щоб змоделювати корпус магнітофона, було створено прямокутну призму з розмірами 300x200x100 пікселів. Потім було використано модифікатор *Scale*, щоб масштабувати призму до потрібного розміру.

Для того, щоб створити головку запису, було додано циліндр з розмірами 50x50x10 пікселів. Потім було застосовано модифікатор *Bevel*, щоб створити згладжені краї.

Таблиця 3.1

Інструменти моделювання

Інструмент	<i>Toolbar</i>	Принцип роботи	<i>Shortcut</i>
<p><i>Extrude</i> — дозволяє створювати нові грані, ребра і вершини, витягуючи їх уздовж нормалей, або уздовж індивідуальних нормалей обраних елементів.</p>		<p>Необхідно вибрати вершини/грані/ребра, які потрібно видавити, та виконати команду <i>Extrude</i>, перетягнувши вибрані елементи, щоб витягнути їх уздовж заданого напрямку. В меню <i>Extrude Region and Move</i>, що з'явиться в лівому кутку екрану можна провести необхідні налаштування.</p>	<p>Клавіша "E" + <i>перетягування</i>. При почерговому натисканні "E" + "X"/"Y"/"Z" витягування відбувається вздовж обраної осі.</p>




<p><i>Inset</i> — додає внутрішню грань до обраних граней.</p>		<p>Необхідно обрати потрібні грані та виконати команду <i>Inset</i>. В меню <i>Inset Faces</i>, що з'явиться в лівому кутку екрану можна провести необхідні налаштування.</p>	<p>Клавіша “I” + <i>перетягування</i>.</p>
<p><i>Bevel</i> — додає скруглення або фаску до обраних ребер чи граней.</p>		<p>Необхідно обрати ребра або грані, які потрібно скруглити, та виконати команду <i>Bevel</i>. В меню <i>Bevel</i>, що з'явиться в лівому кутку екрану можна провести необхідні налаштування.</p>	<p><i>Ctrl</i> + “B” + <i>перетягування</i>. Для додавання нових сегментів, необхідно прокрутити коліщатко миші.</p>
<p><i>Loop Cut</i> — одає нові ребра паралельно до обраних ребер, що дозволяє розділяти грані або створювати нові рівні петлі в моделі.</p>		<p>Необхідно обрати потрібні грані та виконати команду <i>Loop Cut</i>. В меню <i>Loop Cut and Slide</i>, що з'явиться в лівому кутку екрану можна провести необхідні налаштування.</p>	<p><i>Ctrl</i> + “R” + <i>перетягування</i>. Прокручування коліщатка миші дозволяє додати необхідну кількість сегментів.</p>



Рис. 3.8. Створення основної форми

При розгортанні меню модифікаторів, можна помітити що всі модифікатори поділені на 4 категорії: Модифікування(*Modify*), Генерування(*Generate*), Деформування(*Deform*) та Фізика(*Physics*).

Після того, як було створено базову форму магнітофона, розпочався процес додавання деталей. Для цього використано такі інструменти, як:

Поверхні - для створення плоских деталей, таких як лицьова панель і задня панель магнітофона.

Модифікатор “*Subdivision Surface*” дозволяє створювати гладкі поверхні під час моделювання простих мешів з невеликою кількістю вершин.

Таблиця 3.2.

Типи модифікаторів

Категорія	Функція
<i>Modify</i>	Модифікатори цієї групи не змінюють безпосередньо геометрію об'єкта, проте вони можуть впливати на інші аспекти об'єкта, такі як групи вершин або інші дані. Наприклад, деякі модифікатори можуть використовувати групи вершин для контролю окремих частин об'єкта, щоб змінювати їх параметри окремо від решти моделі.
<i>Generate</i>	Модифікатори цієї групи можуть змінювати загальний вигляд об'єкта або додавати нову геометрію до нього. Наприклад, деякі модифікатори можуть створювати гладкі поверхні, додавати підрозділення, видалення частини мережі або об'єднувати різні об'єкти.
<i>Deform</i>	Модифікатори цієї групи змінюють форму об'єкта без зміни його топології. Вони дозволяють перекручувати, зміщувати або інакше трансформувати геометрію об'єкта без створення нових вершин, ребер і граней. Наприклад, модифікатор " <i>Armature</i> " дозволяє контролювати форму об'єкта за допомогою скелета.
<i>Physics</i>	Модифікатори цієї групи представляють симуляцію фізики. Вони переважно автоматично додаються до стеку модифікаторів, коли включається система частинок або фізична симуляція. Зазвичай вони не мають атрибутів і керуються параметрами, що викладені в окремих розділах властивостей.

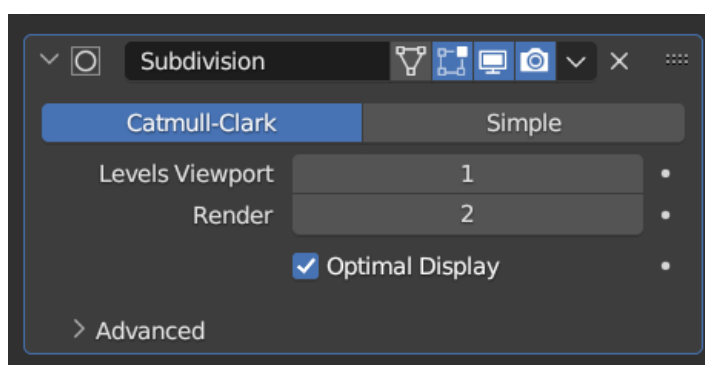


Рис. 3.9. Налаштування модифікатора “*Subdivision Surface*”

– Метод Кетмула-Кларка (*Catmull-Clark*) підрозділяє та згладжує поверхні, створюючи більш приємний вигляд мешу.

- Метод Simple підрозділяє поверхні, проте часто не забезпечує згладжування. Він працює як і оператор *Subdivide* у *Edit Mode*.

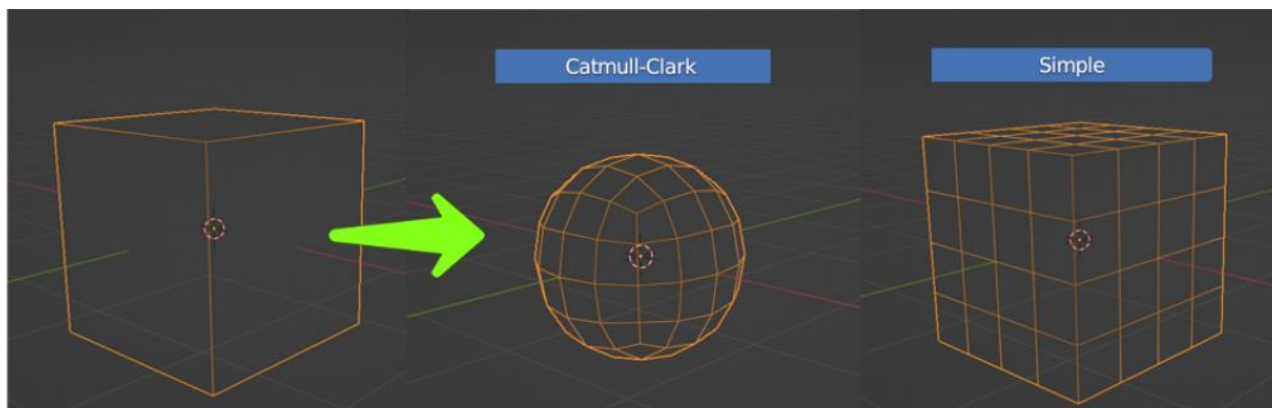
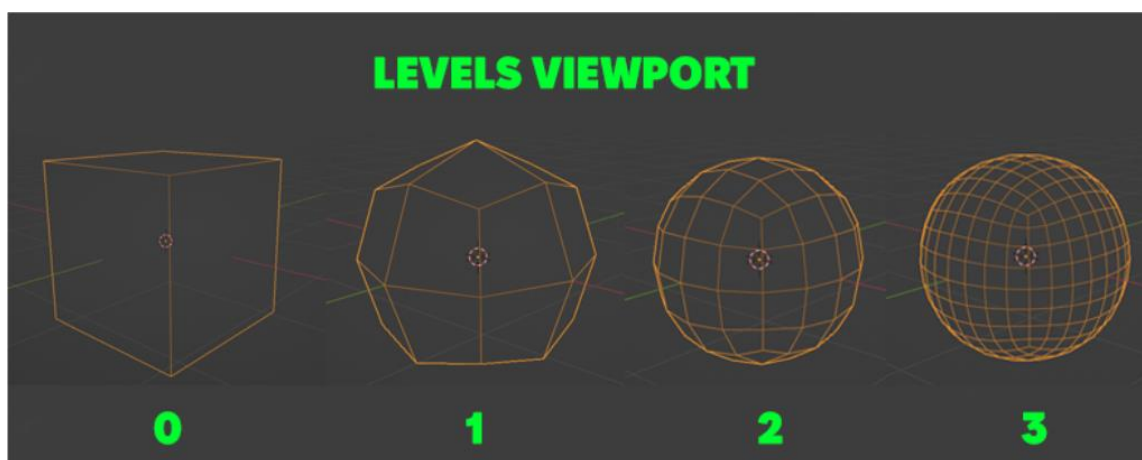


Рис. 3.10. Принципи роботи модифікатора

- *Levels Viewport* дозволяє встановити кількість рівнів підрозділення (скільки разів модифікатор буде застосовано). Зазвичай використовуються значення від 0 до 3.



Рси. 3.11. Різниця в налаштуваннях

- *Levels Render* кількість рівнів підрозділення, що будуть відображені при рендері.

Лінії - для створення тонких деталей, таких як ручки і кнопки.

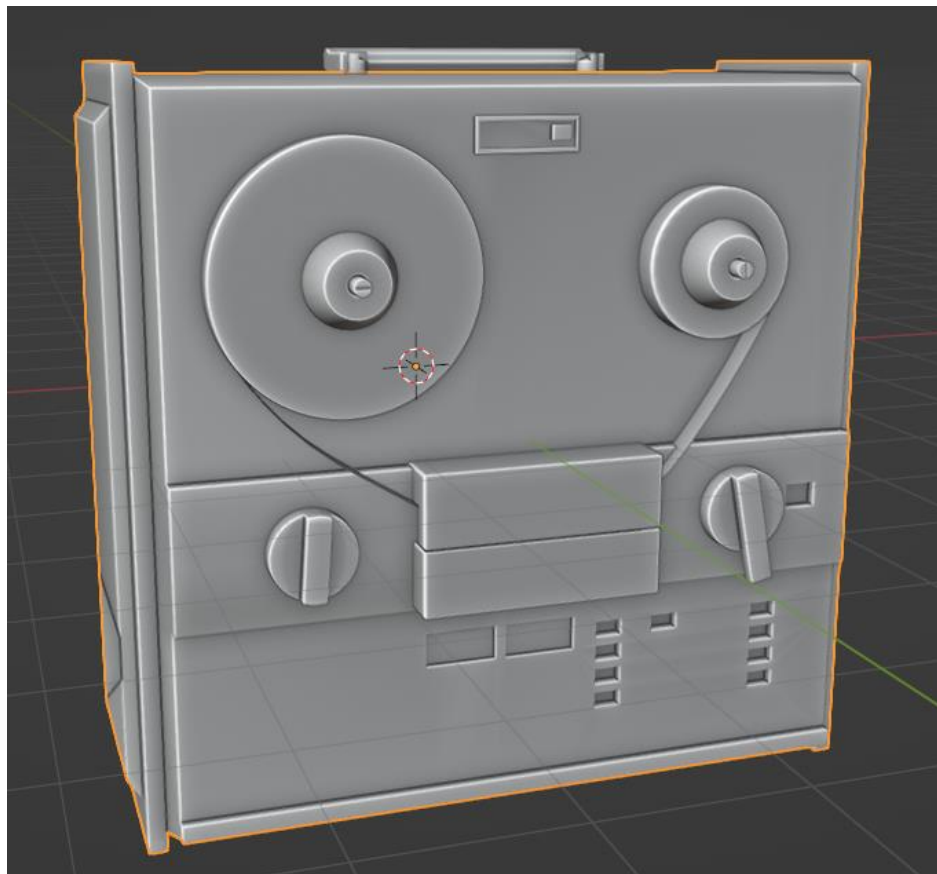


Рис.3.12. Створення тонких деталей, таких як ручки і кнопки

Етап 2. Текстуриг

Текстури - для створення текстур, які будуть визначати зовнішній вигляд деталей.

Наприклад, для того, щоб створити лицьову панель магнітофона, потрібно створити поверхню з розмірами 300x200 пікселів. Потім було застосовано модифікатор *Subdivision Surface*, щоб створити більш гладку поверхню.

Для того, щоб створити ручки і кнопки, використано лінії. Потім було підключено модифікатор *Bevel*, щоб створити згладжені краї.

Завершення моделювання

Після того, як були додані всі необхідні деталі, потрібно завершити моделювання. Для цього було використано такі інструменти, як:

Методологія роздільних об'єктів - для створення окремих об'єктів для кожної деталі магнітофона. Це може зробити модель більш керованою та легкою для редагування.

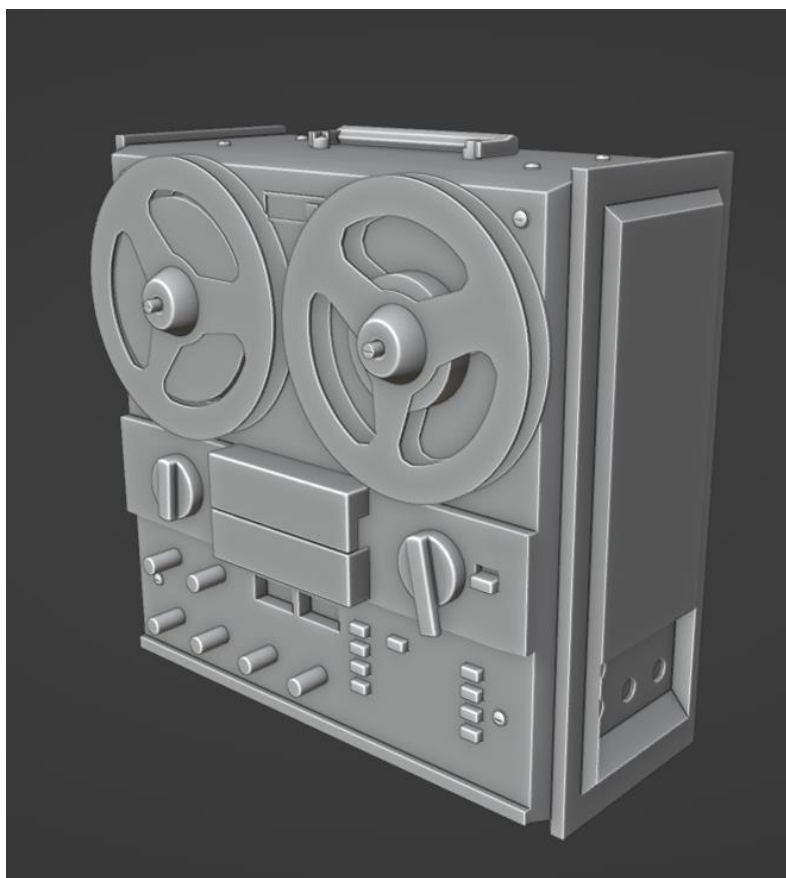


Рис. 3.13. Завершення моделювання

Методологія полігональної сітки - для створення полігональної сітки з високою деталізацією. Це може зробити модель більш реалістичною.

Висновок

Створення 3D моделі магнітофона "Маяк стерео юпитер 202" в *Blender* - це складний процес, який вимагає певних навичок і знань. Було проведено роботу з пошуком необхідних референсних матеріалів, а також створено 3D модель з використанням вище вказаних інструментів.

UV-розгортка - це процес розгортання поверхні тривимірної моделі на площину. Це дозволяє художникам створювати текстури, які можна накладати на модель, щоб надати їй реалістичний зовнішній вигляд.

Існує два основних типи *UV*-розгортки: ручна та автоматична.

Ручна *UV*-розгортка є більш трудомістким процесом, але дозволяє більш точно контролювати результат. Художник використовує *3D*-моделювання програмне забезпечення, щоб вручну розмістити вершини моделі на площині.

Автоматична *UV*-розгортка є більш швидким і простим процесом, але вона може призвести до менш реалістичних результатів. *3D*-моделювання програмне забезпечення використовує алгоритми для автоматичного розміщення вершин моделі на площині.

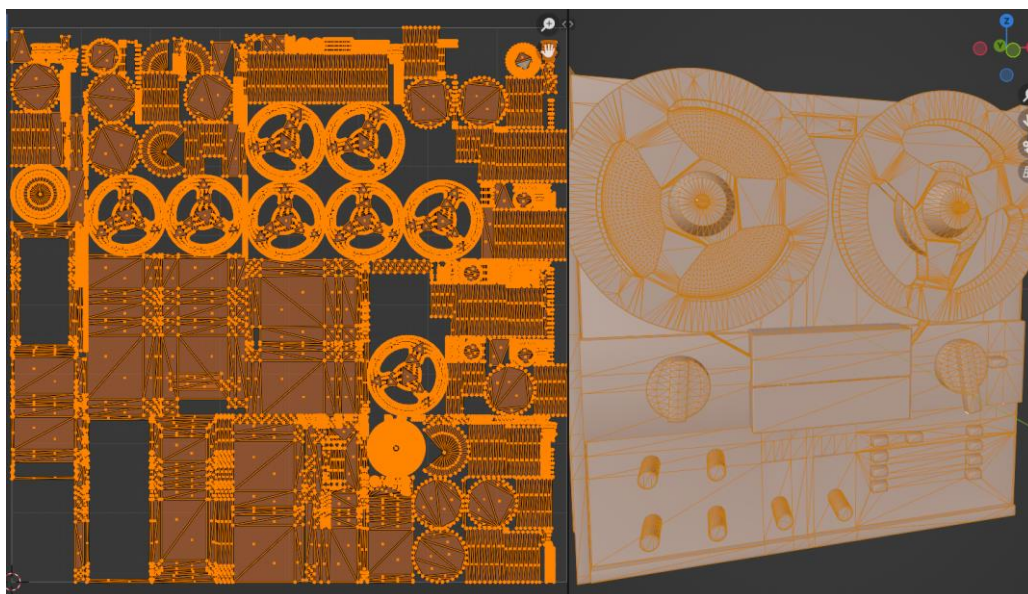


Рис. 3.14. Створення *UV*-розгортки

При *UV*-розгортці слід враховувати такі фактори:

- Розмір текстури: Чим більша текстура, тим більшою деталізацією можна надати моделі. Однак великі текстури можуть вимагати більше пам'яті і часу для обробки.
- Рівень деталізації моделі: Чим більш деталізована модель, тим більш складним буде процес *UV*-розгортки.
- Симетрія моделі: Якщо модель симетрична, можна використовувати цю симетрію для зменшення кількості роботи, необхідної для *UV*-розгортки.

Повторювані частини: Якщо модель має повторювані частини, такі як колеса або двері, можна використовувати ці повторювані частини для зменшення кількості текстур, необхідних для моделі.

Етап 2. Текстурування

Texturing - це процес створення текстур для 3D моделей. Текстури можуть бути використані для того, щоб надати моделі реалістичний зовнішній вигляд, а також для додавання додаткової інформації, наприклад, про матеріал, з якого зроблена модель.

Substance Painter - це програмне забезпечення для текстурування 3D моделей. Воно пропонує широкий спектр інструментів і можливостей, які дозволяють створювати високоякісні текстури для будь-яких типів моделей.

Процес текстурування в *Substance Painter* можна розділити на такі етапи:

Перший крок - це імпорт моделі в *Substance Painter*. Модель повинна бути правильно сконфігурована для текстурування, тобто вона повинна мати правильну геометрію і розділену на окремі об'єкти.

Наступний крок - це налаштування матеріалу для моделі. Матеріал визначає, як текстури будуть відображатися на моделі.

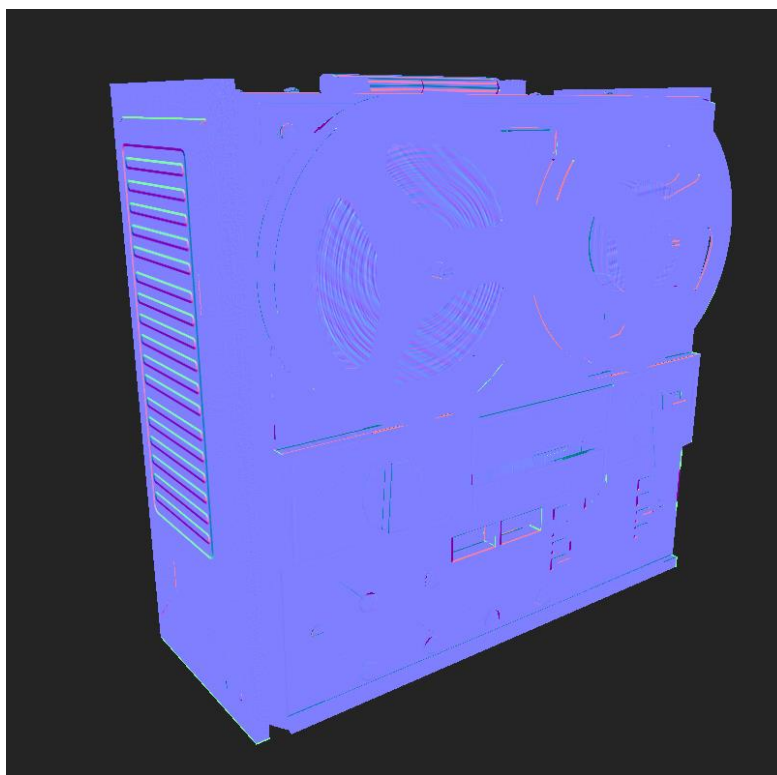


Рис. 3.15 Створення карти нормалів



Рис. 3.16. Створення текстур відбиття та металевості

На цьому етапі створено текстури для моделі. Текстури можуть бути створені з нуля або за допомогою готових текстур, які можна завантажити з бібліотеки *Substance Painter*.



Рис. 3.17 Створення базових кольорів



Рис. 3.18. Комбінація всіх текстурних карт

Для імпорту моделі в *Substance Painter* потрібно використовувати такі формати файлів:

- *.obj*
- *.fbx*
- *.stl*
- *.ply*

Після того, як модель була імпортована, було перевірено її геометрію. Якщо є якісь проблеми з геометрією, їх необхідно виправити перед створенням текстур.

Налаштування матеріалу

Налаштування матеріалу для моделі в *Substance Painter* включає в себе такі кроки:

- Вибір матеріал для моделі.
- Налаштування параметри матеріалу.
- Назначення текстури для матеріалу.

Параметри матеріалу визначають такі властивості, як колір, блиск, прозорість і т.д. Текстури визначають, як ці властивості будуть відображатися на моделі.

Створення текстур в *Substance Painter* може бути виконано за допомогою таких інструментів:

Для створення текстур з нуля було використано такі інструменти, як:

- Використання базових кольорів
- Накладання текстур
- Створення масок

Нанесення текстур на модель в *Substance Painter* може бути виконано за допомогою таких інструментів:

- Прямокутне нанесення
- Сферичне нанесення
- Умовно-залежне нанесення

Прямокутне нанесення застосовує текстуру до всієї поверхні моделі. Сферичне нанесення застосовує текстуру до поверхні моделі, яка є сферичною. Умовно-залежне нанесення дозволяє застосовувати текстуру до частини поверхні моделі, залежно від її параметрів, таких як нормалі або позиції.

Висновок

Розглянемо основні параметри *Principled BSDF*:

- Основний колір (*Base Color*): Визначає колір поверхні без впливу інших властивостей.
- Підповерхнева розсіюваність (*Subsurface*): Керує імітацією розсіювання світла всередині матеріалу, що дозволяє створювати ефект внутрішнього освітлення.
- Металічність (*Metallic*): Визначає, чи є матеріал металічним або діелектричним (неметалічним). Металічні матеріали відбивають світло, тоді як неметалічні матеріали розсіюють світло.
- Блиск (*Specular*): Контролює інтенсивність блиску на поверхні.

- Шорсткість (*Roughness*): Визначає ступінь гладкості або шорсткості поверхні. Матеріали з високою шорсткістю розсіюють світло більше.
- Нормалі (*Normal*): Дозволяє використовувати текстури для створення деталей та рельєфу на поверхні.
- Прозорий шар (*Clearcoat*): Керує додатковим шаром блиску, що може додаватися до основного матеріалу.
- Прозорість (*Transmission*): Визначає, наскільки прозорий є матеріал.
- Альфа (*Alpha*): Керує прозорістю матеріалу на основі альфа-каналу.



• Рис. 3.19. Підключення всіх текстурних карт в Blender

Етап 3. Анімація

Анімація 3D-моделі - це процес створення руху для моделі. Анімація може бути використана для того, щоб показати, як працює модель, або просто зробити її більш цікавою і привабливою.

Існує два основних типи анімації:

Ключові кадри - це тип анімації, при якому рух моделі визначається набором ключових кадрів. Кожен ключовий кадр визначає положення і орієнтацію моделі в певний момент часу.

Фракційні ключові кадри - це тип анімації, при якому рух моделі визначається серією ключових кадрів, розташованих рівномірно по часу. Це дозволяє створювати більш плавний і реалістичний рух.

Анімація за допомогою ключових кадрів

Для анімації моделі за допомогою ключових кадрів було виконано такі кроки:

Обрано об'єкт для анімації.

Встановлено положення і орієнтацію об'єкта в початковому ключовому кадрі.

Додано новий ключовий кадр в потрібний момент часу.

Встановлено положення і орієнтацію об'єкта в новому ключовому кадрі.

Повторено кроки 3 і 4 для створення анімації.

Наприклад, для того, щоб анімувати рух магнітофона, варто створити два ключових кадри. В першому ключовому кадрі магнітофон буде перебувати в початковому положенні, а в другому ключовому кадрі він буде перебувати в потрібному положенні.

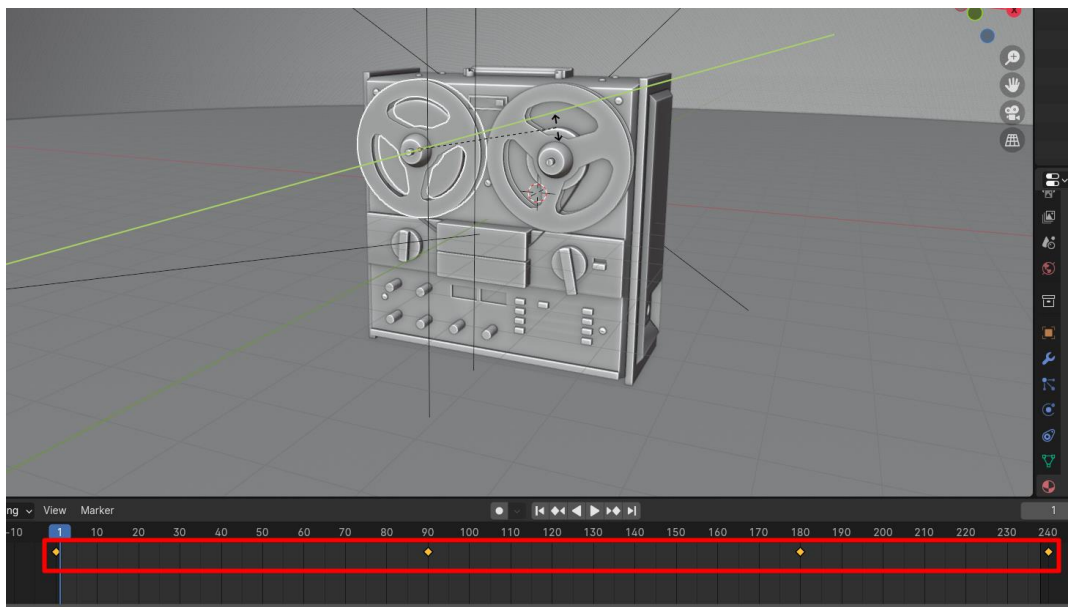


Рис. 3.20. Процес створення анімації

Анімація за допомогою фракційних ключових кадрів

Для анімації моделі за допомогою фракційних ключових кадрів потрібно виконати такі кроки:

Обрати об'єкт для анімації.

Встановити положення і орієнтацію об'єкта в початковому ключовому кадрі.

Додати новий ключовий кадр в потрібний момент часу.

Встановлено положення і орієнтацію об'єкта в новому ключовому кадрі.

Встановлено параметри інтерполяції для нового ключового кадру.

Параметри інтерполяції визначають, як буде змінюватися положення і орієнтація об'єкта між ключовими кадрами.

Наприклад, для того, щоб анімувати рух магнітофона, було створено два ключових кадри. В першому ключовому кадрі магнітофон буде перебувати в початковому положенні, а в другому ключовому кадрі він буде перебувати в потрібному нам положенні. Для того, щоб створити плавний рух, потрібно встановити параметри інтерполяції для другого ключового кадру так, щоб положення і орієнтація об'єкта змінювалися поступово.

Додаткові елементи анімації

Крім положення і орієнтації, варто анімувати інші властивості моделі, наприклад, розмір, масштаб, прозорість і т.д.

Також потрібно використовувати різні ефекти для створення більш реалістичного руху, наприклад, плавний рух, прискорення, гальмування і т.д.

Висновок

Анімація 3D-моделі - це складний процес, який вимагає певних навичок і знань.

Етап 4. Експортування

Після того, як було закінчено моделювання, текстурування та анімацію, було експортовано модель у формат, який можна використовувати для демонстрації.

Для того, щоб експортувати 3D модель в UE5 для створення VR проекту, потрібно виконати такі кроки:

Імпортовано 3D модель в Blender або інше програмне забезпечення для моделювання.

- Підготовлено *3D* модель для *VR*. Це включає в себе такі кроки, як:
- Налаштовано масштабу моделі.
- Налаштовано орієнтацію моделі.
- Налаштовано видимість моделі.
- Налаштовано анімації моделі.
- Експортовано *3D* модель в формат FBX або OBJ.
- Налаштовано масштаб моделі

Для *VR* важливо, щоб *3D* модель була правильно масштабована. Для цього було використано такі інструменти, як:

- Масштаб
- Сітка
- Віддалені об'єкти
- Налаштування орієнтації моделі

Для *VR* важливо, щоб *3D* модель була правильно орієнтована. Для цього було використано такі інструменти, як:

- Обертання
- Швидке обертання
- Зміна масштабу
- Налаштування видимості моделі

Для *VR* важливо, щоб *3D* модель була правильно видима. Для цього було використано такі інструменти, як:

- Видимість
- Відображення
- Прозорість
- Налаштування анімації моделі

Для *VR* важливо, щоб *3D* модель була правильно анімована. Для цього варто використовувати такі інструменти, як:

- Ключові кадри
- Фракційні ключові кадри
- Інтерполяція

- Експорт моделі
- Для експорту моделі в *UE5* варто використовувати такі формати, як:
- *FBX, OBJ*.
- Налаштування *VR* проекту в *UE5*

Після того, як було експортували *3D* модель в *UE5*, потрібно налаштувати проект для *VR*. Це включає в себе такі кроки, як:

- Встановити режим відтворення на *VR*.
- Налаштувати роздільну здатність і частоту кадрів.
- Налаштувати управління.
- Встановлення режиму відтворення на *VR*
- Відкрити налаштування проекту.
- У розділі "Відтворення" встановити режим відтворення на "*VR*".
- Налаштувати роздільну здатність і частоту кадрів

Для налаштування роздільної здатності і частоти кадрів варто використовувати такі кроки:

- Відкрити налаштування проекту.
- У розділі "Відтворення" встановити роздільну здатність і частоту кадрів.

- Налаштування управління:
- Для налаштування управління варто використовувати такі кроки:
- Відкрити налаштування проекту.
- У розділі "Управління" налаштуємо управління.
- Додаткові налаштування

Крім того, варто внести додаткові налаштування для поліпшення впровадження *VR*, наприклад:

- Налаштовуємо поле зору.
- Налаштовуємо відстань до камери.
- Налаштовуємо ефекти *VR*, такі як паралакс і розмиття.

Здійснюємо додавання до сцени інші елементи, наприклад, освітлення та звукові ефекти. Після того, як налаштовано сцену, можна експортувати її у формат, який можна використовувати для відтворення у віртуальній реальності.

Загальна інформація

Висновок до розділу

Створення 3D моделі магнітофона "Маяк стерео юпітер 202" в *Blender* - це досить складний процес, який вимагає певних навичок і знань. Однак, якщо потрібно мати терпіння і наполегливість, задля створіння високоякісної моделі, яка буде цікавою та інформативною для відвідувачів віртуального музею магнітного запису.

Моделювання - це процес створення тривимірної моделі об'єкта. На цьому етапі створюються прості геометричні форми, такі як куби, циліндри, сфери тощо. Потім ці форми комбінуються або використовуються полігональне моделювання для створення складніших об'єктів. До моделі також можуть додаватися деталі, такі як текстури, нормалі, скелети тощо.

Текстурування - це процес додавання текстур до тривимірної моделі. Текстури можуть бути використані для того, щоб надати моделі реалістичний зовнішній вигляд. Текстурні карти створюються в графічних редакторах, а потім накладаються на модель за допомогою програмного забезпечення для моделювання.

Анімація - це процес створення руху для тривимірної моделі. На цьому етапі створюються ключові кадри, які представляють собою положення і орієнтацію моделі в певний момент часу. Потім між ключовими кадрами створюється плавний рух за допомогою інтерполяції.

Складність роботи по створенню 3D моделей залежить від таких факторів, як складність моделі, кількість деталей та точність моделі. Для створення високоякісних 3D моделей необхідно знати основи тривимірної геометрії та програмного забезпечення для моделювання, а також мати художній смак і розуміння реалістичної графіки.

ВИСНОВКИ

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАХ ДЖЕРЕЛ

1. 3D technologies for intangible cultural heritage preservation—literature review for selected databases [Веб-сайт]: Режим доступу: <http://ethnic.history.univ.kiev.ua/data/2022/66/articles/8.pdf> (дата звернення 10.10.2023 р.). – Назва з екрана.

2. Стилi графiчного дизайну: довiдник / уклад.: С.М. Денисенко [Електронне видання]. – Київ, 2019. 52 с.

3. Лобода С. М., Денисенко С. М. Видавнича справа i технiчне редагування: навчальний посiбник [Електронне видання]. – К.: НАУ, 2021. – 76 с.

4. 3D графiка: актуальнiсть та напрямки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://univerpl.com.ua/blog/3D-grafika-aktualnist-napryami-ta-dumka-eksperta/> (дата звернення 20.10.2023 р.). – Назва з екрана.

5. Сфери застосування 3D графiки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://univerpl.com.ua/blog/3D-grafika-aktualnist-napryami-ta-dumka-eksperta/> (дата звернення 10.11.2023 р.). – Назва з екрана.

6. Особливостi та специфiка побудови iнтерактивних музейних експозицiй [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/628703.pdf> (дата звернення 17.11.2023 р.). – Назва з екрана.

7. Системи 3D моделювання [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-03/3D%20pidruchnik_2016.pdf (дата звернення 15.11.2023 р.). – Назва з екрана.

8. Види 3д моделювання: полiгональне, сплайнове, i nurbs моделювання [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://koloro.ua/ua/blog/3D-tekhnologii/vidy-3D-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-modelirovanie.html> (дата звернення 19.11.2023 р.). – Назва з екрана.

9. Інтерактивні музеї науки як освітні середовища [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://otr.iod.gov.ua/images/pdf/2023/1/4.pdf> (дата звернення 14.10.2023 р.). – Назва з екрана.

10. Розробка VR проєктів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/virtualnaja-realnost-VR> (дата звернення 15.10.2023 р.). – Назва з екрана.

11. Virtual Reality, VR [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://wezom.com.ua/ua/VR> (дата звернення 16.11.2023 р.). – Назва з екрана.

12. A. Utterson A Computer Animated Hand: Library of Congress 2011р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.loc.gov/static/programs/national-film-preservationboard/documents/computer_hand2.pdf (дата звернення 22.10.2023 р.). – Назва з екрана.

13. History of Computer animation 1950's-2010's [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://computeranimationhistory-cgi.jimdofree.com> (дата звернення 25.10.2023 р.). – Назва з екрана.

14. B. Faulstick Q+A: T. REX TO T-1000, A CGI PIONEER'S TAKE ON BLOCKBUSTER FILM VISUAL EFFECTS NOW AND THEN. Drexel University [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://newsblog.drexel.edu/2015/07/01/qa-t-rex-to-t-1000-a-cgipioneers-take-on-blockbuster-film-visual-effects-now-and-then/> (дата звернення 27.10.2023 р.). – Назва з екрана.

15. Історія Успіху Pixar Animation Studios, Бізнес Світ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://busines.in.ua/istoriya-uspihu-pixar-animation-studios>. (дата звернення 26.11.2023 р.). – Назва з екрана.

16. Digital transformation in museums: How museums can benefit from digitization [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://upvisit.io/blog/digital-transformation-in-museums-how-museums-can-benefit-from-digitization/> (дата звернення 26.11.2023 р.). – Назва з екрана.

17. Teylers Museum's digitization process [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.extensis.com/blog/the-bigger-picture-how-museums-can-use-technology-to-transform-experiences> (дата звернення 21.11.2023 р.). – Назва з екрана.

18. Digitization planning for museum exhibition the learning museum of Universitas Negeri Malang [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/485/1/012115/pdf> (дата звернення 23.11.2023 р.). – Назва з екрана.

19. Cyark [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.cyark.org/?gclid=CjwKCAiAvoqsBhB9EiwA9XTWGVXDD5QfodPygjxejUf5adH2OJ1hADgx6qvvh5jH-INzl0HgEuW68hoCt2EQAvD_BwE (дата звернення 23.11.2023 р.). – Назва з екрана.

20. A Literature Review of Museum and Heritage on Digitization, Digitalization, and Digital Transformation [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/341291226_A_Literature_Review_of_Museum_and_Heritage_on_Digitization_Digitalization_and_Digital_Transformation (дата звернення 23.11.2023 р.). – Назва з екрана.

21. Digitization in museums: Between a fashionable trend and market awareness [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.redalyc.org/pdf/6637/663771580002.pdf> (дата звернення 25.11.2023 р.). – Назва з екрана.

22. Digitization of Museum and Art Gallery [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://research-repository.griffith.edu.au/bitstream/handle/10072/367886/Li%20Yu-Chang_2015_02Thesis.pdf?sequence=1 (дата звернення 26.11.2023 р.). – Назва з екрана.

23. . Identifying digitalization challenges in museums [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/server/api/core/bitstreams/f34f6d65-6cb6-4bb1-a0ea-af7e7d49d9ce/content> (дата звернення 14.11.2023 р.). – Назва з екрана.

24. Digitalisation at Museums [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1480519/FULLTEXT01.pdf> (дата звернення 14.11.2023 р.). – Назва з екрана.

25. Perspective Chapter: Digitalization of Museums and Academic Benefits for Tourists (Slemani Museum as Case) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.intechopen.com/chapters/86698> (дата звернення 12.11.2023 р.). – Назва з екрана.

26. Піксельовані реальності зацифруємо спадщин [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pixelatedrealities.org/uk/?gclid=CjwKCAiAvoqsBhB9EiwA9XTWGSg97RSWVcRM-U1JFylzYxzHPuLYxoljrANHzaex_ITsmioKUFCH7BoCYUwQAvD_BwE (дата звернення 12.11.2023 р.). – Назва з екрана.

27. Methods building and printing 3D models historical architectural objects [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://dspace.onu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/30507/1/1-6.pdf> (дата звернення 17.11.2023 р.). – Назва з екрана.

28. Interactive 3D Modeling - A Survey-based Perspective on Interactive 3D Reconstruction [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/301439450_Interactive_3D_Modeling_-_A_Survey-based_Perspective_on_Interactive_3D_Reconstruction (дата звернення 16.11.2023 р.). – Назва з екрана.

29. What Are the Top 3D Modeling Techniques? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pixune.com/blog/3d-modeling-techniques/> (дата звернення 17.10.2023 р.). – Назва з екрана.

30. Modeling Methods of 3D Model in Digital Twins [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.techscience.com/CMES/v136n2/51588> (дата звернення 15.10.2023 р.). – Назва з екрана.

31. 3D Model Creation [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cgifurniture.com/3d-model-creation-5-stages/> (дата звернення 26.10.2023 р.). – Назва з екрана.

32. 10 Different types of 3D modeling techniques [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://artisticrender.com/10-different-types-of-3d-modeling-techniques/> (дата звернення 22.10.2023 р.). – Назва з екрана.

33. The 3D Product Model Research Evolution and Future Trends: A Systematic Literature Review [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.mdpi.com/2571-5577/5/2/29> (дата звернення 26.11.2023 р.). – Назва з екрана.

Модель «Сtereo Юпитер_202»

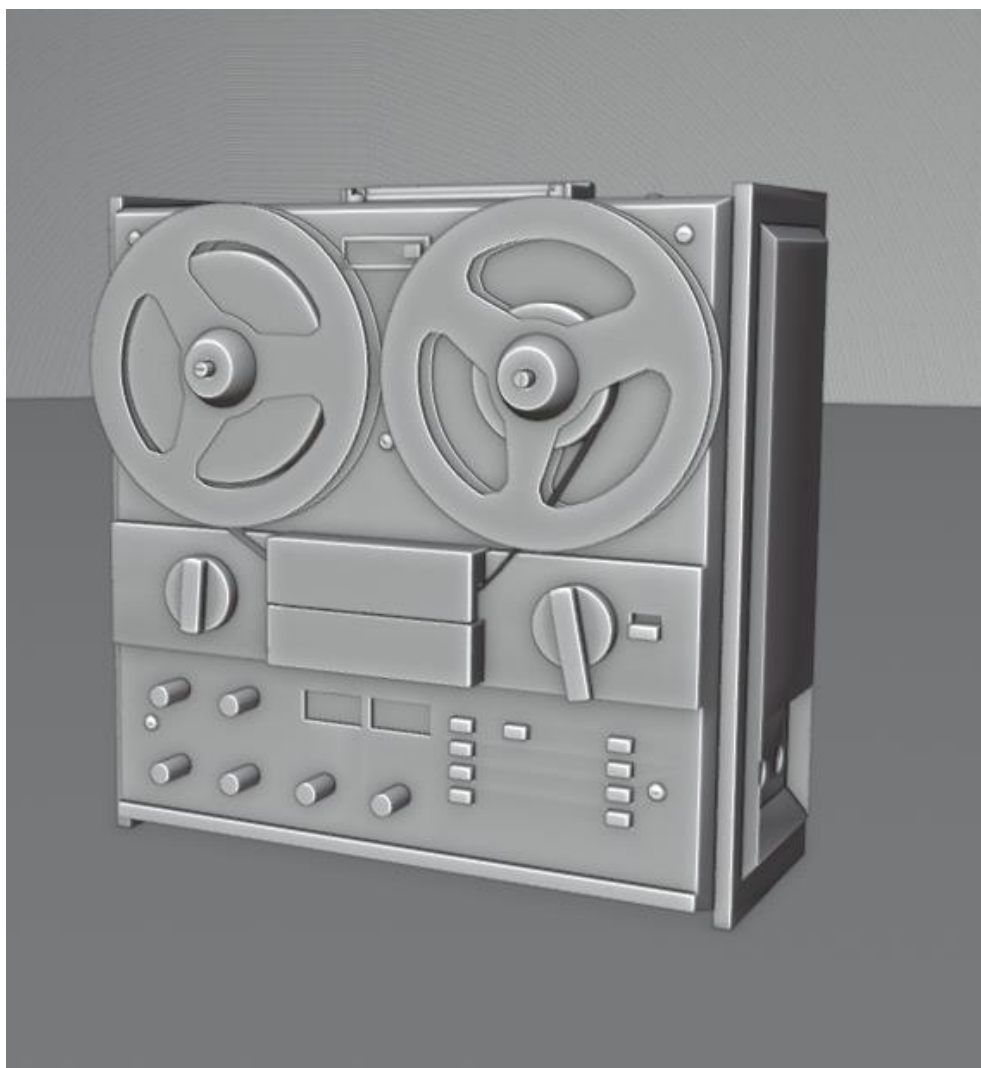


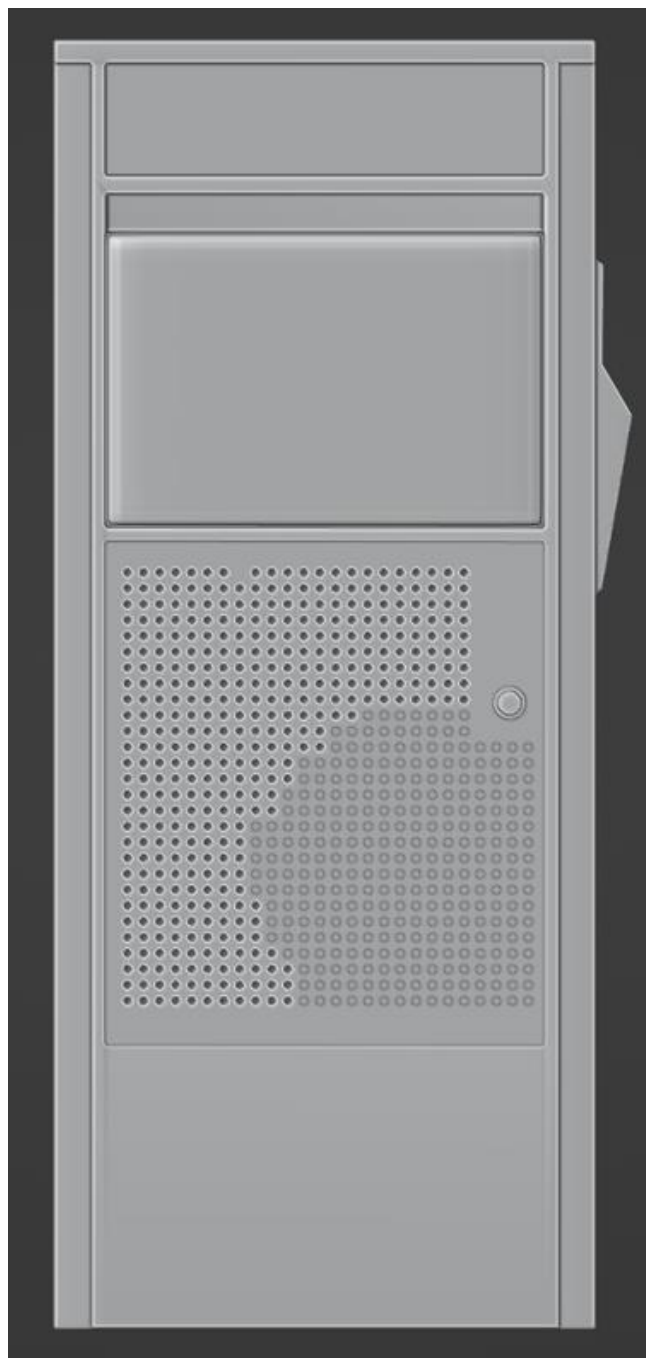
Рис. А.1. «Сtereo Юпитер_202»



Рис. А.2. «Стерео Юпитер_202»



Рис. Б.1.



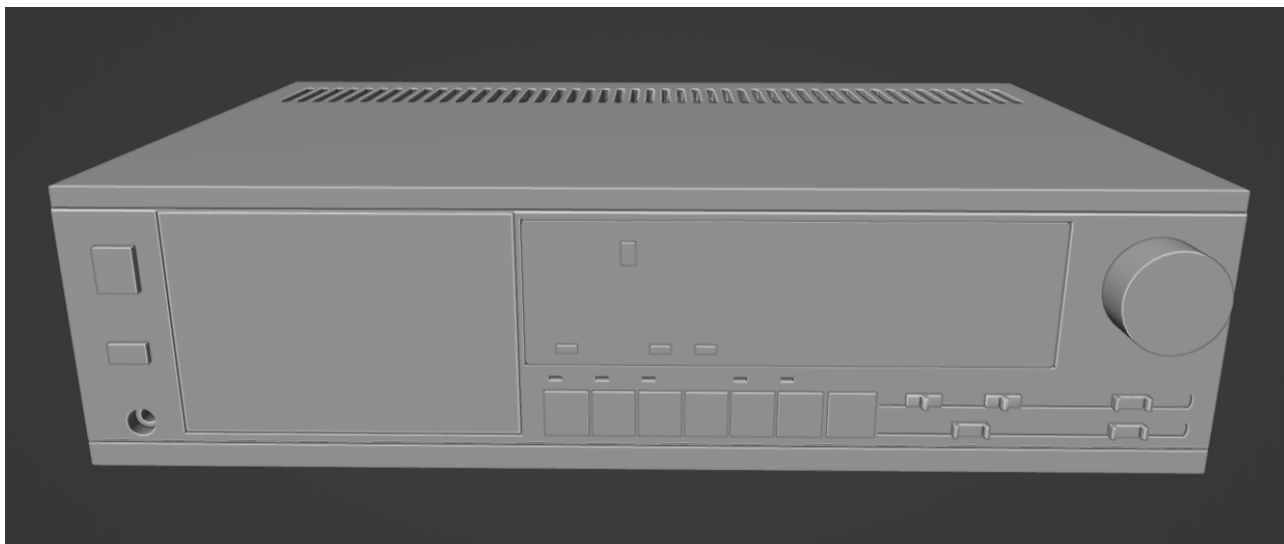


Рис. В.1.



Рис. В.2.

