

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка 3D-моделі інтерактивної кав'ярні з використанням Autodesk
Maya та технологій візуалізації

Виконав: студент IV курсу, групи СТ-41

спеціальності 126“Інформаційні системи та технології”

(шифр і назва спеціальності)

_____.Черняк Ю.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____Шимчук Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____Шимчук Г.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____Дідич І.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2025

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«27» січня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 126 “Інформаційні системи та технології”
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Черняк Юлії Павлівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка 3D-моделі інтерактивної кав'ярні з використанням Autodesk Maya та технологій візуалізації.

Керівник роботи Шимчук Григорій Валерійович, Старший викладач кафедри КН
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «7» травня 2025 року № 4/7-445

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи Літературні джерела, наукові публікації, державні стандарти, методичні матеріали, інтернет-ресурси, що стосуються 3D-моделювання.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. Розділ 1. Постановка задачі кваліфікаційної роботи. 1.1 Аналіз проблематики візуалізації інтер'єру в інтерактивних середовищах. 1.2 Визначення вимог до 3d-моделі інтерактивної кав'ярні. 1.3 Визначення цільової аудиторії та сценаріїв взаємодії. 1.4 Огляд і аналіз аналогічного програмного забезпечення та реалізованих 3d-проектів. 1.5 Обґрунтування вибору Autodesk Maya. 1.6 Висновок до першого розділу. Розділ 2. Проектування 3d-моделі інтерактивної кав'ярні. 2.1 Створення ескізів та концепт-арту майбутньої кав'ярні. 2.2 Огляд рендер-движків та вибір оптимального рішення. 2.3 Моделювання екстер'єру. 2.4 Моделювання інтер'єру. 2.5 Текстурування та створення матеріалів для 3d сцени. 2.6 Висновок до другого розділу. Розділ 3. Тестування та демонстрація інтерактивної 3d моделі. 3.1 Оцінювання якості 3d моделі та реалістичності сцени. 3.2 Виявлення технічних недоліків у роботі інтерактивної сцени. 3.3 Демонстрація взаємодії користувача з моделлю. 3.4 Платформи та способи публікації інтерактивної сцени. 3.5 Висновок до третього розділу. Розділ 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. 4.1 Ергономіка та дизайн робочого місця оператора ПК. 4.2 Вплив діяльності людини на довкілля. 4.3 Висновки до четвертого розділу. Висновки. Перелік джерел
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1 Титульна сторінка. 2 Мета, актуальність та практична цінність проекту. 3. Концепція інтерактивної кав'ярні. 4. Можливість Autodesk Maya. 5. Етапи створення 3D-моделі. 6. Моделювання геометрії приміщення. 7. Створення об'єктів інтер'єру. 8. Текстурування та освітлення. 9. Візуалізація сцени. 10. Інтерактивні елементи. 11. Архітектура проекту. 12. Тестування та оптимізація моделі. 13. Порівняння якості рендерингу. 14. Використані інструменти та технології. 15. Результати моделювання (рендери). 16.Віртуальний простір у дизайні. 17. Ієрархія проекту в Maya. 18.Переваги інтерактивної 3D-моделі кав'ярні. 19. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи хорони праці	Сенчишин В. С., кандидат технічних наук, доцент кафедри МТ		

7. Дата видачі завдання 27 січня 2025 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Черняк Юлія Павлівна

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шимчук Григорій Валерійович

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Розробка 3D-моделі інтерактивної кав'ярні з використанням Autodesk Maya та технологій візуалізації // Кваліфікаційна робота освітнього рівня “Бакалавр” // Черняк Юлія Павлівна // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СТ-41 // Тернопіль, 2025 // С. 66, рис. – 18 , табл. – 2, презентація – 19 , додат. – 0 , бібліогр. – 69.

Ключові слова: 3D-моделювання, Autodesk Maya, інтерактивна кав'ярня, візуалізація, текстурування, рендеринг, віртуальний простір, дизайн інтер'єру.

Кваліфікаційна робота приурочена вивченню та розробці 3D-моделі інтерактивної кав'ярні з використанням програмного забезпечення Autodesk Maya та технологій візуалізації.

У першому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто актуальність теми, досліджено мету та задачі дослідження. Проаналізовано можливості використання 3D-моделювання у проектуванні інтер'єрів та переваги інтерактивного підходу у представленні просторових рішень.

У другому розділі кваліфікаційної роботи представлено процес розробки просторової структури кав'ярні, побудови основних об'єктів інтер'єру, підбору текстур, освітлення та інших візуальних елементів. Описано особливості використання Autodesk Maya при створенні сцени та обґрунтовано вибір технологій рендерингу.

У третьому розділі кваліфікаційної роботи описано процес тестування моделі, її оптимізацію для інтерактивної взаємодії, а також оцінено якість візуального представлення. Продемонстровано результати візуалізації та наведено приклади взаємодії з віртуальним простором.

Об'єкт дослідження: процеси тривимірного моделювання інтер'єрів з елементами інтерактивності.

Предмет дослідження: створення 3D-моделі інтерактивної кав'ярні з використанням Autodesk Maya та технологій візуалізації.

ANNOTATION

Development of a 3D Model of an Interactive Coffee Shop Using Autodesk Maya and Visualization Technologies // Qualification work of the educational level “Bachelor” // Chernyak Yulia Pavlivna // Ternopil Ivan Pulyu National Technical University, Computer and Information Systems and Software Engineering Faculty, Computer Sciences Department, group ST-41 // Ternopil, 2025 // P. 66, presentation.-19, tabl. – 2, chair. – 16, annexes. – 0, references – 69.

Keywords: 3D modeling, Autodesk Maya, interactive coffee shop, visualization, texturing, rendering, virtual space, interior design.

The qualification work is dedicated to the research and development of a 3D model of an interactive coffee shop using Autodesk Maya software and modern visualization technologies.

In the first section of the qualification work, the relevance of the topic, the aim, and the research objectives are outlined. The opportunities of using 3D modeling in interior design and the benefits of an interactive approach.

The second section presents the process of developing the spatial structure of the coffee shop, building key interior elements, selecting textures, lighting, and other visual components. The use of Autodesk Maya in creating the scene is described, and the choice of rendering technologies is justified.

The third section describes the testing of the model, its optimization for interactive interaction, and the assessment of visual quality. The results of the visualization are demonstrated, along with examples of interaction.

Object of the research: processes of three-dimensional modeling of interiors with interactive elements.

Subject of the research: development of a 3D model of an interactive coffee shop using Autodesk Maya and visualization technologies.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Autodesk Maya – програмне забезпечення для 3D-моделювання, анімації, візуалізації та рендерингу, яке широко використовується в індустрії комп'ютерної графіки.

3D-моделювання – процес створення тривимірних цифрових об'єктів, що мають ширину, висоту та глибину, для подальшої візуалізації або інтерактивної взаємодії.

Візуалізація (Rendering) – процес перетворення 3D-сцени в двовимірне зображення з урахуванням освітлення, текстур, тіней та матеріалів.

Текстурування – процес нанесення зображень або візуальних властивостей (текстур) на поверхню 3D-об'єктів для імітації реалістичних матеріалів.

Шейдер (Shader) – програмний модуль, який визначає, як поверхня 3D-об'єкта буде відображена, включаючи колір, блиск, прозорість тощо.

Матеріал – набір властивостей, які визначають зовнішній вигляд об'єкта, зокрема колір, відбивну здатність, прозорість, рельєф.

UV-розгортка (UV Mapping) – процес проєкції двовимірної текстури на поверхню 3D-моделі.

Інтерактивна сцена – віртуальне середовище, в якому користувач може взаємодіяти з об'єктами, змінювати положення камери або елементи інтерфейсу.

Viewport – вікно в середовищі 3D-редактора, яке відображає сцену з обраної камери або перспективи.

Polygon (Полігон) – базова структурна одиниця 3D-моделі, зазвичай трикутник або чотирикутник, які разом формують поверхню об'єкта.

Animation Rig – система кісток або контролерів, що дозволяє анімувати 3D-модель.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	9
1.1 Аналіз проблематики візуалізації інтер'єру в інтерактивних середовища.....	9
1.2 Визначення вимог до 3d-моделі інтерактивної кав'ярні.....	10
1.3 Визначення цільової аудиторії та сценаріїв взаємодії	11
1.4 Огляд і аналіз аналогічного програмного забезпечення та реалізованих 3d-проектів.....	12
1.5 Обґрунтування вибору Autodesk Maya	17
1.6 Висновок до першого розділу.....	18
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ 3D-МОДЕЛІ ІНТЕРАКТИВНОЇ КАВ'ЯРНІ .	19
2.1 Створення ескізів та концепт-арту майбутньої кав'ярні	19
2.2 Огляд рендер-движків та вибір оптимального рішення	21
2.3 Моделювання екстер'єру	24
2.4 Моделювання інтер'єру.....	27
2.5 Текстурування та створення матеріалів для 3d сцени.....	29
2.6 Висновок до другого розділу	32
РОЗДІЛ 3. ТЕСТУВАННЯ ТА ДЕМОНСТРАЦІЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ 3D МОДЕЛІ	34
3.1 Оцінювання якості 3d моделі та реалістичності сцени.....	34
3.2 Виявлення технічних недоліків у роботі інтерактивної сцени	38
3.3 Демонстрація взаємодії користувача з моделлю	40
3.4 Платформи та способи публікації інтерактивної сцени	42
3.5 Висновок до третього розділу.....	47
РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	49
4.1 Ергономіка та дизайн робочого місця оператора пк	49
4.2 Вплив діяльності людини на довкілля	51

4.3 Висновки до четвертого розділу.....	52
ВИСНОВКИ.....	54
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ.....	55

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному комп'ютеризованому середовищі, коли 3D-моделювання має широке застосування в архітектурі, інженерії, кіноіндустрії, ігровому дизайні та освіті, виникає потреба у створенні та моделюванні високоякісних візуалізацій із використанням ефективного та дієвого програмного забезпечення, зокрема Autodesk Maya. Враховуючи складність таких проєктів, слід не лише мати технічні навички роботи з інструментами, а й забезпечити оптимальні умови праці, враховуючи ергономіку та безпеку життєдіяльності під час тривалої роботи за комп'ютером. Актуальність теми зводиться до поєднання творчого процесу з грамотним та організованим робочим середовищем, що сприяє підвищенню якості остаточного продукту, збереженню здоров'я та врегулюванню сталого розвитку в умовах комп'ютеризованого суспільства.

Мета і задачі дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня “Бакалавр” є створення тривимірної сцени в середовищі Autodesk Maya, яка містить моделювання, текстуркування та візуалізацію об'єктів, з урахуванням ергономічних вимог до організації робочого місця та екологічних аспектів цифрової діяльності.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- Дослідити особливості застосування Autodesk Maya для створення 3D-сцен.
- Спланувати та створити концепцію і композицію сцени, відповідно до обраної тематики.
- Виконати побудову геометрії об'єктів, їх текстуркування та освітлення.
- Здійснити рендеринг сцени з дотриманням правил художньої подачі.
- Оцінити ергономіку робочого місця під час виконання проєкту та розробити рекомендації щодо його покращення.

- Вивчити вплив діяльності користувача ПК на навколишнє середовище та окреслити принципи сталого цифрового проектування.

Практичне значення одержаних результатів. Виконана робота є прикладом практичного застосування знань у галузі 3D-моделювання, що може бути використана для майбутнього розвитку у галузі візуалізації, анімації та дизайну. Створена сцена показує можливості Autodesk Maya як інструменту реалізації складних графічних проєктів. Також сформульовані рекомендації щодо ергономіки робочого місця будуть корисними для студентів та фахівців, що працюють тривалий час за комп'ютером, а екологічні аспекти виявляють необхідність свідомого ставлення до використання цифрових технологій. Отримані результати можуть бути використані у навчальних цілях, як частина портфоліо або як етап у підготовці до роботи в професійному середовищі.

РОЗДІЛ 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1 Аналіз проблематики візуалізації інтер'єру в інтерактивних середовищах

У сьогоденні візуалізація інтер'єру є ключовою складовою у галузі архітектури, дизайну, реклами та розробки інтерактивного контенту. Користувачі все частіше очікують високоякісної, реалістичної 3D-графіки, яка дозволяє не лише переглядати інтер'єр, а й взаємодіяти з ним у режимі реального часу. Проте існує низка проблем, які обтяжують процес розробки таких візуалізацій[1].

Ключовою проблемою є баланс між якістю графіки та продуктивністю системи. Деталізовані та структуровані 3D моделі з високоякісними текстурами та складним освітленням потребують значних обчислювальних ресурсів. Це стримує доступність таких рішень для користувачів із менш потужними пристроями або для використання в браузерях чи мобільних додатках.

Ще одним не менш важливим недоліком є відсутність універсальних стандартів для створення інтерактивного середовища. Існує чимало інструментів та движків візуалізації (Autodesk Maya, Blender, Unity, Unreal Engine тощо), але кожен із них має власні особливості, формати файлів та підходи до роботи зі сценами[2].

Взаємодія з 3D об'єктами також являє собою виклик: потрібно надати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для користувача, щоб він міг вільно переміщатися, змінювати ракурси, збільшувати чи зменшувати об'єкти, не втрачаючи при цьому зручності та орієнтації у просторі.

Ключовим аспектом є також реалістичність інтер'єру. Для здобуття ефекту присутності потрібно точно передати матеріали, освітлення, тіні та атмосферу приміщення. Це потребує не лише технічних знань, а й художнього підходу.

Окрему увагу доводиться приділяти оптимізації робочих процесів – від концептуального етапу до завершального рендерингу [56]. Безрезультатна організація цього процесу може спричинити значні витрати часу й ресурсів, що не завжди виправдано.

Таким чином, розробка інтерактивної 3D-візуалізації інтер'єру – це багатопланове завдання, яке вимагає комплексного підходу, врахування технічних, художніх та користувацьких аспектів, а також вибору відповідних інструментів і технологій.

1.2 Визначення вимог до 3D-моделі інтерактивної кав'ярні

Формулювання вимог до 3D-моделі інтерактивної кав'ярні є значущим етапом, що визначає обсяг, структуру та функціональність майбутнього проекту. Чітке формулювання вимог дає змогу забезпечити відповідність моделі поставленим завданням і очікуванням користувача, а також оптимізує процес створення.

Насамперед визначаються функціональні вимоги, які охоплюють основні цілі проекту. Інтерактивна 3D-модель має дати змогу користувачу вільно переміщатися простором кав'ярні, взаємодіяти з об'єктами (наприклад, вибирати столик, переглядати меню, бачити опис зон тощо), а також підтримувати базову навігацію у реальному часі. Крім цього, ключовим є забезпечення інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, що не потребує спеціальної підготовки від кінцевого користувача[3].

Далі формулюються нефункціональні вимоги, які мають відношення до якості моделі. Основними серед них є:

- Реалістичність візуалізації: узгодженість матеріалів, освітлення, текстур і тіней реальному середовищу кав'ярні.
- Продуктивність: оптимізація моделі для стабільної роботи навіть на середньому рівні обладнання.

- Кросплатформеність: можливість перегляду моделі як у середовищі Autodesk Maya, так і в інших середовищах візуалізації (наприклад, Unity або браузерних платформах).

- Масштабованість: структура моделі має надати змогу майбутньому розширенню (наприклад, додавання нових об'єктів, змінення конфігурації простору тощо).

Окрему групу формують естетичні вимоги, що охоплюють стилістичне оформлення інтер'єру відповідно до концепції бренду кав'ярні, приємну кольорову гаму, гармонійне розміщення меблів та декору, створення атмосфери комфорту.

Також враховуються вимоги до технічної реалізації: модель має бути побудована з урахуванням правильної топології, оптимізованої кількості полігонів, якісного UV-розгортання для текстуровання, а також сумісності з технологіями візуалізації, що плануються для інтерактивної презентації.

Таким чином, правильно сформульовані вимоги до 3D-моделі інтерактивної кав'ярні є основою для продуктивного та якісного виконання проекту, оскільки визначають як зовнішній вигляд і функціонал моделі, так і її технічні параметри та адаптивність до подальших потреб.

1.3 Визначення цільової аудиторії та сценаріїв взаємодії

Першим етапом до розробки якісної та корисної 3D-моделі інтерактивної кав'ярні є чітке визначення цільової аудиторії, на яку буде орієнтовано кінцевий продукт. Це дає змогу адаптувати дизайн, функціонал та візуальні рішення до потреб і очікувань потенційних користувачів[4].

Цільова аудиторія проекту може містити у собі такі групи користувачів:

- Власники або інвестори кав'ярень – для перегляду концептуальних інтер'єрів, візуалізації ідей перед реальним будівництвом або ремонтом.

- Дизайнери та архітектори – для демонстрації стильових рішень, меблювання та освітлення в рамках презентацій або узгоджень з клієнтами.

- Студенти та викладачі закладів освіти – як навчальний матеріал з 3D моделювання, візуалізації та інтерфейсного дизайну.

- Потенційні клієнти кав'ярні – у разі інтеграції моделі на сайт чи у VR/AR-додаток, щоб ознайомитися з інтер'єром перед відвідуванням.

Після дослідження аудиторії, необхідно окреслити основні сценарії взаємодії користувачів з інтерактивною моделлю:

- Огляд інтер'єру – користувач може вільно переміщатися віртуальним простором, розглядати меблі, декор, планування. Це може бути реалізовано за допомогою керування мишею, клавішами або через VR-шолом.

- Інтерактивні елементи – можливість натискати на об'єкти (наприклад, столи, бар, меню) для отримання додаткової інформації (опис матеріалів, функції зони, ціни тощо).

- Зміна дизайну – вибіркова функція, яка дає змогу користувачу змінювати кольори стін, освітлення або варіанти оформлення, що буде корисно для інвесторів чи дизайнерів.

- Інтеграція із зовнішніми сервісами – як-от, кнопка «Забронювати столик» або «Перейти до онлайн-меню» при перегляді певної зони.

Отже, цільова аудиторія та сценарії взаємодії встановлюють напрям проєктування і діють як на художні, так і на технічні рішення. Їх чітке визначення є ключовим для створення ефективного та зручного у використанні продукту.

1.4 Огляд і аналіз аналогічного програмного забезпечення та реалізованих 3D-проєктів

Під час розробки 3D-моделі інтерактивної кав'ярні ключовим етапом є аналіз програмних засобів, які застосовуються для моделювання та візуалізації, а також дослідження уже реалізованих аналогічних проєктів. Це надає змогу

краще зрозуміти можливості інструментів, специфіку побудови інтерактивного середовища, підходи до взаємодії з користувачем, а також виявити сучасні тенденції у сфері 3D-дизайну.

Найбільш затребувані інструменти для створення 3D-графіки та візуалізації – це Autodesk Maya, Blender, 3ds Max, Cinema 4D, Unity і Unreal Engine. У контексті створення інтерактивних інтер'єрів кав'ярень слід розглянути особливості кожного:

Autodesk Maya – потужне програмне забезпечення для професійного 3D-моделювання, що уможливорює створення високодеталізованих об'єктів, працювати з матеріалами, освітленням, а також готувати сцену до інтеграції в ігрові рушії або візуалізаційні системи. Інтерфейс важкий, але надзвичайно гнучкий [5].

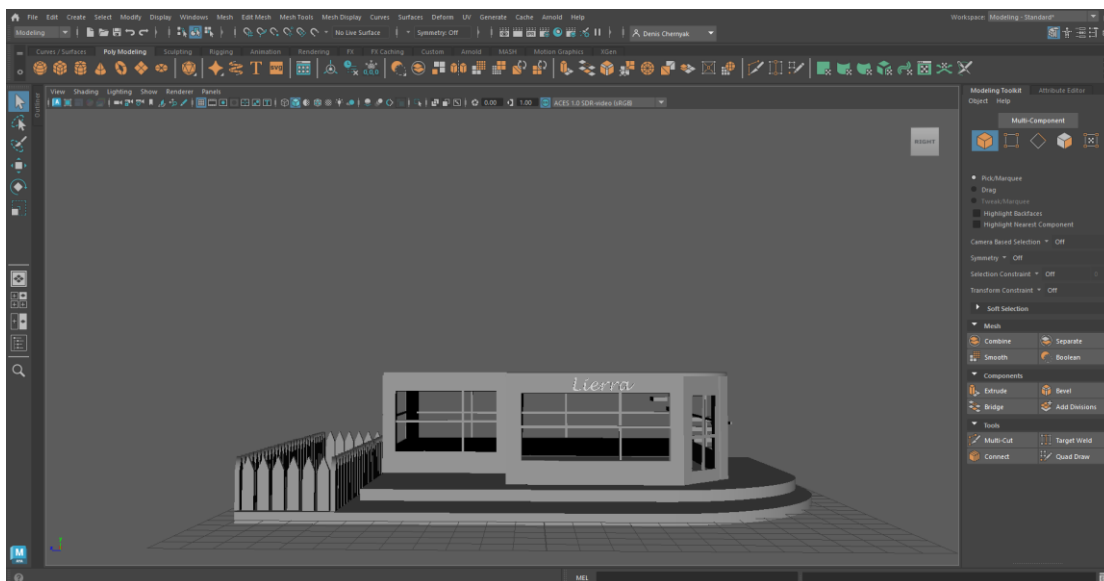


Рисунок 1.1 – Приклад використання Autodesk Maya

Blender – це безкоштовна програма з відкритим вихідним кодом, яка стала справжньою альтернативою комерційним рішенням. Вона пропонує широкий функціонал: від моделювання й анімації до рендерингу, симуляції фізики та розробки інтерактивних сценаріїв [6]. Для дизайну інтер'єрів кав'ярень Blender

дозволяє створювати як статичні моделі (столи, стільці, декор), так і динамічні елементи (наприклад, анімацію відкривання дверей чи ефекти пару від напоїв).

Завдяки вбудованим рендеринг-рушіям, як-от Cycles і Eevee, Blender надає як фотореалістичний рендеринг, так і оптимізовану візуалізацію в режимі реального часу, що ідеально для інтерактивних проєктів. Активна спільнота розробників постійно додає нові плагіни, які розширюють можливості програми, зокрема, для створення складних текстур чи симуляції освітлення. Інтерфейс Blender став більш інтуїтивним у нових версіях, але для роботи з великими сценами він може бути менш оптимізованим порівняно з професійними інструментами, як-от Maya чи 3ds Max.

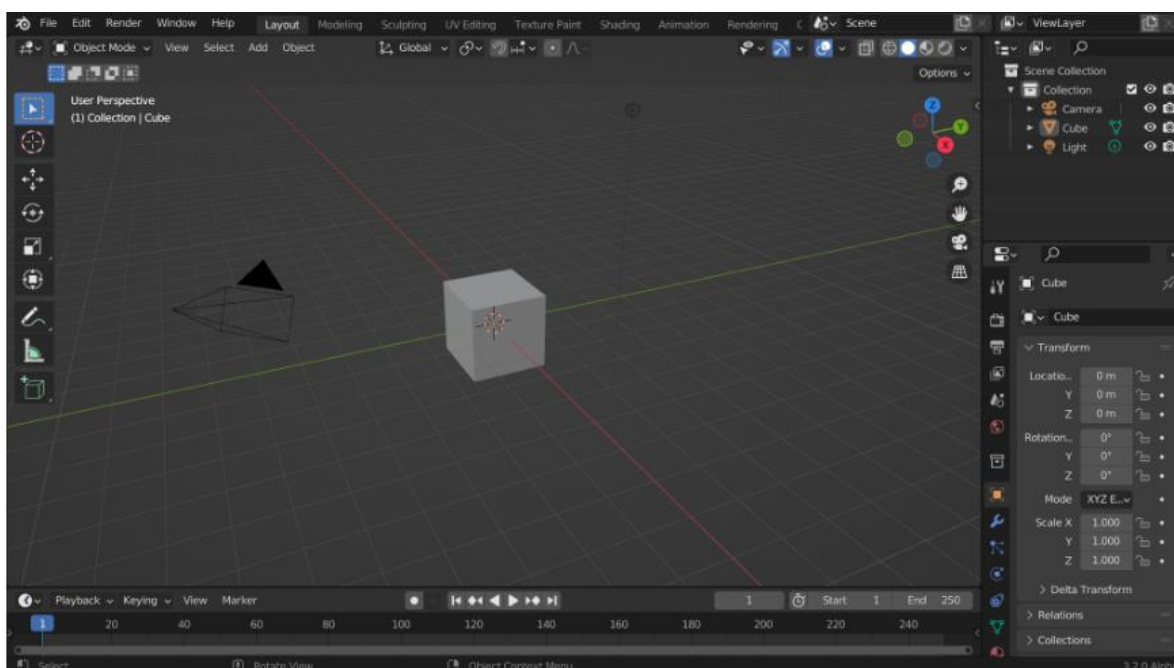


Рисунок 1.2 – Приклад використання Blender

Unreal Engine – це ефективний ігровий рушій, який дозволяє здійснити повноцінну інтерактивність у 3D-сценах, включаючи навігацію, динамічні переходи камер, взаємодію з об’єктами через кліки, а також створення складних сценаріїв для користувацького досвіду [7].

Внаслідок передових технологій, таким як Nanite (для роботи з високодеталізованими геометричними моделями) і Lumen (для глобального динамічного освітлення), Unreal Engine є лідером у створенні фотореалістичних візуалізацій у реальному часі. У контексті розробки інтерактивних інтер'єрів кав'ярень цей рушій ідеально підходить для проєктів із елементами гейміфікації, віртуального туризму чи маркетингових презентацій, де користувач може вивчати простір, взаємодіяти з об'єктами та отримувати унікальний досвід.

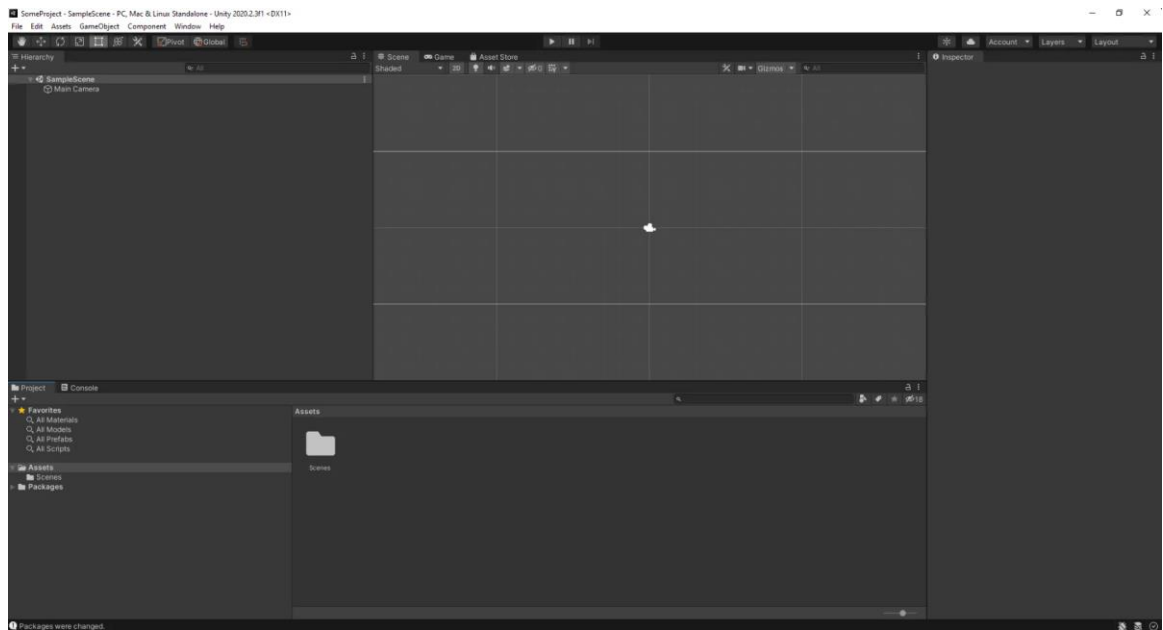


Рисунок 1.3 – Приклад використання Unreal Engine

Кожне з цих середовищ може бути використане для створення інтерактивної кав'ярні, однак Autodesk Maya обрано у рамках даного проєкту через його гнучкість у 3D-моделюванні та високу якість візуалізації сцени.

Крім технічного огляду програмного забезпечення, важливо вивчити приклади вже створених проєктів, які демонструють можливості побудови віртуального простору кав'ярні або подібного середовища:

Cafemart Simulator – це симулятор управління кав'ярнею, в якому реалізовано інтерфейс користувача з перспективи першої та третьої особи. У проєкті можна налаштовувати меблювання, освітлення, погодні умови та інші

параметри середовища. Цей приклад показує, як інтерактивність поєднується з візуально привабливою графікою.

Coffee Shop Simulator (мобільна версія) – демонструє базову взаємодію з інтерфейсом користувача для замовлень, управління меню та розміщення інтер'єру. Проєкт добре ілюструє простий, але ефективний підхід до UI/UX у 3D-середовищі.

CloudPano – онлайн-платформа для створення інтерактивних 3D-турів. Вона дозволяє користувачеві вільно оглядати простір, переміщатися між зонами, переглядати інформаційні вікна, що відкриваються при наведенні на об'єкти. Такий формат популярний для віртуального представлення закладів харчування або коворкінгів.

Three.js “PizzaForno” демо – веборієнтована інтерактивна 3D-сцена, в якій можна натискати кнопки, запускати анімацію та взаємодіяти з об'єктами. Це приклад реалізації інтерактивності без необхідності встановлення програмного забезпечення, що відкриває перспективи для використання 3D-моделей у браузері.

Розробки користувачів Reddit – деякі ентузіасти розробляють власні інтерактивні ресторани або кафе, які містять керовану камеру, анімацію персонажів, динамічне освітлення та логіку взаємодії. Такі проєкти зазвичай фокусуються на досвіді користувача та продуктивності сцени.

Огляд програмного забезпечення та аналіз прикладів уже реалізованих 3D-проєктів дозволяє зробити висновок про доцільність поєднання потужного інструменту для моделювання (Autodesk Maya) з інноваційними підходами до інтерактивності. Такі приклади демонструють, як можна ефективно поєднати візуальну складову, елементи управління та користувацький досвід.

Цей аналіз є ключовим етапом у виборі підходів до розробки власної інтерактивної 3D-моделі кав'ярні. Ознайомлення з прикладами дозволяє краще зрозуміти принципи побудови віртуального простору, способи реалізації взаємодії користувача, а також оптимізувати вибір інструментів і рішень для

подальшої реалізації моделі за допомогою Autodesk Maya та засобів візуалізації. Отримані висновки будуть враховані під час проектування об'єктів, текстурування, освітлення та реалізації елементів інтерактивності в рамках даної кваліфікаційної роботи.

1.5 Обґрунтування вибору Autodesk Maya

Під час створення 3D-моделі інтерактивної кав'ярні було прийнято рішення використовувати Autodesk Maya як основне середовище моделювання. Це обґрунтовано наступними перевагами:

- Висока якість моделювання: Maya підтримує полігональне, NURBS і скелетне моделювання, що дозволяє створити як геометрично точні об'єкти, так і складні анімаційні сцени.
- Потужні інструменти для освітлення та рендерингу: інтеграція з Arnold Renderer забезпечує фотореалістичну якість візуалізації.
- Гнучкість в експорті: підтримка багатьох форматів дозволяє легко передавати модель до Unity або Unreal Engine.
- Широке ком'юніті та документація: спрощує навчання та вирішення технічних питань під час роботи [8].

У поєднанні з Autodesk Maya було обрано такі дотичні інструменти:

- Unity – для розробки інтерактивного перегляду моделі, реалізації функцій переміщення, кліку по об'єктах та інтеграції з інтерфейсом.
- Adobe Photoshop – для обробки текстур і створення візуальних елементів інтерфейсу.
- Substance 3D Assets – для використання готових матеріалів, що знижує час на створення нових текстур.

Об'єднання цих інструментів дозволяє досягти як високої естетичної якості, так і функціональної насиченості продукту.

1.6 Висновок до першого розділу

У першому розділі кваліфікаційної роботи здійснено ґрунтовну аналітичну роботу, спрямовану на багатостороннє вивчення предметної області розробки інтерактивної 3D-моделі кав'ярні. Було детально досліджено важливу проблематику, таку як необхідність забезпечення балансу між високою якістю графіки та продуктивністю системи, складність реалізації інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу для взаємодії користувача, а також значимість створення реалістичної атмосфери з урахуванням матеріалів, освітлення та тіней.

Здійснено огляд сучасних програмних засобів для 3D-моделювання та візуалізації, зокрема Autodesk Maya, Blender, Unreal Engine, а також проаналізовано приклади реалізованих проєктів, таких як Cafemart Simulator, Coffee Shop Simulator та CloudPano [9]. Це дослідження дозволило оцінити сильні та слабкі сторони кожного інструменту, звернувши увагу на їхні можливості щодо розробки інтерактивних сцен і оптимізації робочих процесів. Базуючись на отриманих даних обґрунтовано вибір Autodesk Maya як основного середовища моделювання завдяки його гнучкості, підтримці високоякісного рендерингу з використанням Arnold Renderer та зручності експорту до інших платформ, таких як Unity. Доповнено вибір супутніми інструментами: Unity для інтерактивності, Adobe Photoshop для обробки текстур та Substance 3D Assets для створення матеріалів, що надає комплексний підхід до розробки.

Отримана теоретична база, що містить у собі аналіз проблем, вимог, аудиторії, сценаріїв та інструментів, створює міцний фундамент для переходу до практичного етапу реалізації 3D-моделі. У наступних розділах буде детально висвітлено процес моделювання, текстурування, налаштування освітлення та впровадження інтерактивних функцій, спираючись на результати проведеного аналізу та обрані технології.

РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ 3D-МОДЕЛІ ІНТЕРАКТИВНОЇ КАВ'ЯРНІ

2.1 Створення ескізів та концепт-арту майбутньої кав'ярні

У процесі планування дизайну майбутнього інтер'єру кав'ярні слід створити візуальні матеріали, які дають змогу не лише передати задум, але й оцінити його ефективність ще до початку реалізації. Саме з цією метою було створено ескіз та концепт-арту, що стали основою візуального стилю закладу. Такі зображення відіграють значущу роль у формуванні загального враження про простір, дозволяють протестувати дизайнерські рішення, оцінити ергономіку приміщення, розташування меблів, кольорову гаму, освітлення та загальний настрій інтер'єру [10].

Концепт-арт, зображений на рисунку 2.1, демонструє основні стилістичні та композиційні рішення, які були обрані в результаті аналізу цільової аудиторії та дослідження сучасних тенденцій у сфері HoReCa. Головна мета полягала в тому, щоб створити простір, який би був водночас затишним, естетично привабливим та функціональним. Середовище має створювати враження спокою, натхнення та тепла, сприяючи як швидкому кавовому перекусу, так і тривалому перебуванню в атмосфері невимушеності.

Такі візуалізації дають змогу ще до реалізації фізичного інтер'єру протестувати декілька варіантів оформлення простору, оцінити їх з точки зору зручності, візуальної привабливості, а також відповідності загальній концепції бренду кав'ярні. До того ж, ескіз став ключовим інструментом комунікації між замовником, дизайнером, архітектором та іншими учасниками проєкту, оскільки візуально зрозумілі матеріали значно полегшують процес узгодження рішень.

Також варто зазначити, що створення концепт-арту сприяло формуванню візуальної ідентичності закладу, яка у майбутньому буде відображена не лише в інтер'єрі, а й в поліграфії, упаковці, сайті та соціальних мережах [11]. Таким

чином, на етапі створення ескізів були закладені основи майбутнього бренду кав'ярні.

Цей підхід дозволяє запобігти суттєвих помилок при реалізації інтер'єру, зекономити ресурси, краще зрозуміти потреби клієнтів, а також створити максимально комфортне та привабливе середовище для цільової аудиторії.

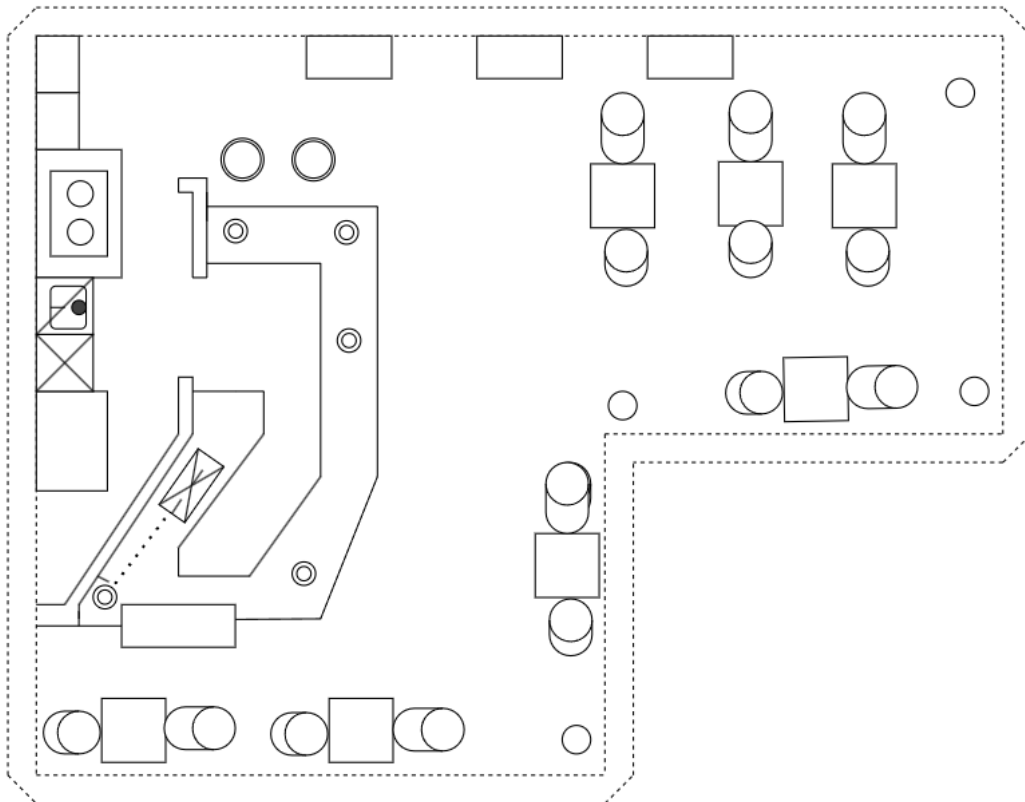


Рисунок 2.1 – Концепт-арт інтер'єру майбутньої кав'ярні

На рисунку 2.1 представлено візуалізацію інтер'єру кав'ярні, що зображує загальну стилістику, розміщення меблів, атмосферу закладу та дизайнерські рішення. У центрі композиції розміщена зона для клієнтів із дерев'яними столами та стільцями світлого кольору. Меблі виглядають лаконічно, зручні у використанні, а їхнє розташування дозволяє гарантувати вільне пересування між столами, що позитивно впливає на ергономіку простору.

На першому плані видно темну барну стійку, яка візуально виділяється на фоні світлого інтер'єру, створюючи акцент і водночас організовуючи простір. Позаду барної стійки розміщені полиці з продукцією або декором, а також кавомашина – ключовий елемент обладнання в кав'ярні. Барна зона добре освітлена, що свідчить про акцентування уваги саме на процесі приготування кави, підкреслюючи прозорість та відкритість обслуговування.

Інтер'єр виконаний у сучасному мінімалістичному стилі з елементами скандинавського дизайну – переважають світлі тони, природні текстури дерева, велика кількість денного світла. Це робить враження затишку, тепла та невимушеності. Освітлення реалізовано за допомогою підвісних ламп з м'яким теплим світлом, що сприяє комфортному перебуванню в приміщенні.

Загальна атмосфера, передана через рисунок 2.1, говорить про те, що кав'ярня орієнтована на молодіжну та креативну аудиторію, а також на людей, які цінують спокійне місце для роботи, відпочинку чи спілкування. Все це вдало передано за допомогою грамотної композиції, збалансованої кольорової гами, правильного зонування та ретельно підібраного інтер'єру.

2.2 Огляд рендер-движків та вибір оптимального рішення

У процесі розробки візуалізацій інтер'єру ключову роль відіграє вибір рендер-движка – програмного інструменту, який відповідає за перетворення 3D-моделі у фотореалістичне або стилізоване зображення. Від рендер-движка залежить якість фінального зображення, швидкість обробки сцени, підтримка світла, тіней, матеріалів і текстур. У сьогоденні існує кілька провідних рендер-движків, що активно застосовуються у галузі архітектурної візуалізації та дизайну інтер'єрів [12].

Blender Cycles – це фотореалістичний рендер-движок, що інтегрований у програму Blender. Працює на основі трасування променів, підтримує реалістичне освітлення, складні матеріали, об'ємні ефекти та глобальне освітлення. Cycles є

безкоштовним та відкритим, що робить його популярним серед фрилансерів і невеликих студій [57]. Його ключова перевага – висока якість при досить гнучкому налаштуванні.

Eevee – ще один рендер-движок від Blender, який працює в режимі реального часу. Eevee дає змогу швидко отримувати попередній результат із достатньо високим рівнем деталізації. Він не такий фотореалістичний, як Cycles, але значно швидший. Використовується для анімації, інтерактивних проєктів та концепт-артів, де важлива швидкість і загальне враження [13].

V-Ray – це один із найпопулярніших рендер-движків у професійному середовищі. Підтримує глибоке налаштування освітлення, тіней, матеріалів, має великі бібліотеки текстур і світлових ефектів. Підходить якнайкраще для архітектурної візуалізації, проте є платним і вимагає потужного обладнання. Його інтеграція з 3ds Max, SketchUp, Revit та іншими програмами робить його гнучким у використанні.

Corona Renderer – ще один відомий інструмент для архітекторів та дизайнерів, який має простий у використанні інтерфейс, високий рівень фотореалізму, підтримку складних матеріалів та освітлення. Його перевага полягає в інтуїтивності й швидкому навчанні, однак він також є комерційним продуктом.

Lumion – потужний рендер-движок, орієнтований на реальний час. Його головна перевага – інтерактивність та швидкість. Він дозволяє миттєво візуалізувати сцени, додавати анімацію, ефекти природи, людей, машин тощо. Використовується переважно в архітектурі, проте має обмеження щодо точності й деталізації, якщо порівнювати з V-Ray чи Cycles.

Unreal Engine – сучасний ігровий рушій, який все частіше застосовується для архітектурної візуалізації завдяки підтримці фотореалістичної графіки в реальному часі. Підходить для інтерактивних презентацій та віртуальних турів. Має круту графіку, однак вимагає багато ресурсів і певного досвіду у роботі з ігровими рушіями [14].

Розглядаючи різні рендер-движки, можна зробити висновок, що кожен з них має свої сильні сторони та сферу найкращого застосування. V-Ray і Corona Renderer забезпечують дуже високий рівень фотореалізму, однак є комерційними продуктами, що потребують ліцензії, що може бути обмеженням для навчальних або особистих проєктів. Lumion і Unreal Engine ідеально підходять для створення рендерів у реальному часі, з ефектними візуалізаціями, проте вимагають потужного обладнання та більш складного налаштування сцени.

Таблиця 2.1 – Порівняння рендер-движків

Рендер-движок	Безкоштовний	Фотореалізм	Швидкість рендеру	Простота використання	Реальний час	Плагіни/Інтеграція
Blender Cycles	Так	Високий рівень якості	Ні	Так	Ні	Частково
Eevee	Так	Так	Високий рівень якості	Середній рівень якості	Високий рівень якості	Частково
Lumion	Ні	Середній рівень якості	Високий рівень якості	Середній рівень якості	Високий рівень якості	Так
Unreal Engine	Так	Високий рівень якості	Високий рівень якості	Частково	Високий рівень якості	Високий рівень якості
Arnold (Maya)	Ні	Високий рівень якості	Середній рівень якості	Так	Ні	Високий рівень якості

Найбільш збалансованим та професійним рішенням у контексті дипломного проєкту стала робота з рендер-движком Arnold, що інтегрований у

середовище Autodesk Maya [15]. Maya – це індустріальний стандарт для розробки високоякісної 3D-графіки, який широко застосовується в кіноіндустрії, геймдизайні та архітектурній візуалізації. Її потужний функціонал, гнучка система налаштувань та інтеграція з Arnold надає високий рівень деталізації й фотореалізму, що є критично важливим для якісного візуального представлення інтер'єру кав'ярні.

Рендер-движок Arnold дозволяє здобути реалістичне освітлення, точне відтворення матеріалів і складних світлотіньових ефектів. Його перевага зводиться до фізично коректного підходу до рендерингу, підтримці глобального освітлення, каустики, підповерхневого розсіювання світла (SSS) та багатьох інших професійних функцій. Без огляду на ресурсомісткість, Arnold демонструє стабільність і передбачувані результати, що надзвичайно важливо на фінальних етапах візуалізації.

Отже, вибір на користь Maya з Arnold забезпечив ідеальний баланс між якістю візуалізації, функціональністю програмного забезпечення та професійним підходом до створення сцени. Це рішення дало змогу сконцентруватися на художньому аспекті роботи, маючи в розпорядженні надійний і потужний інструмент, який повністю відповідає вимогам проекту.

2.3 Моделювання екстер'єру

Наразі було виконано розробку зовнішньої частини об'єкта в середовищі Autodesk Maya. Головною метою було змоделювати реалістичний і привабливий екстер'єр невеликої комерційної будівлі з елементами навколишнього середовища, дотримуючись пропорційності, композиційної цілісності та візуального балансу сцени [16].

Робота розпочалася зі розробки базової форми будівлі. На рисунку 2.1 зображено початкову стадію моделювання, на якій побудовано основний об'єм споруди. Для цього були використані базові примітиви, зокрема куби, які згодом

редагувалися за допомогою інструментів масштабування, екструдування та об'єднання поверхонь. Утворено фасад із великими вікнами, що візуально розширюють простір і надають будівлі сучасного вигляду [59]. Над центральною частиною розміщено вивіску з назвою "Lierra", що також було змодельовано окремим текстовим об'єктом із подальшою адаптацією до фасаду.

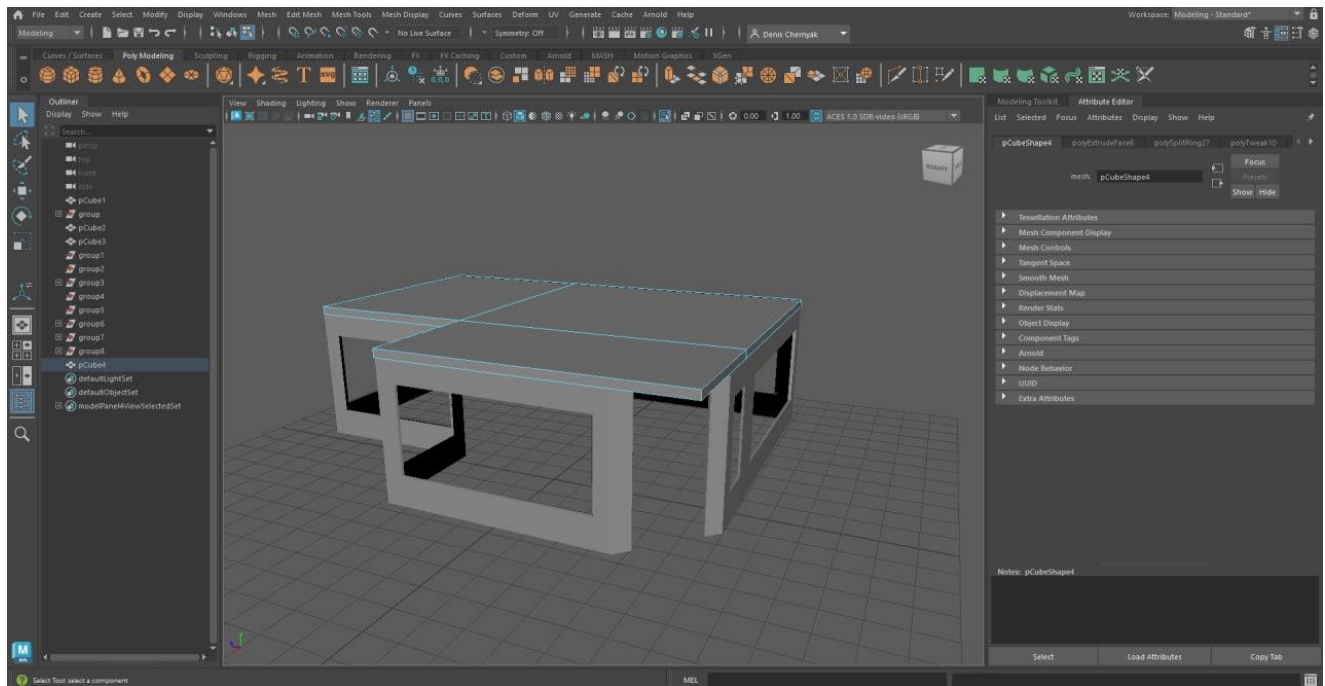


Рисунок 2.2 – Створення базової форми будівлі

Наступним етапом стало додавання архітектурних і декоративних деталей. На рисунку 2.2 представлено вже вдосконалену версію моделі, до якої було додано сходи, що ведуть до входу в будівлю, а також декоративну огорожу по лівій стороні [17].

Для побудови огорожі використано повторення модифікованих циліндричних форм із рівномірним кроком, що забезпечує однорідність та симетрію. Також на даному етапі було змінено геометрію платформи, на якій стоїть будівля, для кращої інтеграції її у віртуальне середовище.

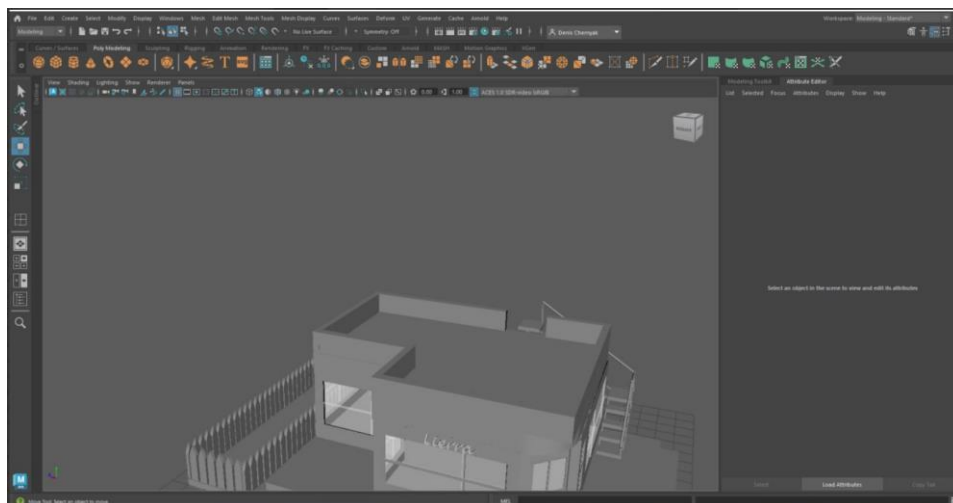


Рисунок 2.3 – Вдосконалена форма будівлі

Кінцевий етап моделювання представлений на рисунку 2.3, де до сцени додано об'єкти навколишнього середовища – зокрема тривимірну модель дерева. Це дерево складається з багатьох окремих елементів: стовбура, гілок і листя, що дозволяє досягти високої деталізації та реалістичності.

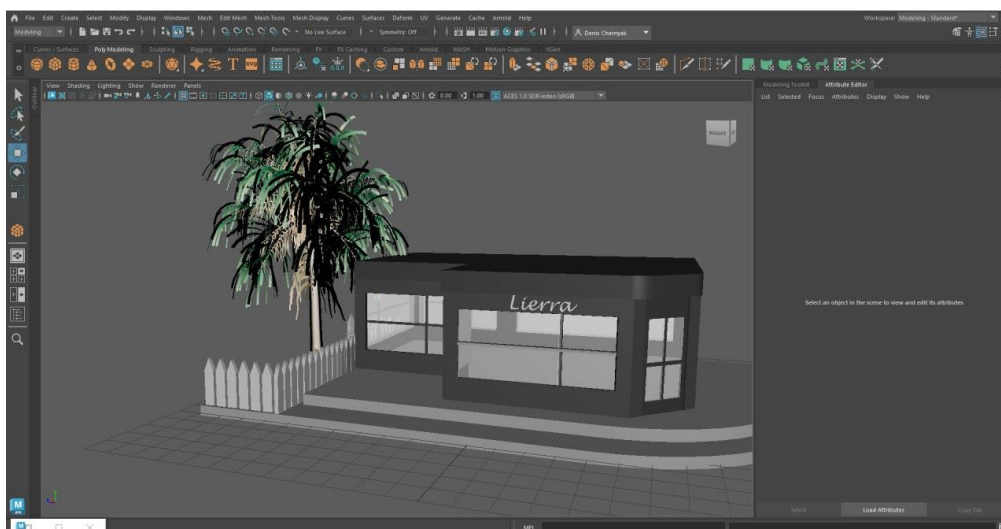


Рисунок 2.4 – Вигляд екстер'єру будівлі

Завдяки додаванню природного елемента сцена стала привабливішою і наповнилася атмосферою затишку. Також була активована сітка для точного позиціонування об'єктів у просторі.

Під час роботи широко застосовувалися інструменти з панелі Poly Modeling, що дало змогу гнучко керувати геометрією об'єктів. Для моделювання дерева, створено вручну за допомогою комбінування складних полігональних структур.

2.4 Моделювання інтер'єру

Після завершення створення зовнішнього вигляду будівлі наступним логічним кроком стало моделювання її внутрішнього простору. Саме інтер'єр визначає атмосферу кав'ярні, впливає на враження користувача та задає характер усього віртуального простору. Ціллю етапу моделювання інтер'єру було побудова реалістичного, функціонального та водночас візуально привабливого середовища, яке відображає концепцію закладу, орієнтованого на затишок і сучасність [18].

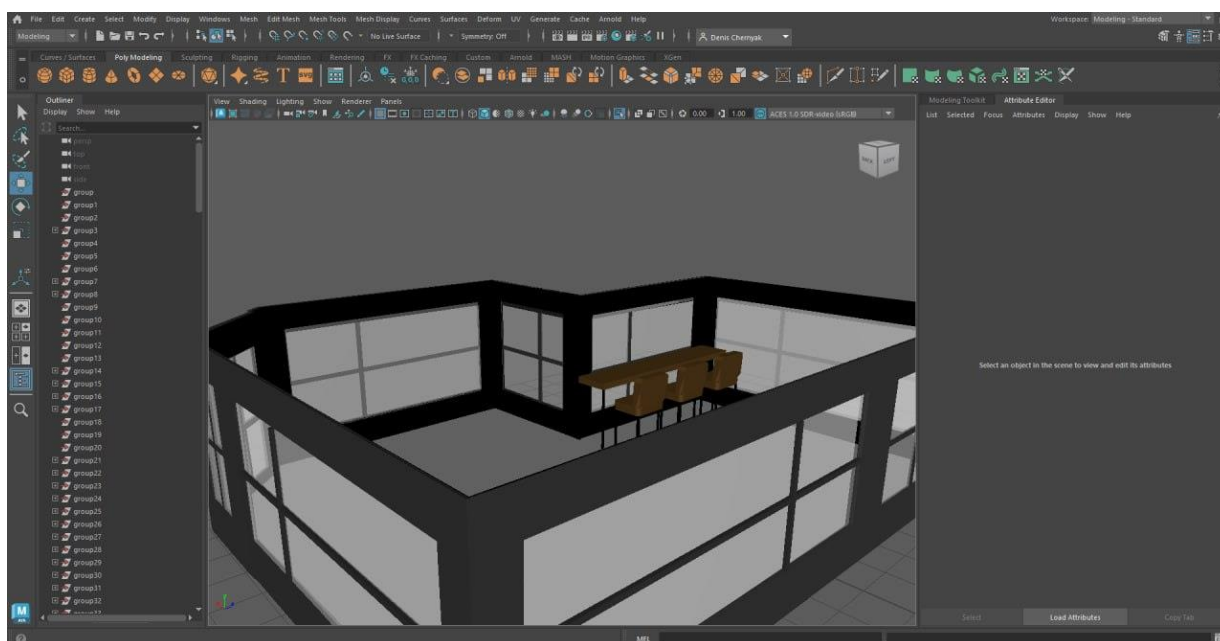


Рисунок 2.5 – Побудова базового інтер'єру з вікнами і центральним столом

На рисунку 2.5 зображено перший етап наповнення інтер'єру. Розроблено базову структуру приміщення та частково заповнено меблями: стійкою,

високими стільцями та перегородкою. Об'єкти спроектовані із дотриманням реальних пропорцій, що дає змогу зберегти візуальну достовірність та утворити комфортне середовище для уявного користувача.

Моделювання проводилося в середовищі Autodesk Maya із використанням інструментів полігонального моделювання. Робота розпочалася з формування базових елементів: стін, вікон, підлоги та перегородок. Архітектура інтер'єру будується за принципом відкритого простору, з великими вікнами, що забезпечують достатній рівень природного освітлення. У центрі композиції – барна зона, яка є головною функціональною точкою закладу.

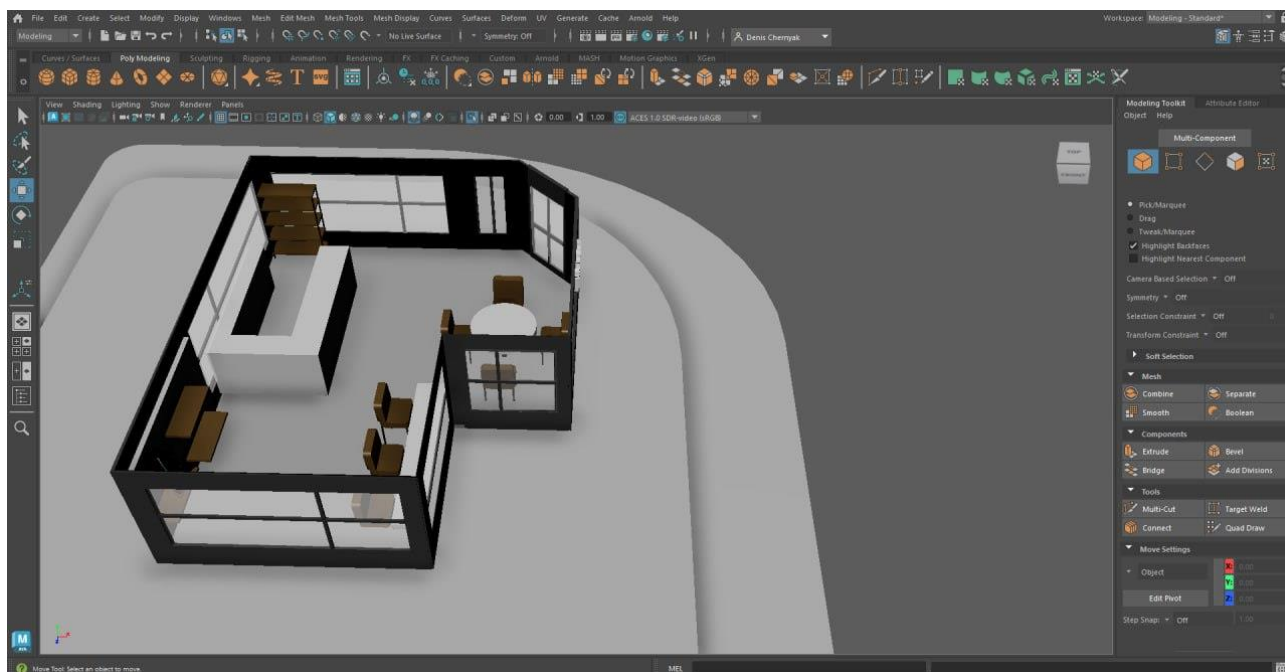


Рисунок 2.6 – Деталізована сцена інтер'єру з меблями та розділенням зон

Далі робота перейшла до деталізації інтер'єру. Як показано на рисунку 2.6, було додано більше меблів: круглі та прямокутні столи, шафи, полицки, низькі сидіння. Вся сцена розділена на зони відповідно до логіки реального закладу: простір розподілений на зону очікування/відпочинку, зону спілкування, барну зону та службову частину. Подібне планування сприяє зручному орієнтуванню у

просторі, підвищує інтуїтивність взаємодії в інтерактивному режимі та забезпечує привабливий зовнішній вигляд сцени [19].

Кожен об'єкт було побудовано вручну, з урахуванням кількості полігонів і зручності для подальшого текстурування. Було важливо уникнути надлишкової деталізації на цьому кроці, щоб не перевантажити сцену та зберегти продуктивність рендерингу й інтерактивної взаємодії. Для забезпечення порядку всі моделі були згруповані та логічно ієрархізовані у структурі Outliner.

За винятком технічного аспекту, моделювання інтер'єру виконувало ще й концептуальну функцію: дозволяло перевірити, як задуманий візуальний стиль буде виглядати у просторі, наскільки вдало поєднуються різні елементи, чи не викликає візуального перевантаження розміщення меблів, чи достатньо гармонійно сприймається загальна кольорова гама та композиція.

Унаслідок детального моделювання інтер'єру було розроблено повноцінну сцену, яка готова до наступних кроків проєкту – текстурування, освітлення та інтерактивного налаштування. Сформований простір можна використовувати як візуальний макет для реального інтер'єру кав'ярні, презентаційний тур, частину ігрового чи віртуального досвіду.

2.5 Текстурування та створення матеріалів для 3D сцени

Після моделювання інтер'єру кав'ярні наступним важливим етапом стало текстурування об'єктів і створення матеріалів, які додають сцені реалізму, настрою та естетичної завершеності. У межах цього проєкту було використано програмне забезпечення Autodesk Maya, яке надає потужний інструментарій для роботи з матеріалами та текстурами [20].

У Maya текстурування починається з UV-розгортки, яка дає змогу "розгорнути" 3D-модель на площині для правильного нанесення зображень. Усі ключові об'єкти сцени – столи, стільці, барна стійка, декоративні елементи та стіни – були ретельно розгорнуті для уникнення спотворень текстур.

Далі, за допомогою Hypershade Editor створювались різні типи матеріалів – металеві, дерев'яні, скляні, тканинні тощо. Застосовувалися шейдери типу Arnold Standard Surface, що підтримують фізично-коректне відображення світла. Це дає змогу досягнути максимально реалістичного вигляду при фінальному рендері.

Для кожного матеріалу були налаштовані ключові параметри:

- Base Color – задає основний колір або текстуру.
- Roughness – контролює ступінь розсіювання світла на поверхні.
- Metalness – визначає, чи має матеріал металеву основу.
- Bump або Normal Map – додає дрібні деталі без збільшення полігональності.
- Specular – визначає, як об'єкт блищить під світлом.

Текстури були створені вручну в Substance Painter, а також використано деякі PBR-набори з відкритих бібліотек. Усі текстури були оптимізовані під рендер, щоб не перевантажувати сцену [21].

Цей процес дозволив значно покращити якість сцени, додавши їй правдоподібності, а також підкреслити функціональне зонування простору через візуальні елементи. Слід зауважити, що саме матеріали і текстури надають 3D-моделі "життя", і без них навіть найдетальніша модель виглядає "плоско" та неприродно.

У кінцевому результаті текстурування сцена кав'ярні отримала характерний стиль: теплі дерев'яні поверхні створюють атмосферу затишку, металічні елементи додають сучасності, а скляні об'єкти – легкості та відкритості. Це дуже важливо для візуального позиціонування бренду кав'ярні, який орієнтований на поєднання сучасного дизайну та домашнього затишку [22].

Під час розробки 3D-сцен для візуалізації інтер'єру кав'ярні, важливим кроком є текстурування та створення матеріалів. У програмі Autodesk Maya цей процес дозволяє надати об'єктам фізичні властивості, такі як колір, блиск, шорсткість, прозорість тощо, що значною мірою впливає на реалізм фінального

металу. Такі матеріали важливі для створення атмосфери реалістичності, особливо якщо інтер'єр кав'ярні планується в стилі лофт або індастріал, де подібні елементи можуть бути частиною декоративного наповнення.

Отож, процес текстурування є не лише технічним, але й художнім етапом, який значною мірою формує настрій сцени. Завдяки інструментам Maya, зокрема Hypershade, та рендеру через Arnold, можна досягти високого рівня деталізації та фотографіметричної правдоподібності матеріалів, що значно підвищує якість візуального подання проєкту [24].

2.6 Висновок до другого розділу

У другому розділі було розглянуто ключові етапи проєктування 3D-моделі інтерактивної кав'ярні, що має стати основою для подальшої інтеграції віртуального середовища. Спочатку було сформовано концепт-арт та ескізи, які стали відправною точкою для визначення загального стилю, атмосфери та просторової організації сцени. Візуальна ідея, закладена на цьому етапі, забезпечила узгодженість у подальших етапах розробки.

Після дослідження програмних інструментів для рендерингу було обрано рендер-движок Arnold, який відповідає вимогам фотореалістичної візуалізації та забезпечує гнучке налаштування матеріалів і освітлення, що є критично важливим для отримання якісного візуального результату [58]. Це рішення сприяє сумісності з інструментами моделювання та підтримує сучасні технології рендерингу.

Було детально опрацьовано моделювання екстер'єру та інтер'єру кав'ярні, з урахуванням ергономіки, композиції та стилістичної цілісності. Для реалізації моделі використовувалося полігональне моделювання у середовищі Autodesk Maya, що дозволило створити точну та функціональну просторову структуру із застосуванням реалістичних форм і пропорцій.

На кінцевому етапі було здійснено текстування об'єктів та створення матеріалів за принципами PBR (Physically Based Rendering). Це дозволило домогтися максимально природного вигляду поверхонь, покращити сприйняття глибини та фактури, а також забезпечити інтеграцію візуальної сцени з інструментами освітлення та рендерингу [25].

Тож, другий розділ охоплює повноцінний цикл проєктування 3D-середовища кав'ярні – від ідеї до її технічної реалізації. Всі використані рішення спрямовані на розробку візуально привабливого, зручного для взаємодії та придатного до подальшої інтерактивної інтеграції середовища. Створена модель слугує основою для наступних етапів роботи, зокрема реалізації анімаційних сценаріїв та користувацької навігації у просторі.

РОЗДІЛ 3. ТЕСТУВАННЯ ТА ДЕМОНСТРАЦІЯ ІНТЕРАКТИВНОЇ 3D МОДЕЛІ

3.1 Оцінювання якості 3D моделі та реалістичності сцени

По завершенні моделювання інтер'єру, екстер'єру та їх інтеграції в єдине середовище, важливим етапом стало оцінювання якості створеної 3D-моделі та її відповідності критеріям реалістичності. Такий аналіз дає змогу виявити сильні сторони проєкту, потенційні недоліки, а також загальну готовність сцени до подальшого текстурування, візуалізації або інтерактивного перегляду [26].

На прикладі моделі кав'ярні «Lierra» здійснено перевірку декілька ключових аспектів. Передусім оцінювалася геометрична точність створених об'єктів: усі складові сцени мають правильну форму, дотримано пропорційність між будівлею, меблями, огорожею та зовнішнім простором. Конструкція вікон, дверей, столів і стільців відповідає логіці реального середовища – усе має реальні розміри та розташоване відповідно до уявної функціональної логіки закладу. Необхідно пам'ятати, що жоден із елементів не перетинається із сусідніми об'єктами, не містить технічних помилок у топології та може бути використаний у подальшій інтерактивній реалізації.

Загальна композиція сцени є цілісною та врівноваженою. Внутрішній простір вдало поєднується із зовнішнім майданчиком, що добре видно на рисунках 3.1 та 3.2. Сцена не перевантажена об'єктами, при цьому залишається функціонально насиченою: відвідувач умовно може пересуватись між зонами, обирати місце за столиком або взаємодіяти з барною стійкою. Усі зони – посадкова, обслуговування, проходи – чітко виокремлені, що робить сцену зручною не лише для перегляду, а й для використання в інтерактивному режимі.

Рівень деталізації в моделі є помірним, однак достатнім для розуміння загального задуму інтер'єру. Об'єкти меблів мають спрощену форму без надмірної кількості полігонів, що позитивно позначається на продуктивності.

У той же час загальні силуети, розміщення та логіка об'єктів дозволяють легко зчитувати призначення кожної зони.

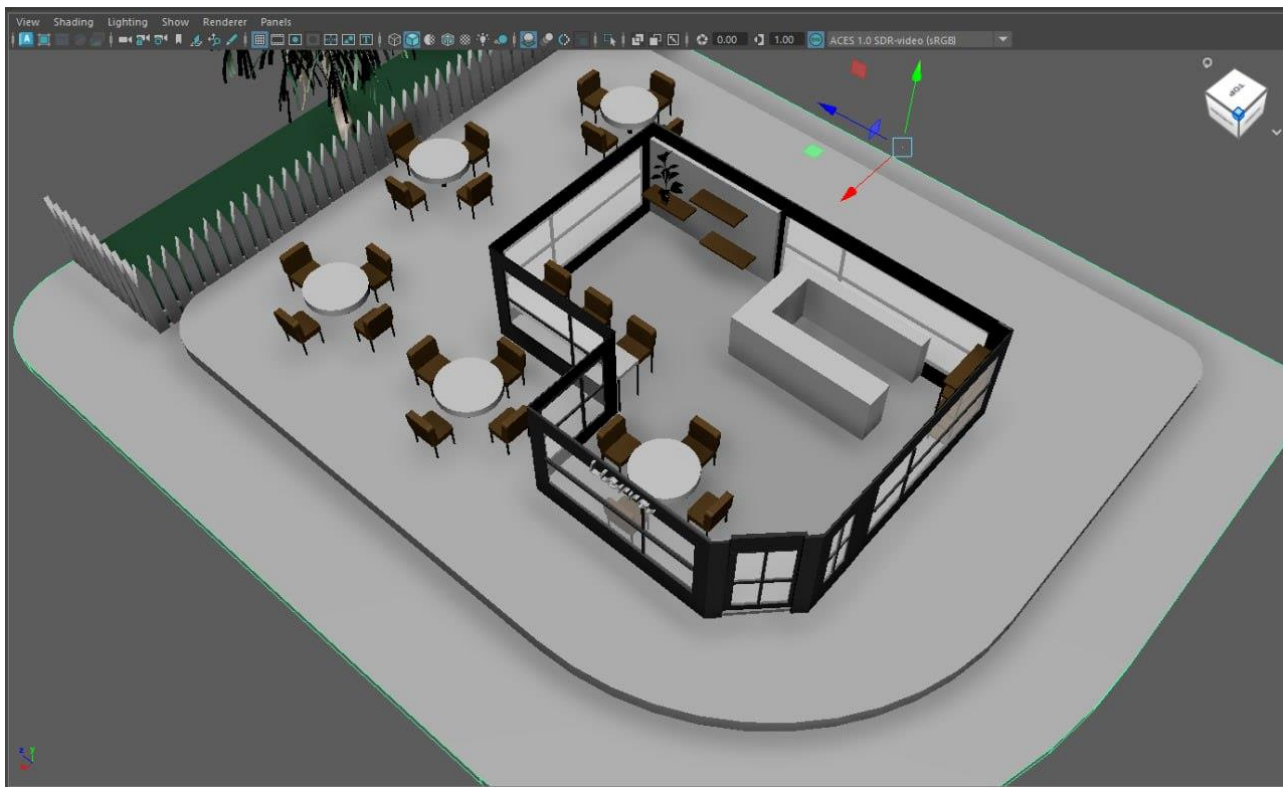


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд моделі кав'ярні в оточенні

На рисунку 3.1 зображено повну сцену з поєднанням внутрішнього та зовнішнього простору моделі кав'ярні. У центрі сцени розміщена сама будівля, виконана у сучасному стилі з панорамними вікнами. Вона має чітке геометричне зонування: ліворуч видно посадкову зону з круглими столами, праворуч – барну стійку, позаду – стелажі та декор [27].

Простір навколо будівлі організований як літній майданчик – розміщено декілька круглих столів зі стільцями, що створює відчуття реального міського середовища. Уздовж краю сцени простягається декоративна огорожа з елементами озеленення – газоном і деревами, які доповнюють композицію та створюють атмосферу затишку [28]. Основа сцени представлена у вигляді вулиці з округлим поворотом, що ще більше наближає модель до реальної архітектурної

ситуації, де кав'ярня могла б бути розташована на розі будинку або площі. Внаслідок цього рисунку можна оцінити загальний просторовий баланс сцени, продуманість її структури та логіку організації пішохідного простору, що забезпечує зручність навігації як у віртуальному середовищі, так і з погляду користувацького досвіду.



Рисунок 3.2 – Деталізація сцени з огорожею та зовнішніми столиками

Рисунок 3.2 показує є більш наближений погляд на сцену, з фокусом на внутрішній простір закладу та взаємозв'язок його із зовнішнім середовищем. Добре видно розміщення меблів: усередині приміщення є декілька посадкових місць, барна стійка Г-подібної форми, високі стільці біля стіни, а також полиці на задній стіні – усе це формує цілісну й логічну композицію. Простір за склом плавно переходить у зовнішню зону з кількома столами й стільцями, які повторюють дизайн інтер'єрних меблів, зберігаючи єдність стилю.

Зовнішній простір також обмежений декоративною огорожею, що створює ефект камерності й дозволяє уявити кав'ярню як частину пішохідної зони, дворику або літньої тераси [29].

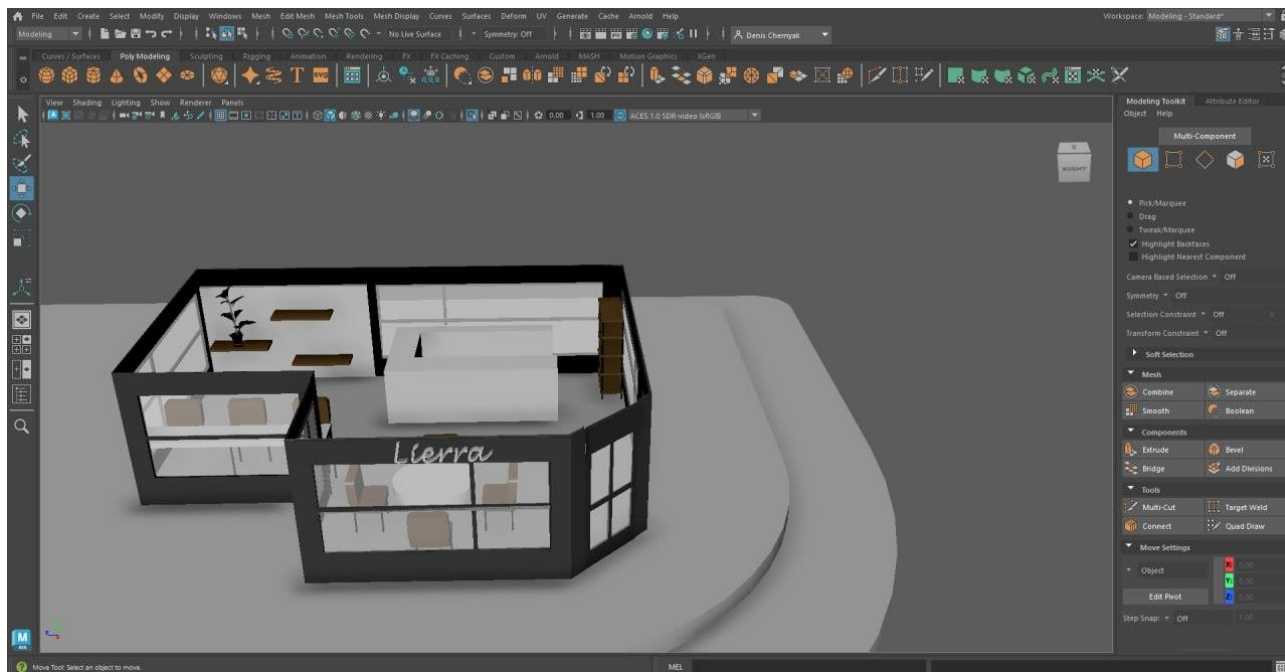


Рисунок 3.3 – Вигляд з фасаду з вивіскою та внутрішнім оздобленням

Рисунок 3.3 додає акценту на фасадній частині будівлі. На передньому плані добре видно вивіску «Lierra», що створює фірмову ідентичність закладу. Завдяки великим прозорим вікнам користувач отримує можливість зазирнути всередину приміщення навіть ззовні – що є типовим прийомом у сучасному дизайні кафе, де внутрішня атмосфера використовується як елемент візуального залучення. Цей ракурс дозволяє оцінити не лише зовнішній вигляд будівлі, а й загальний стиль інтер'єру, який поєднує мінімалізм, теплі текстури та чітку геометрію. Також слід пам'ятати, що композиція фасаду виглядає симетричною, логічною й сучасною, що добре підходить для презентацій, рекламних матеріалів або VR-турів. Що підсилює відчуття цілісності проєкту та дозволяє сформувати перше враження про бренд.

Також не менш важливою є інтеграція сцени в умовне міське середовище. Завдяки наявності огорожі, дерев та зовнішніх столиків, модель не виглядає ізольовано. Така організація простору значно підвищує реалістичність сцени й наближує її до практичного використання – наприклад, для презентації дизайну, віртуального туру або як частину симуляційної гри.

Таким чином, 3D-модель кав'ярні демонструє високий рівень композиційної завершеності, продуману організацію простору та візуальну логіку. Попри те, що на даному етапі ще не виконано повного текстуровання та освітлення, сцена вже наочно відображає концепцію закладу, а її компоненти повністю підготовлені до подальших етапів реалізації [30].

3.2 Виявлення технічних недоліків у роботі інтерактивної сцени

Після розробки базової структури інтерактивної 3D-сцени кав'ярні та проведення оцінювання якості моделі, важливим етапом стало виявлення технічних обмежень і недоліків, які можуть впливати на функціональність, продуктивність та потенціал для подальшої інтеграції. Такий аналіз є потрібним не лише для підвищення якості сцени в межах поточного проєкту, а й для розуміння напрямів її розвитку в майбутньому[31].

На цьому кроці сцена є статичною – вона представляє собою просторову структуру приміщення, розташування меблів, зовнішній простір, але не містить динамічних або інтерактивних елементів. Це спричинено тим, що акцент було зроблено на створення якійсь геометрії, зонування й загального стилістичного оформлення. Однак, відсутність інтерактивності є тимчасовим обмеженням, яке може бути усунуте на наступному етапі розробки.

Одним із виявлених технічних обмежень є нестача анімацій – як зовнішніх (наприклад, рух листя дерев або тіней), так і внутрішніх (рух стільців, відкриття дверей, миготіння світла тощо). Їхнє додавання не лише підвищить ступінь реалістичності сцени, але й дозволить користувачу глибше зануритися у

віртуальний простір. Ще одним недоліком на поточному етапі є відсутність взаємодії з об'єктами: користувач поки що не може натискати на елементи інтер'єру, переглядати опис страв, переміщати меблі або змінювати конфігурацію простору [32]. У майбутньому планується реалізувати функціонал натискання на столи для перегляду меню, можливість віртуального бронювання місця, а також інтерактивну зміну освітлення сцени залежно від обраного часу доби.

Також перспективною ідеєю для розвитку сцени є впровадження користувацької камери та вільної навігації в режимі від першої особи (first-person), що дозволить глядачу самостійно пересуватись по простору, розглядати зони з різних ракурсів та взаємодіяти з інтерфейсом. У цьому контексті також можливе підключення VR-підтримки, що суттєво підвищить рівень занурення.

З технічної точки зору, ключовою умовою подальшого розширення сцени є її оптимізація. Для стабільної роботи на різних пристроях необхідно провести детальний аналіз полігональності моделей, зменшити надлишкову геометрію там, де це не впливає на візуальне сприйняття, та забезпечити правильне використання рівнів деталізації (LOD) [33]. Також доцільно впровадити систему завантаження текстур з урахуванням продуктивності (наприклад, підвантаження високоякісних матеріалів лише при наближенні камери до об'єкта).

У цілому, проведений аналіз показав, що створена сцена є доброю основою для подальшого розвитку, однак у її поточній версії вона має обмежений функціонал. Ключова мета цього етапу – зафіксувати потенційні напрями розширення та окреслити шляхи, якими можна вдосконалити проєкт. Надалі інтерактивна сцена може бути перетворена у повноцінний віртуальний тур або навіть вебзастосунок для представлення інтер'єру кав'ярні з можливістю бронювання, перегляду меню, зміни дизайну або вбудованої гри-симулятора на базі 3D-моделі. Усе це відкриває широкі перспективи використання створеної сцени не лише як навчального кейсу, а й як практичного інструменту для бізнесу або розваг.

3.3 Демонстрація взаємодії користувача з моделлю

На цьому етапі модель побудована в середовищі Autodesk Maya, тому для демонстрації взаємодії використовуються різні камери, оглядові проєкції та навігаційні інструменти [34]. За сприяння функціоналу Maya, користувач має змогу перемикатися між різними точками зору – зверху, збоку, спереду та перспективно, що чітко видно на рисунку 3.1. Така багатовіконна система перегляду дає змогу оцінити структуру сцени з різних ракурсів, проаналізувати організацію простору, а також перевірити логіку розміщення об'єктів.

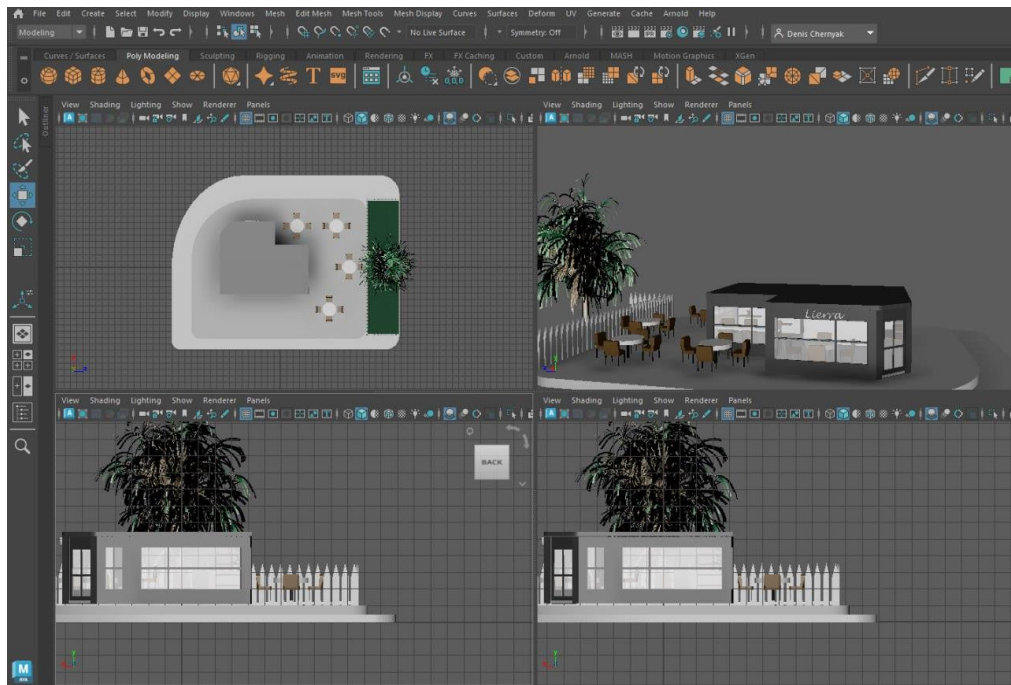


Рисунок 3.4 – Вигляд моделі з чотирьох проєкцій: перспективної, зверху, зліва і спереду

Рисунок 3.4 зображує можливості базової взаємодії з 3D-моделлю всередині середовища Autodesk Maya. Сцену поділено на чотири робочі вікна, кожне з яких відображає об'єкт з різного ракурсу. У верхньому лівому вікні показано вид зверху, що дає змогу оцінити геометричну композицію сцени, розташування столів і зонування простору з висоти пташиного польоту. У

верхньому правому – перспективний вид, який дозволяє переглянути сцену з глибиною та об’ємним сприйняттям [35]. Там чітко видно фасад будівлі з вивіскою «Lierra», літні столики перед нею, а також декоративну огорожу та зелені насадження, які формують атмосферу затишку.

Нижні два вікна – це фронтальний і боковий вигляди сцени, які дають можливість точніше позиціонувати об’єкти, оцінити їх висоту та співвідношення між елементами. Такий поділ на вікна дозволяє користувачеві максимально ефективно аналізувати модель з різних сторін, переміщати об’єкти, коригувати їх розташування та перевіряти симетрію. Внаслідок цієї можливості в середовищі моделювання надається перша форма взаємодії – навігація камерою, оцінка пропорцій, наближення до об’єктів і просторове уявлення про сцену.

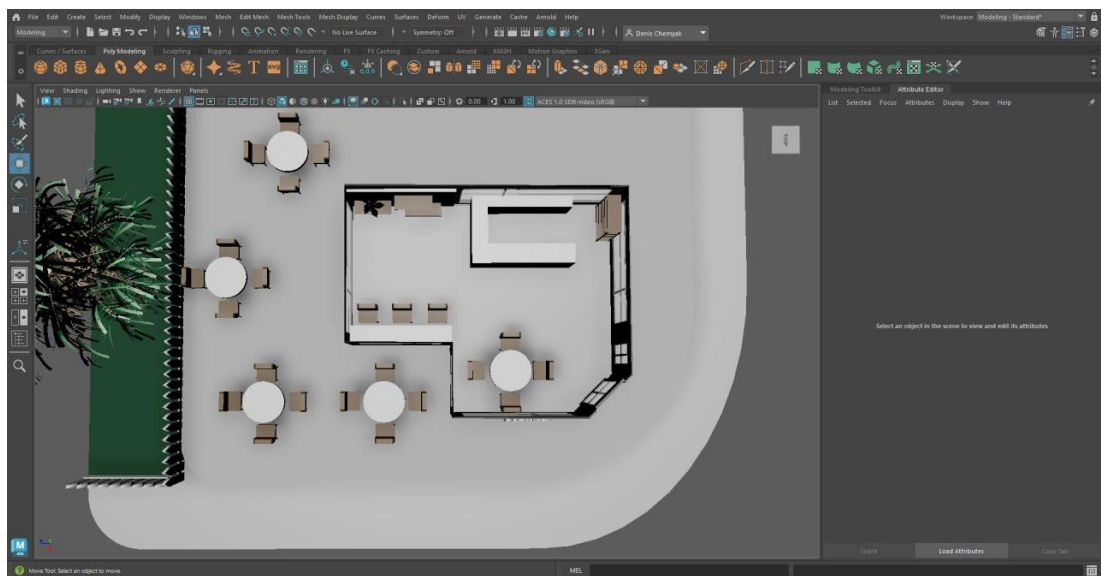


Рисунок 3.5 – Огляд сцени зверху в режимі повноекранного перегляду

Рисунок 3.5 демонструє вигляд сцени з висоти в одному повноекранному вікні [36]. Такий формат дає змогу сфокусувати увагу на розміщенні всіх ключових об’єктів: видно як внутрішній простір кав’ярні, так і зовнішню терасу з посадковими місцями. Внаслідок цього огляду легко прослідкувати логіку зонування: внутрішній простір чітко поділений на барну зону, зону зі столами

для клієнтів і технічну частину, тоді як зовнішня частина оформлена як відкрита тераса.

Слід пам'ятати, що сцена побудована із збереженням реалістичних масштабів: проходи між столами достатні для переміщення, меблі розміщено симетрично, а декоративні елементи (дерева, трава, огорожа) не перешкоджають руху. Такий вид особливо зручний для перевірки просторової організації, ергономіки та майбутнього сценарію навігації користувача в інтерактивному режимі – саме так він зможе оцінити, наскільки логічно побудована сцена, які зони доступні для огляду, а також у яких місцях доцільно реалізувати точки взаємодії (натискання, перемикання камер тощо) [37].

Попри те, що модель поки не інтегрована в ігровий рушій, уже зараз можна здійснювати базову взаємодію – обертати сцену, переміщувати точки огляду, наближатися до певних деталей. У майбутньому це можна перетворити у повноцінний віртуальний тур: користувач зможе «гуляти» по кав'ярні в режимі реального часу, натискати на об'єкти для перегляду інформації, вибирати столик для бронювання або навіть змінювати кольори інтер'єру в реальному часі.

Отже, розроблена 3D-модель вже на поточному етапі дозволяє продемонструвати базову взаємодію користувача із сценою, забезпечити огляд усіх важливих деталей і зон, а також сформувати цілісне враження про інтер'єр.

3.4 Платформи та способи публікації інтерактивної сцени

Після завершення моделювання, текстурування та налаштування сцени постає завдання – як саме презентувати результат [38]. У випадку створення інтерактивної 3D-сцени для кав'ярні, важливо не лише отримати візуалізацію, а й забезпечити можливість перегляду цієї сцени з будь-якого кута, з можливістю навігації в реальному часі, масштабування або навіть інтерактивної взаємодії. Існує кілька актуальних платформ і методів публікації таких сцен.

Sketchfab – це сучасна онлайн-платформа, що дозволяє демонструвати 3D-моделі безпосередньо у веб-браузері [39]. Після завантаження моделі користувач може налаштувати освітлення, матеріали, камери, а також додати анімації та інтерактивні пояснення до певних частин сцени. Завдяки WebGL Sketchfab забезпечує реалістичне рендерення та плавну взаємодію з моделлю – користувач може обертати її, змінювати кут огляду, масштабувати тощо. Крім цього, платформа дозволяє інтегрувати сцену у веб-сайт за допомогою iframe, подібно до вбудовування відео з YouTube. Sketchfab підтримує AR/VR-функціональність, що робить її особливо актуальною для дизайну інтер'єру, архітектури та презентацій [40].

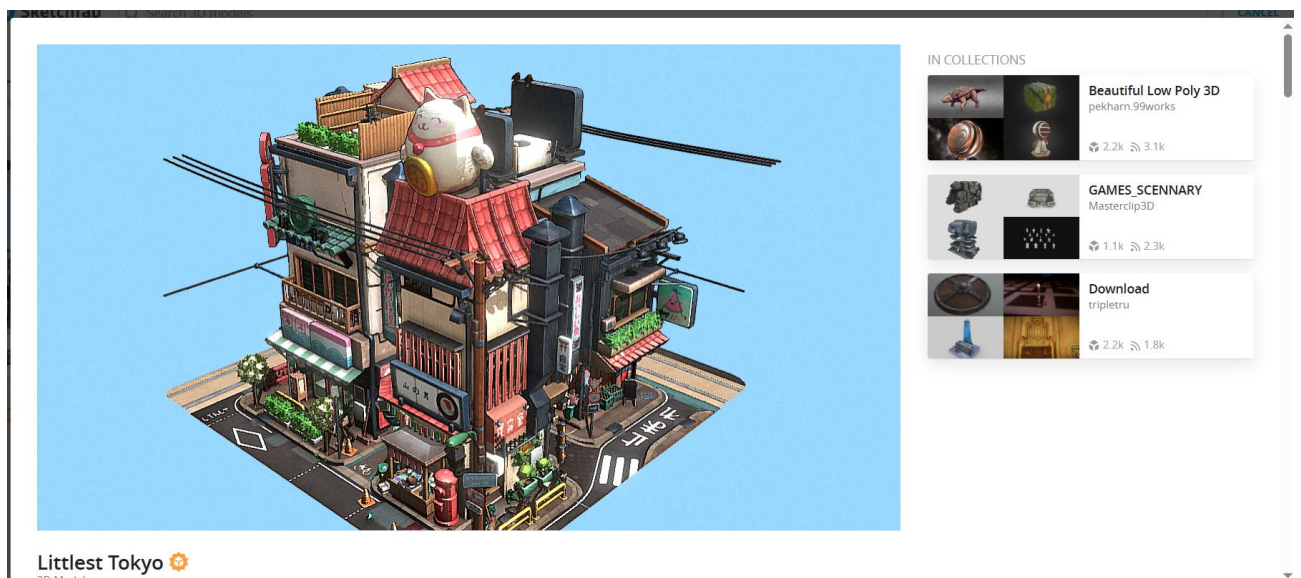


Рисунок 3.6 – Приклад 3d моделі Sketchfab

Це формат перегляду сцен, створений у програмі Marmoset Toolbag. Його можна експортувати як веб-ресурс і інтегрувати у сайт. Такий варіант часто використовують для портфоліо 3D-художників або дизайнерів інтер'єрів.

Якщо сцена розроблена у Unity або Unreal Engine, її можна експортувати як WebGL-додаток або через Pixel Streaming. Це дозволяє запускати інтерактивну 3D-сцену безпосередньо в браузері з високим рівнем взаємодії.

Ідеально підходить для презентацій клієнтам або інтерактивних каталогів інтер'єрів.

Verge3D, Three.js, Babylon.js – ці бібліотеки JavaScript дозволяють інтегрувати 3D-контент безпосередньо в вебсторінку [41]. Наприклад, використовуючи Verge3D або Three.js, можна створити кастомну 3D-візуалізацію кав'ярні з кнопками, меню, анімаціями тощо. Такий варіант підходить для глибоко інтерактивних проєктів, які потребують широкої кастомізації.

Якщо є бажання зробити 3D-сцену доступною у VR (віртуальній реальності), можна використати WebXR – стандарт для відображення 3D-сцен у браузері з підтримкою VR-пристроїв [42]. Це дозволяє потенційним клієнтам «пройтися» кав'ярнею ще до її реального будівництва.

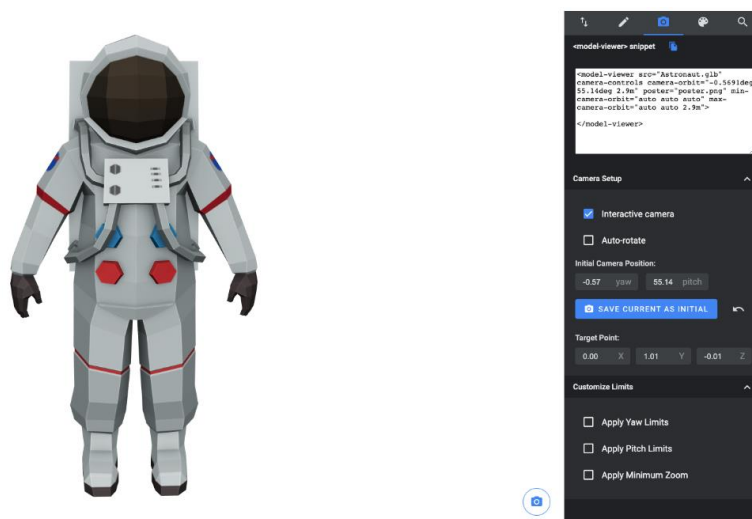


Рисунок 3.7 – Вигляд компоненту model-viewer Google

`<model-viewer>` – це HTML-компонент із відкритим кодом, розроблений Google, який дозволяє вставляти 3D-моделі безпосередньо в вебсторінки. Компонент використовує WebGL та WebXR і підтримує відображення моделей у форматі glTF/glb. Його синтаксис нагадує звичайні HTML-теги, що робить його

дуже зручним для інтеграції в будь-який сайт без потреби у складному програмуванні [43].

Сцена з моделлю завантажується одразу при відкритті сторінки, даючи змогу користувачеві взаємодіяти з об'єктом у реальному часі: масштабувати, обертати та змінювати ракурс перегляду. <model-viewer> також підтримує перегляд моделі в режимі доповненої реальності на мобільних пристроях, що розширює можливості взаємодії з контентом і забезпечує глибше занурення. Крім того, компонент підтримує додаткові функції, як-от автоматичне обертання, анімації моделей, зміна освітлення та накладання тіней, що дозволяє створювати візуально привабливу та інтерактивну презентацію.

1	2	3	4	5	6	7
Плат-форма	Якість візуалізації	Інтерактивність	Простота публікації	Підтримка WebVR	Інтеграція	Безкоштовний тариф
Sketchfab	Так	Так	Помірна якість	Не повністю	Помірна якість	Так
Marmoset Viewer	Помірна якість	Так	Так	Ні	Так	Не повністю
Unity WebGL	Помірна якість	Помірна якість	Помірна якість	Як налаштовано	Так	Так
Unreal Engine	Високий рівень якості	Високий рівень якості	Ні	Високий рівень якості	Не повністю	Ні

1	2	3	4	5	6	7
Google	Так	Так	Високий рівень якості	Середній рівень якості	Високий рівень якості	Так

За допомогою атрибутів можна налаштувати автоповорот, освітлення, фон, тіні та інші параметри, створюючи ефект присутності і даючи змогу користувачеві вивчити об'єкт у деталях. Компонент активно використовується для портфоліо, e-commerce, візуалізації архітектурних проєктів та інтерактивного представлення контенту.

Публікація 3D-сцени відкриває нові можливості для візуалізації інтер'єрів. Інтерактивність дозволяє не просто подивитись на проєкт, а повноцінно «відчути» простір – оцінити масштаби, освітлення, розміщення меблів [44]. Обрана платформа повинна відповідати цільовій аудиторії: для презентацій інвесторам підійде WebGL або Unreal Pixel Streaming, для масового перегляду – Sketchfab або інтеграція у сайт через glTF. Це не лише підвищує якість презентації, а й значно розширює її вплив.

Проаналізувавши основні платформи для публікації інтерактивних 3D-сцен, можна зробити висновок, що кожна з них має свої переваги та недоліки залежно від поставлених цілей і технічних можливостей розробника. Якщо йдеться про публікацію сцени кав'ярні з можливістю взаємодії, перегляду матеріалів, освітлення та загального враження від простору, то найоптимальнішим рішенням, на мою думку, є використання платформи Sketchfab або технології <model-viewer> від Google.

Sketchfab забезпечує просту публікацію моделей, високу сумісність з вебсайтами, підтримує основні шейдери, освітлення та має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для кінцевого користувача. Його легко інтегрувати у сайт, а також не потребує глибоких знань у програмуванні. До того ж, Sketchfab

дозволяє додавати інтерактивні точки, пояснення та навіть коментарі, що важливо при презентації інтер'єрних концептів.

<model-viewer>, у свою чергу, є відмінним варіантом для максимально легкої інтеграції в HTML-сторінку. Він підтримує PBR-матеріали, тіні, освітлення, а також дозволяє обертати модель, масштабувати її, переглядати в AR (на мобільних пристроях) [45]. Цей варіант ідеально підходить для статичних моделей або простих сцен.

3.5 Висновок до третього розділу

У третьому розділі було опрацьовано комплексний підхід до тестування і демонстрації інтерактивної 3D-моделі кав'ярні. У ході оцінювання якості було підтверджено відповідність моделі критеріям геометричного чеканства, пропорційності та логічного зонування простору. Сцена демонструє збалансоване співвідношення деталей і продуктивності, що забезпечує комфортний огляд та потенційно – швидку інтерактивну взаємодію. Особливу увагу було приділено організації внутрішнього та зовнішнього середовища, що сприяло створенню переконливої віртуальної атмосфери, готової для подальшого текстурування та освітлення.

Під час виявлення технічних недоліків було виділено ключові напрямки вдосконалення: інтеграція анімацій, створення клікабельних елементів (наприклад, столи із меню або вивіскою), налаштування вільної навігації у режимі first-person та оптимізація ресурсів через LOD, нормалізацію геометрії та динамічне завантаження текстур.

Демонстрація базової взаємодії через камери та різні точки огляду у Maya показала базовий рівень інструментальної роботи над моделлю. Хоча сцена ще не інтегрована в повноцінний ігровий рушій, вже реалізована логіка обертання, масштабування, зміни перспективи – це створює фундамент для подальших інтерактивних функцій.

Було проведено аналіз сучасних платформ для публікації 3D-сцен – від Sketchfab до WebXR та <model-viewer>. Найдоцільнішими рішеннями виявилися Sketchfab і <model-viewer> – вони забезпечують доступну інтеграцію в інтернет, простоту користування та достатній рівень взаємодії для презентацій більшості цільових аудиторій.

Таким чином, третій розділ узагальнив результати тестування, виявив технічні прогалини та визначив шляхи для подальшого покращення інтерактивної 3D-сцени кав'ярні. Зроблено важливі кроки до переведення статичної візуалізації в динамічне, корисне і привабливе інтерактивне рішення, яке може служити як інструментом презентації, так і основою для майбутньої веб- чи VR-реалізації.

РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Ергономіка та дизайн робочого місця оператора ПК

Ергономіка – це наука про пристосування умов праці до фізичних і психологічних можливостей людини. У контексті організації робочого місця оператора персонального комп'ютера, особливо при виконанні тривалих і творчих завдань, таких як 3D-моделювання, текстурування або візуалізація сцени, ергономічні вимоги відіграють вирішальну роль. Від правильного розташування техніки, освітлення, меблів і робочої пози оператора залежить не лише продуктивність, а й стан здоров'я.

На рисунку 4.1 зображено зони зорового спостереження у вертикальній площині, які відповідають анатомічно правильному положенню голови та напрямку погляду користувача.

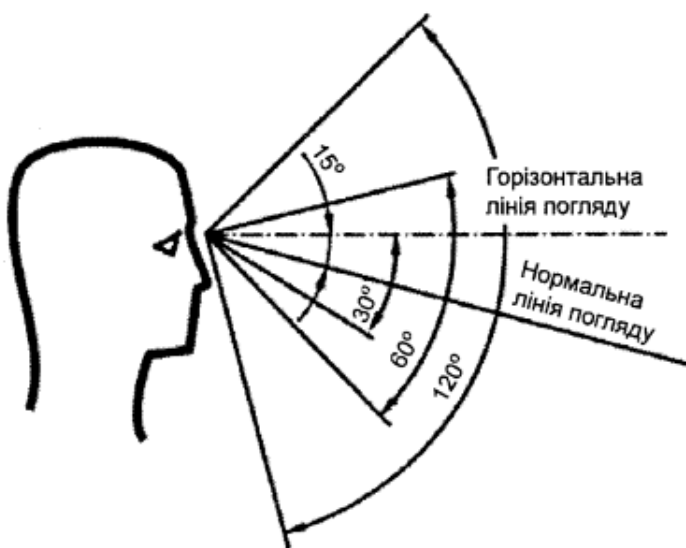


Рисунок 4.1 – Зони зорового спостереження у вертикальній площині

Оптимальна робоча зона для очей визначена в межах кута від 15° до 30° вниз від горизонтальної лінії погляду [46]. Саме в цій зоні напруга на очі є мінімальною, що дозволяє працювати довше без втоми.

Нормальна лінія погляду, як правило, розташовується під кутом 15° до горизонталі – саме на цьому рівні рекомендується розміщувати центр монітора. Якщо основна робоча інформація виводиться вище цієї лінії, виникає додаткове напруження м'язів шиї та очей. Нижча зона (від 30° до 60°) допускається для другорядної інформації, однак вона не повинна бути основною для тривалого зорового контакту.

Також слід враховувати відстань від очей до екрану, яка повинна бути в межах 50–70 см. Це дозволяє зменшити навантаження на зір і зберігати правильну поставу. Монітор не повинен відблискувати – тому важливо уникати прямого попадання світла на екран.

Правильна висота та положення стільця є не менш важливими. Стілець повинен мати регульовану висоту, спинку з підтримкою попереку, а руки повинні вільно лежати на підлокітниках або столі під прямим або трохи більшим за прямий кутом. Коліна повинні бути зігнуті під кутом приблизно 90° , а стопи – повністю стояти на підлозі або на підставці.

Освітлення робочого місця також має велике значення. Перевагу варто надавати природному освітленню, однак за його відсутності варто використовувати настільні лампи з теплим м'яким світлом, яке не створює різких контрастів з яскравістю монітора.

Загалом, ергономіка є важливою складовою дизайну робочого середовища, особливо в умовах високої зорової та когнітивної напруги. Створення правильно організованого робочого місця дозволяє уникнути численних проблем: перевтоми очей, біль у спині, напруження м'язів шиї, зниження концентрації уваги. Для студентів, які займаються цифровим проєктуванням у середовищах на кшталт Autodesk Maya, це питання є не менш актуальним, ніж технічна підготовка чи якість візуалізацій.

Таким чином, дотримання ергономічних норм є не лише вимогою гігієни праці, а й ключем до досягнення довготривалого та якісного результату в роботі за комп'ютером.

4.2 Вплив діяльності людини на довкілля

У процесі створення 3D-моделі інтерактивної кав'ярні, хоч він і не пов'язаний безпосередньо з фізичним втручанням у навколишнє середовище, все ж має певний опосередкований вплив на довкілля. Основні екологічні ризики в такій діяльності пов'язані з інтенсивним використанням комп'ютерної техніки, значним енергоспоживанням, а також подальшим зношенням обладнання, яке згодом стає джерелом електронних відходів.

Процес моделювання в програмному середовищі Autodesk Maya передбачає активне використання графічних станцій, що споживають багато електроенергії, особливо під час рендерингу високоякісних сцен. За даними досліджень, комп'ютери з потужними відеокартами можуть споживати до 500–700 Вт за годину роботи, що сприяє підвищеному навантаженню на енергомережу та збільшенню викидів парникових газів при виробництві електроенергії. В умовах загальної тенденції до екологізації ІТ-сфери, надмірне енергоспоживання розглядається як важливий фактор впливу на довкілля.

Крім того, під час тривалої розробки цифрових проєктів техніка піддається швидкому зношенню, особливо за умов рендерингу великих сцен або роботи з інтерактивними середовищами. Застаріле обладнання, як-от відеокарти, блоки живлення, материнські плати, часто не переробляється належним чином. Згідно з чинними екологічними нормативами, утилізація електроніки має здійснюватися на сертифікованих підприємствах з відповідною ліцензією (відповідно до Закону України «Про відходи» та екологічних вимог ЄС, імплементованих в Україні).

Ще одним важливим аспектом є організація безпечних умов праці під час роботи з високопродуктивною технікою. При значному навантаженні на апаратуру виникає підвищене тепловиділення, що вимагає забезпечення вентиляції, дотримання норм температурного режиму та пожежної безпеки. Відповідно до вимог Державної служби України з надзвичайних ситуацій

(ДСНС), робочі місця повинні бути оснащені засобами первинного пожежогасіння, системами аварійного вимкнення живлення, а також мати вільний доступ до евакуаційних виходів.

Таким чином, навіть у цифрових творчих процесах необхідно враховувати екологічну складову, дотримуватися принципів енергоефективності та належної утилізації відпрацьованої техніки. Рациональне використання ресурсів, застосування обладнання з низьким енергоспоживанням, регулярне технічне обслуговування та дотримання норм безпеки дозволяють знизити негативний вплив на довкілля та забезпечити відповідність проєктної діяльності сучасним екологічним стандартам.

4.3 Висновки до четвертого розділу

У розділі «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» було детально розглянуто питання ергономіки робочого місця оператора ПК та впливу людської діяльності на навколишнє середовище. Особливо важливим є створення комфортного, функціонального та безпечного робочого середовища, так як тривала робота за комп'ютером без дотримання ергономічних вимог спричиняє переважно, порушення зору, проблеми з опорно-руховим апаратом та загальне зниження працездатності.

На основі аналізу зон зорового спостереження у вертикальній площині було встановлено оптимальні умови для розміщення монітора, а також визначено необхідні умови правильного положення тіла користувача, висоти столу та стільця, освітлення робочого місця. Виконання запропонованих рекомендацій дозволяють не лише зберігати здоров'я, а й підвищити ефективність роботи та зосередженість під час виконання творчих завдань.

Також, у розділі також розглянуто глобальні екологічні виклики, спричинені інтенсивною діяльністю людства, що зумовлює створення комфортного робочого місця у поєднанні з екологічною свідомістю є запорукою

сталого розвитку, здоров'я людини та збереження планети. Це особливо актуально для сучасних фахівців, які працюють у сфері цифрових технологій та дизайну, де якість умов праці безпосередньо впливає на результати проєктної діяльності.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі освітнього рівня “Бакалавр” було досягнуто мети створення інтерактивної 3D-сцени інтер’єру та екстер’єру кав’ярні “Lierra” із використанням програмного середовища Autodesk Maya та засобів візуалізації. Результати проєкту демонструють можливості сучасного 3D-моделювання у представленні візуального простору та можуть бути використані для подальшого впровадження у віртуальну презентацію закладів громадського харчування.

У першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня “Бакалавр”:

- Проведено аналіз предметної області та визначено вимоги до проєкту з урахуванням потреб замовника та кінцевого користувача.
- Обґрунтовано доцільність використання Autodesk Maya для реалізації 3D-сцени.

У другому розділі кваліфікаційної роботи:

- Виконано поетапне створення об’єктів сцени: інтер’єру, екстер’єру, меблів, елементів декору тощо.
- Застосовано текстурування, освітлення та матеріали для досягнення реалістичності візуального середовища.

У третьому розділі кваліфікаційної роботи:

- Здійснено технічне тестування сцени, перевірено якість моделей, коректність освітлення та матеріалів.
- Реалізовано базову інтерактивність сцени: огляд з камери користувача, орієнтація у просторі.
- Запропоновано шляхи для розширення функціональності: додавання VR-режиму, інтерактивних елементів, анімацій.

У розділі “Безпека життєдіяльності, основи охорони праці” розглянуто ергономічні вимоги до робочого місця оператора ПК, зокрема під час роботи з 3D-моделюванням у середовищі Autodesk Maya. Окрім того, досліджено вплив людської діяльності на довкілля.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Сторожук, Олександр, and Квітослава-Ольга Яцина. "Особливості застосування AR у візуалізації та аналізі анатомічних об'єктів з використанням евклідової метрики в навчальному процесі підготовки медичних фахівців." Інформаційні технології та суспільство 4 (15) (2024): 125–129. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://its.kspu.edu/index.php/its/article/view/466> (дата звернення: 02.03.2025).
2. Arevalo, Kassandra, Matthew Tovar, and Jingtian Li. *Creating Games with Unreal Engine, Substance Painter, & Maya: Models, Textures, Animation, & Blueprint*. CRC Press, 2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.routledge.com/Creating-Games-with-Unreal-Engine-Substance-Painter--Maya/Arevalo-Tovar-Li/p/book/9780367752792> (дата звернення: 05.03.2025).
3. Іменинник, В. О. "Використання моушн дизайну в сучасному медіапросторі." (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Використання+моушн+дизайну+в+сучасному+медіапросторі (дата звернення: 11.03.2025).
4. Мельніченко, Д. О. "Дослідження технологій створення 3D-моделей для AAA відеоігор." (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://library.kname.edu.ua/opacindex/index.php?id=274715> (дата звернення: 14.03.2025).
5. Derakhshani, Dariush. *Introducing Autodesk Maya*. CRC Press, 2024. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.routledge.com/IntroducingAutodeskMaya/Derakhshani/p/book/9781032674784> (дата звернення: 19.03.2025).
6. Villar, Oliver. *Learning Blender*. Addison-Wesley Professional, 2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.oreilly.com/library/view/learning-blender-3rd/9780136413125/> (дата звернення: 23.03.2025).

7. Yunsik, Cho. "A study on the comparison of the virtual reality development environment in Unity and Unreal Engine 4." *Journal of the Korea Computer Graphics Society* 28.5 (2022): 1–11. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://koreascience.kr/article/JAKO202218554353101.page> (дата звернення: 27.03.2025).
8. Машина, О. В. "Аналіз засобів реалізації 3D моделей та обґрунтування вибору мови програмування." Міжнародна наукова-технічна конференція «Інтелектуальні технології лінгвістичного аналізу»: Тези доповідей. – К.: НАУ, 2021. – 70 с. (2021): 67. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/49940> (дата звернення: 31.03.2025).
9. SIMULATTE – Coffee Shop Simulator. Steam. [Електронний ресурс]. – 2025. – Режим доступу до ресурсу: https://store.steampowered.com/app/1859640/SIMULATTE__Coffee_Shop_Simulator/ (дата звернення: 03.04.2025).
10. Максименко, Валентина Євгеніївна. "Концепт-арт і його значення у сфері відеоігор." (2025). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://library.nure.ua/handle/document/19775> (дата звернення: 06.04.2025).
11. Страшко, Д. А. Підготовка 2D концепт-арту до використання у наступних етапах розробки проєкту. Дис. ХНУРЕ, 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21056> (дата звернення: 09.04.2025).
12. Березанський, Євген Русланович. "Дослідження відмінностей в методах моделювання, рендерингу та інтеграції 3D-графіки у середовищах 3ds Max і Blender." (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/39658> (дата звернення: 13.04.2025).
13. Antoniou, Antreas, et al. "EVEE and GATE: Finding the right benchmarks and how to run them seamlessly." (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/abs/2404.10002> (дата звернення: 17.04.2025).

14. Sørensen, Jonas Vedsted, Zheng Ma, and Bo Nørregaard Jørgensen. "Potentials of game engines for wind power digital twin development: an investigation of the Unreal Engine." *Energy Informatics* 5.Suppl 4 (2022): 39. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://energyinformatics.springeropen.com/articles/10.1186/s42162-022-00219-7> (дата звернення: 20.04.2025).
15. Triadan, Daniela. "Early Maya Monumentalism." *Annual Review of Anthropology* 54 (2025). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-anthro-012624-021104> (дата звернення: 24.04.2025).
16. Павленко, В. В., С. В. Завацький, and С. І. Кухаренко. "Комп'ютерне моделювання архітектурно-художніх елементів екстер'єру знищеної Вознесенської церкви." (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ena.lpnu.ua/handle/ntb/62384> (дата звернення: 27.04.2025).
17. Волчанова, Олена Крумівна, and Анна Сергіївна Пузачова. "Моделювання архітектурних об'єктів на заняттях з композиції та комп'ютерного 3-D моделювання." Рекомендовано до друку Вченою радою Луганського національного аграрного університету, протокол № 03-03/10 від 01.07.2021 р. (2021): 75. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://dspace.lnau.edu.ua/handle/123456789/4872> (дата звернення: 30.04.2025).
18. Новік, Ганна Володимирівна. "Навчально-методичний комплекс дисципліни «Моделювання меблів» ОС «Бакалавр»." (2022). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ir.kneu.edu.ua/handle/2010/38645> (дата звернення: 03.05.2025).
19. Грезент, А. Ю. "3D-моделювання та візуалізація подієвих заходів." (2021). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/37147> (дата звернення: 06.05.2025).
20. Бойко, Валерія Андріївна. "Технологія доповненої реальності як інструмент для оптимізації дизайнерської роботи при проєктуванні інтер'єру." *Український мистецтвознавчий дискурс* 2 (2023): 21–27. [Електронний ресурс].

– Режим доступу до ресурсу: <https://umdiscourse.knutd.edu.ua/index.php/discourse/article/view/166> (дата звернення: 09.05.2025).

21. Удовиченко, К. О. Розробка 3D-сцени та візуалізація. Дис. ХНУРЕ, 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21399> (дата звернення: 12.05.2025).

22. Рябоволенко, Е. А. "Оптимізація рендерингу 3D зображення на основі октодерева." [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/05/41.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).

23. Мельніченко, Д. О. "Розробка технології створення тривимірних моделей для відеоігор." (2022). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/37936> (дата звернення: 18.05.2025).

24. Романюк, О. Н., et al. "Аналіз нових методів текстуровання." (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://nuwm.edu.ua/doc/texturing_methods_analysis (дата звернення: 21.05.2025).

25. Le, Hoang Truong Giang. "3D Modeling Assets And Props With Maya: General 3D Modeling Pipeline." (2022). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cgtrader.com/blog/3d-modeling-assets-with-maya> (дата звернення: 23.05.2025).

26. Литвинова, Світлана, and Лілія Лупаренко. "Оцінювання 3D-моделей доповненої реальності у навчальній друкованій продукції." Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: педагогічні науки 30.3 (2022): 333–355. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://znppt.nadpsu.edu.ua/article/view/264> (дата звернення: 26.05.2025).

27. Литвинова, С. Г., et al. "Критерії і показники оцінювання якості освітнього цифрового контенту з доповненою реальністю." (2022). [Електронний

ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://lib.iitta.gov.ua/731922> (дата звернення: 28.05.2025).

28. Костенко, Юлія Ігорівна. "Модель 3D-візуалізації рекреаційного ландшафту." (2021). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/25839> (дата звернення: 01.06.2025).

29. Хоменко, Наталія. "3D-об'єкти у навчальному процесі ландшафтного дизайну і проєктуванні." Розділ 5, Розвиток теорії і практики соціальної роботи (2021): 116. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://dspace.udpu.edu.ua/handle/6789/48593> (дата звернення: 04.06.2025).

30. Титаренко, В. В. "Візуалізація 3D моделі комп'ютерного класу для факультету ЕлІТ." (2023). [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://lib.nmu.org.ua/bitstream/123456789/45067> (дата звернення: 06.06.2025).

31. Яковлев, М. І., та ін. "Об'єктивні та емоційні властивості сучасної візуалізації в дизайн-проєктуванні." *Art and Design 1* (2023): 83–95. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://journals.uran.ua/artdesign/article/view/293978> (дата звернення: 08.06.2025).

32. Рябовол, А. О. Анімація 3D об'єктів у розважальній індустрії. Дис. ХНУРЕ, 2025. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21402> (дата звернення: 10.06.2025).

33. Ford, Anabel, Ann Williams, and Mattanjah S. de Vries. "New light on the use of *Theobroma cacao* by Late Classic Maya." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119.40 (2022): e2121821119. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2121821119> (дата звернення: 12.06.2025).

34. Силантьєв, В. Є. "Огляд проблеми взаємодії користувача у віртуальному або доповненому середовищі з заданими модальностями." (2023). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/04/67.pdf> (дата звернення: 14.06.2025).

35. Селіванова, К. Г., та М. Ю. Тимкович. "Особливості розробки графічних інтерфейсів користувача та організації інтерактивної взаємодії з користувачем в 3D-біомедичних застосунках." (2023). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21279> (дата звернення: 16.06.2025).
36. Федусенко, Федір Сергійович. "Maya-плагін для редагування тривимірних об'єктів." (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21401> (дата звернення: 18.06.2025).
37. Давидова, Л. О. "Огляд можливостей симуляції фізичних об'єктів в Maya." (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/04/56.pdf> (дата звернення: 10.06.2025).
38. Цегельник, Олексій Володимирович. "Вебзастосунок для публікації 3D-друкованих проєктів." (2025). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/38465> (дата звернення: 15.03.2025).
39. Jacobs, Hannah L. "SketchUp and Sketchfab: Tools for Teaching with 3D." *Journal of the Society of Architectural Historians* 81.2 (2022): 256–259. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://online.ucpress.edu/jsah/article/81/2/256/119517> (дата звернення: 22.05.2025).
40. Afsharipour, Mohammadhossein, and Pooneh Maghoul. "Towards education 4.0 in geotechnical engineering using a virtual reality/augmented reality visualization platform." *Geotechnical and Geological Engineering* 42.4 (2024): 2657–2673. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10706-024-02743-3> (дата звернення: 10.06.2025).
41. Johansson, Julia. "Performance and Ease of Use in 3D on the Web: Comparing Babylon.js with Three.js." (2021). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1562975/FULLTEXT01.pdf> (дата звернення: 15.05.2025).
42. Hirzel, Joel, and Thomas Hindermann. *Software Visualisierung durch VR mit Webtechnologien*. Diss. OST Ostschweizer Fachhochschule, 2022. [Електронний

ресурс]. – Режим доступу: <https://www.researchcollection.ethz.ch/handle/20.500.11850/612289> (дата звернення: 20.05.2025).

43. Garcia, Tyler, Zhangchi Lyu, and Michael Tetzlaff. "An Online Model Viewer for Cultural Heritage in Unity 3D." Archiving Conference. Vol. 19. Society for Imaging Science and Technology, 2022. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ingentaconnect.com/content/ist/ac/2022/00002022/00000001/art00017> (дата звернення: 10.04.2025).

44. Ремінський, Владислав Миколайович. "Рендер частина ігрового рушія." (2024). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/21420> (дата звернення: 10.06.2025).

45. Zhang, Qi, et al. "Realistic 3D Modeling Method of Virtual Traditional Chinese Medicine." Proceedings of the 2023 International Conference on Frontiers of Artificial Intelligence and Machine Learning. 2023. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3622247.3622269> (дата звернення: 12.04.2025).

46. ДСТУ 7950:2015. Робоче місце під час виконання робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги. – Київ : Мінекономрозвитку України, 2016. – 12 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=63467 (дата звернення: 12.04.2025).

47. ДСТУ 7299:2013. Дизайн і ергономіка. Робоче місце оператора. Взаємне розташування елементів робочого місця. Загальні вимоги ергономіки. – Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. – 14 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=50838 (дата звернення: 01.05.2025).

48. Leshchyshyn, Y., Scherbak, L., Nazarevych, O., Gotovych, V., Tymkiv, P., & Shymchuk, G. (2019, May). Multicomponent Model of the Heart Rate Variability Change-point. In 2019 IEEE XVth International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) (pp. 110-113). IEEE.

49. Lytvynenko, I., Lupenko, S., Nazarevych, O., Shymchuk, G., & Hotovych, V. (2021, September). Mathematical model of gas consumption process in the form of cyclic random process. In 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT) (Vol. 1, pp. 232-235). IEEE.
50. Kozlovskiy, V., Balanyuk, Y., Martyniuk, H., Nazarevych, O., Scherbak, L., & Shymchuk, G. (2022, April). Information Technology for Estimating City Gas Consumption During the Year. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1-4). IEEE.
51. Lytvynenko, I., Lupenko, S., Kunanets, N., Nazarevych, O., Shymchuk, G., & Hotovych, V. (2021, November). Simulation of gas consumption process based on the mathematical model in the form of cyclic random process considering the scale factors. In 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2021.
52. Kunanets, N., Pasichnyk, V., Bodnarchuk, I., Martsenko, S., Matsiuk, O., Matsiuk, A., ... & Shymchuk, H. (2019). Information system for visual analyzer disease diagnostics. In CEUR Workshop Proceedings (pp. 43-56).
53. Lupenko, S., Lytvynenko, I., Nazarevych, O., Shymchuk, G., & Hotovych, V. (2021, December). Approach to gas consumption process forecasting on the basis of a mathematical model in the form of a random cyclic process. In Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021”, 2021 (pp. 213-219). TNTU, Zhytomyr «Publishing house „Book-Druk “» LLC.
54. Lytvynenko, I., Lupenko, S., Nazarevych, O., Shymchuk, H., & Hotovych, V. (2022). Additive mathematical model of gas consumption process. Вісник Тернопільського національного технічного університету, 104(4), 87-97.
55. Nazarevych, O., Leshchyshyn, Y., Lupenko, S., Hotovych, V., Shymchuk, G., & Shablii, N. (2020, September). Method of Gas Consumption Change-point Detection Based on Seasonally Multicomponent Model. In 2020 10th International

Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT) (pp. 152-155). IEEE.

56. Prabhakar, M. Manoj, et al. "A short review on 3D printing methods, process parameters and materials." *Materials Today: Proceedings* 45 (2021): 6108–6114. (Дата звернення: 08.03.2025).

57. Liritzis, Ioannis, Pantelis Volonakis, and Spyros Vosinakis. "3D reconstruction of cultural heritage sites as an educational approach. The sanctuary of Delphi." *Applied Sciences* 11.8 (2021): 3635. (Дата звернення: 12.03.2025).

58. Греков, Д. Ю. "Огляд можливостей втілення уяви в життя використовуючи мультимедійні технології створення 3D-моделювання персонажів." (2023). Дата звернення: (18.03.2025).

59. Гаєвий, М. С., and С. В. Рогинський. "Створення 3D-моделей для застосування в мультимедіа." 27-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – С. 138. (Дата звернення: 21.03.2025.)

60. Palianytsia, Y., Lytvynenko, I., Menoub, A., Shymchuk, H., & Dubchak, A. (2024). Development of an algorithm for identification of damage types on the surface of sheet metal.

61. Nazarevych, O., Gotovych, V., & Shymchuk, G. (2016). Information Technology for Monitoring of Municipal Gas Consumption, Based on Additive Model and Correlated for Weather Factors. *Journal of Information and Computing Science*, 11(3), 180-187.

62. Shymchuk, G., Lytvynenko, I., Hromyak, R., Lytvynenko, S., & Hotovych, V. (2023). Gas Consumption Forecasting Using Machine Learning Methods and Taking Into Account Climatic Indicators. In CITI (pp. 156-163).

63. Leschyshyn, Y. Z., Nazarevych, O. B., Shymchuk, G. V., Revutskyi, E. A., & Shcherbak, L. M. (2016, September). The Methods of Change Point Detection and Statistical Estimating of Dynamic of the Noise Stochastic Signals Characteristics. In THE SEVENTH WORLD CONGRESS “AVIATION IN THE XXI-st CENTURY”

64. Шимчук, Г. В., Маєвський, О. В., & Назаревич, О. Б. (2016). Конспект лекцій з дисципліни Комп'ютерна графіка для студентів освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 125 «Кібербезпека».

65. Шимчук, Г. В., Маєвський, О. В., & Назаревич, О. Б. (2016). Конспект лекцій з дисципліни «Розподілені системи моніторингу та керування».

66. Шимчук, Г. В., Маєвський, О. В., Назаревич, О. Б., & Стадник, М. А. (2016). Конспект лекцій з дисципліни «Грид-системи та технології хмарних обчислень» для студентів освітніх рівнів «спеціаліст», «магістр» 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології».

67. Шимчук, Г., Голотенко, О., & Золотий, Р. З. (2022). Основні проблеми та загрози хмарної безпеки. Матеріали X науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології “Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, 59-60.

68. Шимчук, Г. В., Маєвський, О. В., & Назаревич, О. Б. (2016). Методичні вказівки до самостійної роботи студентів та модульного контролю знань з дисципліни «Розподілені системи моніторингу та керування» для студентів освітнього рівня «бакалавр» спеціальності 125—«Кібербезпека».

69. ШИМЧУК, Г., ШЕВЧЕНКО, Н., ШВИРЛО, К., & ГАРМАТЮК, Н. (2025). СИСТЕМА ВІДНОВЛЕННЯ ДАНИХ У БЕЗДРОТОВИХ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences, 353(3.2), 246-250.