

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК  
СЕКЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Віртуальна екскурсія корпусом "Н" Сумського державного університету»

за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»,  
освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

Виконавець роботи: студентка групи ІТ-62 Кухарчук Ольга Романівна

Кваліфікаційна робота бакалавра  
захищена на засіданні ЕК  
з оцінкою

\_\_\_\_\_ «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

Науковий керівник

\_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., Нагорний В.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Голова комісії

\_\_\_\_\_

(підпис)

Шифрін Д.М.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає  
запозичень з праць інших авторів  
без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

**Сумський державний університет**  
**Факультет електроніки та інформаційних технологій**  
**Кафедра комп'ютерних наук**  
**Секція інформаційних технологій проектування**  
**Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»**  
**Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. секцією ІТП

\_\_\_\_\_ В. В. Шендрик

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

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

*Кухарчук Ольга Романівна*

**1 Тема роботи** Віртуальна екскурсія корпусом “Н” Сумського державного університету

**керівник роботи** Нагорний Володимир В'ячеславович, к.т.н.

затверджені наказом по університету від «14» травня 2020 р. № 0576-III

**2 Строк подання студентом роботи** «1» червня 2020 р.

**3 Вхідні дані до роботи** Фото з різних ракурсів Н-корпусу СумДУ.

**4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** Аналіз сучасного стану віртуальних екскурсій, Моделювання процесу розробки віртуальної екскурсії, Розробка віртуальної екскурсії, Висновки.

**5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** презентація 26 слайдів: тема дипломного проекту, актуальність, постановка задачі, існуючі продукти, порівняння аналогів, загальні вимоги, діаграма варіантів використання, модель IDF0, діаграма структурно-функціонального моделювання процесу розробки, декомпозиція блоку “Створення 3d моделей”, декомпозиція блоку “Створення віртуальної екскурсії”, засоби реалізації, реалізація моделей в 3ds Max, створення текстур в Adobe Illustrator, створення текстур в Adobe Photoshop, текстурування моделей в 3d Coat, головне меню в UE 4, Level Blueprints головного меню в UE 4, збирання та налаштування сцени в UE 4, відеоперегляд віртуальної екскурсії, оприлюднення результатів роботи, висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначити вимоги та сформулювати технічне завдання	До 03.03.2020	
2	Створення календарного плану	До 10.03.2020	
3	Аналіз предметної області	До 17.03.2020	
4	Структурно-функціональне моделювання процесів	До 27.03.2020	
5	Створення 3d моделей	До 27.04.2020	
6	Створення та накладання текстур	До 05.05.2020	
7	Збирання та налаштування сцени в рушію	До 22.05.2020	
8	Тестування та оптимізація проекту	До 24.05.2020	
9	Здача пояснювальної записки	До 01.06.2020	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Кухарчук О.Р.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

к.т.н., Нагорний В.В.

## РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: «Віртуальна екскурсія корпусом "Н" Сумського державного університету».

Пояснювальна записка складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Кваліфікаційна робота містить 67 сторінок, 4 таблиці, 69 рисунків, список літератури 24 найменувань, 3 додатки.

В роботі досліджено та визначено проблеми предметної області майбутнього проекту та методи для розробки віртуальної екскурсії. Проведено аналіз існуючих програмних продуктів, які схожі за темою і метою.

Було сформульовано перелік вимог, постановку задачі та мету, яка полягає у створенні віртуальної екскурсії корпусом Н Сумського державного університету.

Було проаналізовано та обрано існуючі моделі, методи, технології, засоби для реалізації поставленої задачі, обґрунтована актуальність розробки проекту.

Результатом проведеної роботи є сцена з тривимірними об'єктами, що представляє віртуальну екскурсію, запакована програма у форматі .exe.

Практичне значення роботи – перегляд планування корпусу та його внутрішнього оформлення.

Ключові слова: моделювання, 3d модель, візуалізація, споруда, віртуальна екскурсія, н-корпус сумду, 3ds max, adobe photoshop, adobe illustrator, 3d coat, unreal engine.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВІРТУАЛЬНИХ ЕКСКУРСІЙ .....	8
1.1. Огляд існуючих аналогів віртуальних екскурсій .....	8
1.2. Аналіз програмних продуктів для вирішення поставленої задачі .....	12
1.3. Постановка мети та задачі проекту .....	14
2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ВІРТУАЛЬНОЇ ЕКСКУРСІЇ... ..	16
2.1. Структурно-функціональне моделювання процесу .....	16
2.2. Моделювання варіантів використання .....	19
3 РОЗРОБКА ВІРТУАЛЬНОЇ ЕКСКУРСІЇ.....	20
3.1. Моделювання в 3ds Max .....	21
3.2. Створення текстур в Ai та Ps .....	28
3.3. Текстурування об'єктів в 3d Coat .....	32
3.4. Збирання сцени в Unreal Engine .....	36
3.5. Налаштування персонажа та світла в Unreal Engine .....	43
3.6. Оприлюднення результатів роботи .....	50
ВИСНОВКИ .....	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	53
ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ .....	55
ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ .....	59
ДОДАТОК В. АПРОБАЦІЯ РОБОТИ .....	66

## ВСТУП

Розвиток сучасного суспільства передбачає удосконалення інформаційних технологій, що підвищує ефективність людської діяльності. Зростання темпу технічного прогресу зробило комп'ютерну графіку необхідною у багатьох напрямках. Для полегшення оцінки та аналізу прототипів певного проекту, широко використовується 3D-моделювання, яке стало обов'язковим етапом виробничого процесу. Одними з основних переваг 3D технологій є те, що замовник може попередньо переглянути свій проект, зекономивши свій час та гроші. Важливо створити якісну 3D модель, яка слугуватиме кращим прототипом для задуманого інтер'єру [1,2].

Віртуальні екскурсії представляють тривимірну сцену реальних об'єктів, наприклад вулиць, парків, музеїв і так далі. Ціль таких турів – створити умови для користувача з можливістю самостійного огляду, збирання необхідної інформації чи фактів.

Віртуальні екскурсії можна класифікувати за змістом:

- оглядові (кілька екскурсій об'єднані спільною темою);
- тематичні (екскурсії розкривають певні теми);
- біографічні (екскурсії, що ознайомлюють з біографією відомих людей);
- природничо-наукові (екскурсії на природні об'єкти);
- краєзнавчі (це екскурсії з метою вивчення історії рідного краю);
- історико-культурні (екскурсії по історичних місцях, що розкривають періоди історії розвитку держави і національної культури) [3].

Актуальність роботи полягає в тому, що в умовах пандемії зростає популярність віртуальної екскурсії. Вона дозволяє не марнувати час, а використати його з користю, ознайомитися з цікавими місцями, залишаючись вдома, в будь-який час, маючи лише сучасний комп'ютер і доступ до Інтернету.

Особливу цінність становлять віртуальні екскурсії по закладах вищої освіти. Вони можуть використовуватися як реклама, а також допомагають вступникам і всім бажаючим ознайомитися з розташуванням університету, його матеріально-

технічною базою (бібліотекою, лабораторіями, спортивними залами тощо), більше дізнатися про студентське життя. Віртуальні екскурсії по університету дозволяють в будь-який час опинитися в закладі, що зазвичай недоступно через віддаленість, погодні умови чи можливості [4].

Сумський державний університет крокує в ногу з прогресом та вже має візуалізації корпусів, що дає представлення про вигляд побудов зовні.

Мета дипломного проекту: створення віртуальної екскурсії корпусом "Н" Сумського державного університету.

Основні задачі кваліфікаційної роботи бакалавра:

- проаналізувати сучасний стан віртуальних екскурсій та дослідити існуючі аналоги;
- обрати програмні продукти та технічні засоби для реалізації даного проекту;
- визначити вимоги та сформулювати технічне завдання;
- скласти календарний план та визначити перелік робіт процесу проектування;
- розробити якісні 3D моделі, накласти текстури;
- перенести 3D-моделі на рушій Unreal Engine, оптимізувати всі процеси;
- протестувати готовий проект, виправити помилки.

Цей проект орієнтований на абітурієнтів та зацікавлених осіб, також допоможе працівникам університету переглянути інтер'єр корпусу.

Практичне значення роботи – показати планування корпусу та його внутрішнє оформлення. Створену реалізовану модель на рушій, можна використовувати як рекламу СумДУ для підвищення його рейтингу та популяризації університету та міста Суми.

**Об'єктом дослідження** дипломного проектування є: процес 3D моделювання та створення віртуальних екскурсій.

**Предметом дослідження** є віртуальна екскурсія корпусом Н СумДУ.

## **1 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВІРТУАЛЬНИХ ЕКСКУРСІЙ**

За допомогою тривимірної графіки і технологій 3D-моделювання можна створити реалістичну і максимально точну копію реального об'єкта в різних масштабах. А також моделі неіснуючих або невидимих для людського ока об'єктів. Можливості 3D візуалізації дозволять переглянути об'єкт під будь-яким кутом, оцінити з усіма його деталями та нюансами, ввести деякі корективи в майбутній проект [5].

На сьогодні віртуальні екскурсії є досить популярними та мають важливі переваги, а саме широкий спектр галузей використання, наприклад для навчання, розваг або бізнесу і так далі. Вони є дуже зручним способом подання інформації, показу інтер'єру та передачі атмосфери. Використання такої технології в рази знижує витрати на демонстрацію нерухомості, допомагає людям з обмеженими можливостями, яким важко подорожувати. Немає обмежень щодо кількості переглядів та часу відвідування. Віртуальні екскурсії можна швидко оновлювати та додавати інформацію про об'єкти та виділяються високим рівнем деталізації.

Створювана тривимірна сцена реальних об'єктів допомагає здійснювати вільне переміщення по віртуальному простору.

За технологіями, що покладені в основу створення екскурсії, виділяють такі види:

- екскурсія, створена за допомогою фотопанорам;
- екскурсії, створені за допомогою відео;
- екскурсії, змодельовані за допомогою комп'ютерних програм [3].

### **1.1. Огляд існуючих аналогів віртуальних екскурсій**

Для розробки власного програмного продукту слід проаналізувати вже існуючі аналоги віртуальних екскурсій, виділити їх переваги та недоліки, застосувати ці знання до власного проекту.



Сумський державний університет використовує вже створені раніше 3D-моделі корпусів для різних сфер застосування. Але візуалізація таких корпусів надана тільки зовнішня. На рисунках 1.1 та 1.2 представлені корпуси університету.

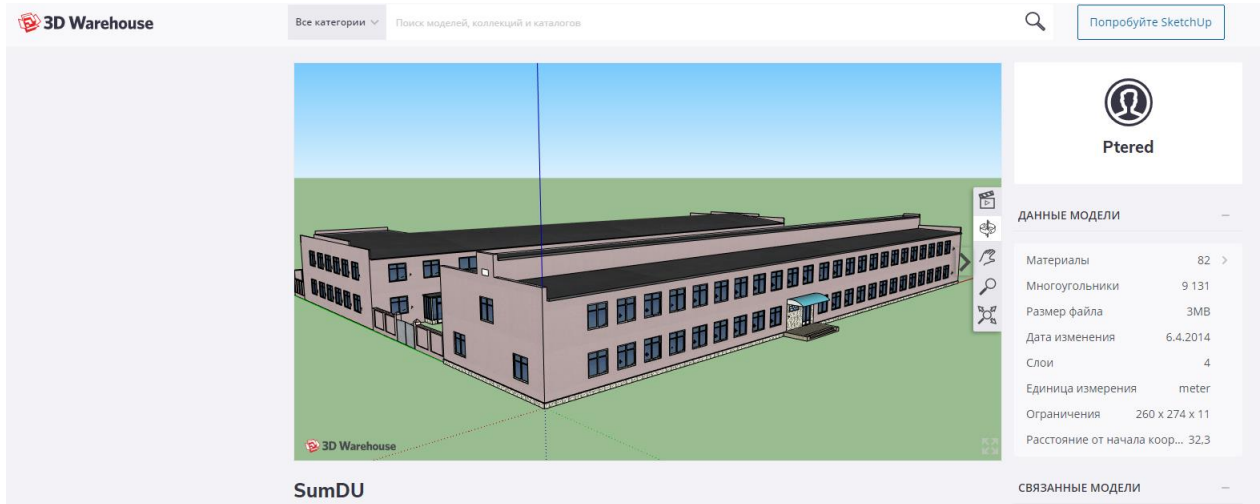


Рисунок 1.1 – Лабораторный корпус СумДУ

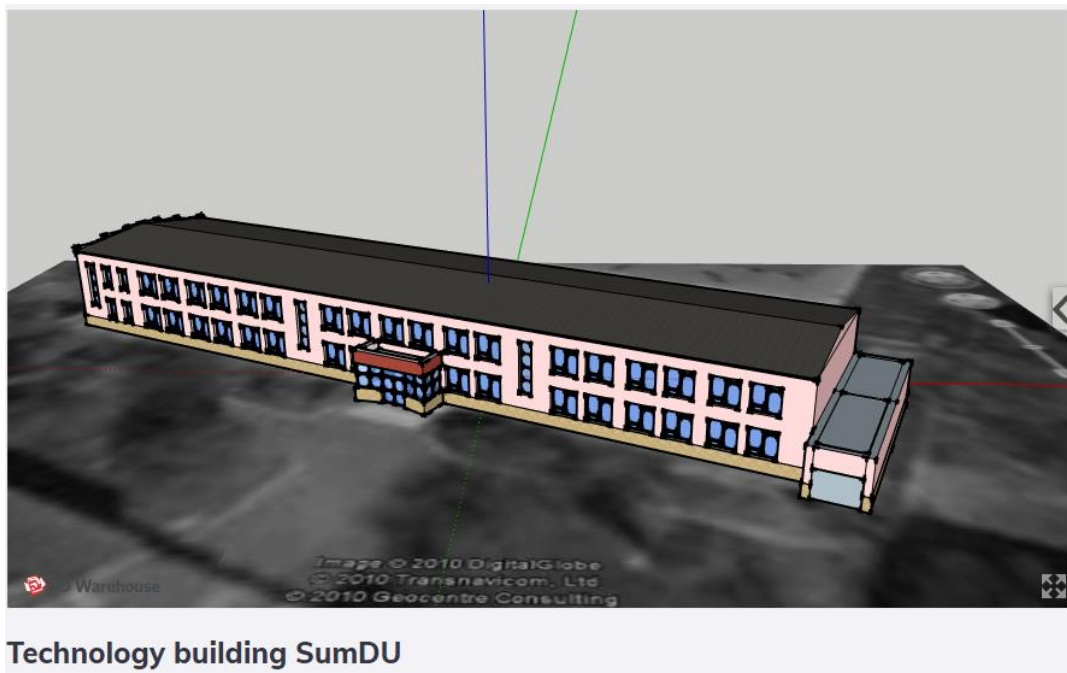


Рисунок 1.2 – Технологічний корпус СумДУ

Також існують моделі інтер'єру на рушіях, які створюються розробниками для того, щоб зацікавити замовника інтерактивною екскурсією (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Приклад візуалізації інтер'єру

Карти Google та інші сайти пропонують екскурсію, яка представлена панорамними фотографіями, недоліком можна вважати те, що неможливо пересуватися по такому туру самостійно, а тільки по відповідним точкам, також додатки працюють з підключенням до мережі інтернет.

Сервіс Google Street View представляє панорамні знімки вулиць за допомогою камер, які роблять фото на 360 градусів, які пізніше становляться великою деталізованою 3D-фотографією. Таким чином кожен має змогу здійснити віртуальну подорож в будь-який куточок світу [6]. Приклади представлені на рисунку 1.4.

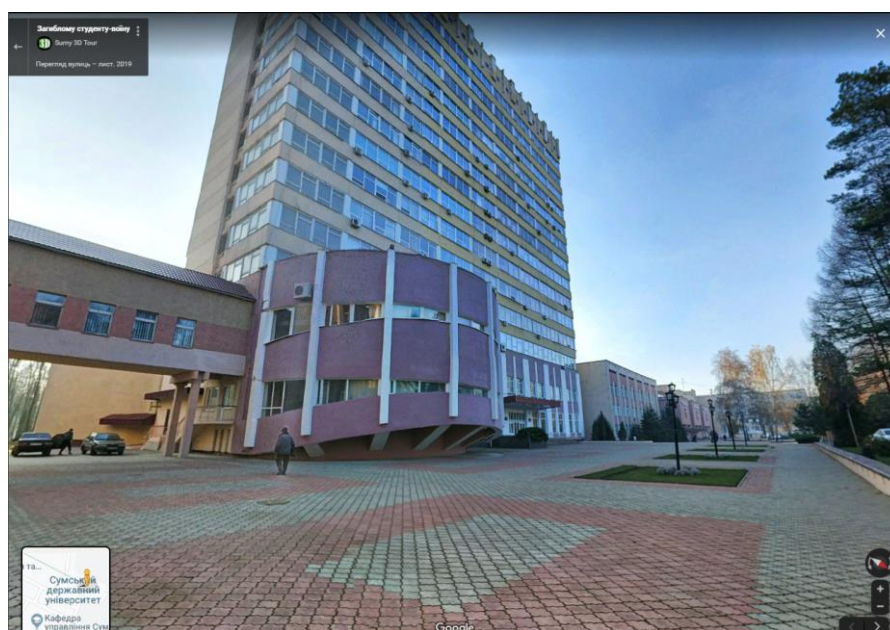


Рисунок 1.4 – Перегляд вулиць в Google Картах

Найпоширенішим на сьогоднішній день прийомом тривимірної графіки є панорамна технологія – створення ефекту присутності та можливість оглянути простір у 360 градусів [7]. Для створення віртуальних 3D екскурсій використовують набір фотографій або панорам.

Для Н корпусу Сумського державного університету застосована панорамна технологія (рис. 1.5). Відмінність дипломного проекту буде в тому, що можна буде вільно переміщатися по корпусу.

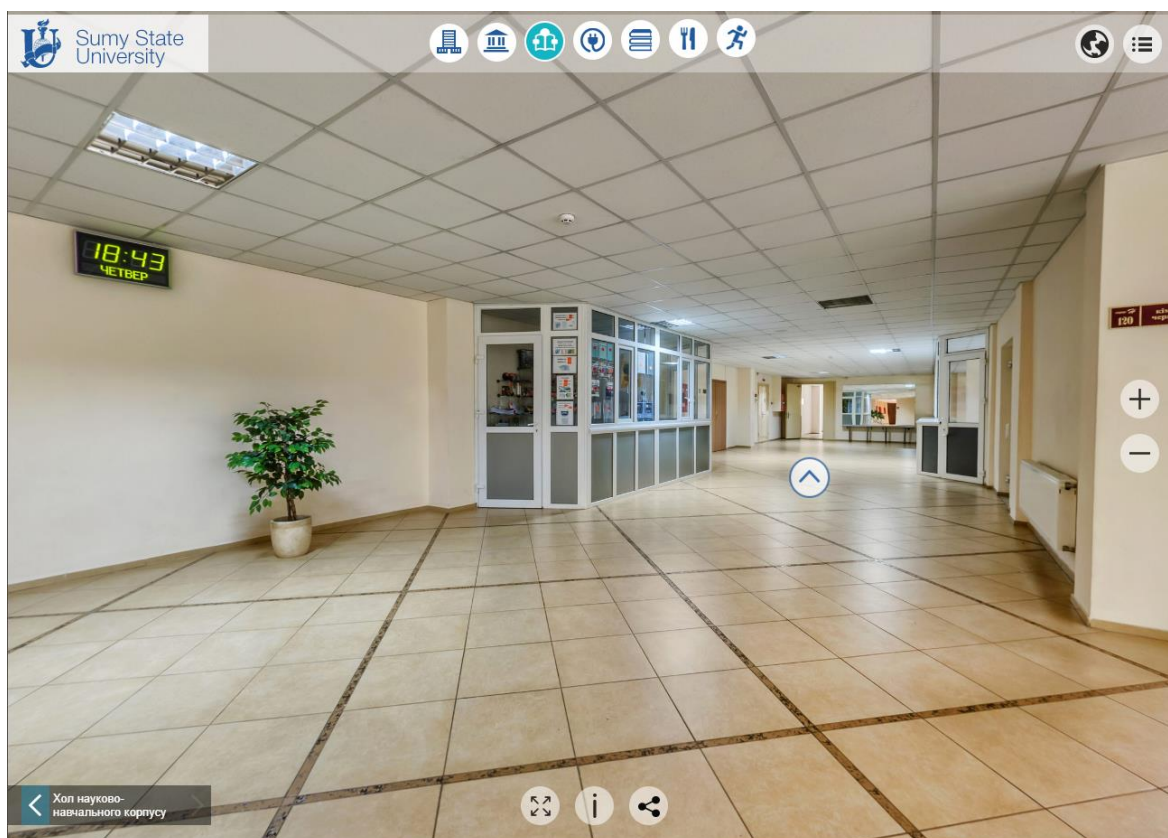


Рисунок 1.5 – Перегляд холу корпусу Н

Встановлено, що для віртуальних екскурсій застосовується панорамна технологія, яка надає змогу переглянути фото 360° в певних точках, без можливості самому пересуватися. Порівняння аналогів наводиться у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняння аналогів

№	Назва	GoogleStreetView (фото в 360)	3D model	Віртуальна екскурсія корпусом Н СумДУ
1	Можливість взаємодіяти з предметами	–	–	+
2	Можливість пересуватися	–	–	+
3	Можливість детального огляду предметів інтер'єру	–	–	+
4	Повністю завантажені зображення в віртуальних турах	–	+	+
5	Необхідність підключення до мережі Інтернет	+	+	–

Було визначено, що деякі додатки не в повній мірі задовольняють користувачів. Тому цей проект стане новим способом побачити інтер'єр та дозволить прогулятися по будівлі самостійно.

## 1.2. Аналіз програмних продуктів для вирішення поставленої задачі

Для вирішення поставленої задачі були оглянуті декілька програмних продуктів для створення 3D моделей, для створення розгорток текстур та ігрових рушіїв. А саме відповідно: 3ds Max, Blender; 3D-Coat, Unfold 3D; Unity, Unreal Engine.

Спочатку розглянемо продукт компанії Autodesk – 3ds Max. Це програмне забезпечення для 3D-моделювання, візуалізації та анімації, вважається професійним

інструментом для архітекторів та дизайнерів. Дана програма є зручною у моделюванні різних об'єктів за призначенням, завдяки модифікаторам, достатньою кількістю плагінів та великим набором додаткових функцій. Програму можна придбати або отримати 3 роки безкоштовної студентської версії. Єдиний недолік – це високі системні вимоги для ПК [8].

Blender – це безкоштовна програма для роботи з 3D графікою. Blender має всі потрібні функції: 3D моделювання, анімація, текстурування та набір шейдерів, можливість малювати, візуалізація, базовий відеоредактор, навіть ігровий рушій [9]. Із недоліків можна виокремити те, що він нестандартний, тому і складний в навчанні.

3D-Coat – це програмне забезпечення, яке має повний набір інструментів для скульптингу, ретопології та текстурування. Основними особливостями програми 3D-Coat є: мікровертексне малювання 3D моделей, інтуїтивно зрозумілий та швидкий UV-mapping, підтримуються алгоритми розгортання ABF, LSCM і Planar [10].

Unfold3D – це програма для створення UV-розгортки, обчислення UV-координат в середовищі 3DS Max. Функціонал програмного продукту дозволяє редагувати координати та налаштовувати симетричність моделі [11].

Unity є потужним кросплатформенним ігровим рушієм, що має зручний та зрозумілий інтерфейс. Він підтримує такі мови програмування: C#, UnityScript та Boo (у новіших версіях C# і JavaScript). Безкоштовна версія рушія обмежена, має закритий доступ до вихідного коду та проекти матимуть водяний знак Unity. Про ліцензію надає додаткові функції. Можна виокремити такі недоліки: неадаптований інтерфейс, швидкість роботи, складність кастомізації [12,13].

Unreal Engine 4 має широкий набір інструментів для розробки ігор. Рушій підтримує мову програмування C++ та візуальну систему скриптингу Blueprints. Рушій підтримує більшість форматів текстур, має велику кількість ефектів, також доречно передає фізичні властивості матеріалів [14].

Unreal Engine більш професійний і від цього складніший в освоєнні, ніж Unity. Також треба продумати оптимізацію проекту, так як буде слабка продуктивність, рушій є достатньо вимогливий до ПК [15].

Одним із варіантів реалізації віртуальних турів є програмний продукт Kolor Panotour Pro, в якому підготовлюється картина панорам для створення туру. У додатку, встановленому перед цим, створюється проект, куди завантажуються панорами і натискають кнопку Build. І все, панорама готова, але для навігації потрібно виконати ще декілька дій, також додати точки переходу і завантажити план будівлі, якої треба зробити віртуальний тур [16]. Але цей метод не підходить для реалізації даного проекту, так як ціль, вимоги та мета інакші та такий варіант вже існує.

Порівнявши всі програмні продукти, робимо висновок.

Для створення 3D-моделей будемо використовувати програмний продукт 3Ds Max 2018, він має простий інтерфейс та всі функції для успішного виконання поставленого завдання.

Для створення розгортки та текстур – 3D Coat. Так як дуже велика кількість потрібного інструментарію для створення текстур, також їх можна малювати вже на створеній моделі, працювати спільно з Photoshop.

Перенесення моделі буде на ігровий рушій – Unreal Engine. Тому що він має велику кількість інструментів, також постійно додаються нові функції, серед них – реалістичне освітлення, присутні кінематографічні ефекти постобробки і багато іншого, що забезпечить проект максимальною реалістичністю.

### **1.3. Постановка мети та задачі проекту**

Мета дипломного проекту полягає у створенні віртуальної екскурсії корпусом Н Сумського державного університету. Такий спосіб подання інтер'єру та передачі атмосфери буде більш привабливим та цікавим.

Для досягнення мети були виділені такі задачі для проекту, а саме проаналізувати сучасні технології створення віртуальних турів та екскурсій, визначити відповідний метод для реалізації проекту. Також для успішної розробки та визначення меж проекту слід визначити функціональні вимоги, на основі яких буде проведено моделювання процесу розробки.

Для реалізації поставлених задач обрати технічні засоби та програмні продукти, які мають весь необхідний функціонал. Необхідно визначити перелік, послідовність і терміни виконання робіт, створити календарний план. Зробити 3D модель поверху Н корпусу Сумського державного університету, згідно з оригіналом, наповнити його всіма предметами.

Підібрати або створити максимально схожі текстури та накласти їх на моделі без артефактів. Готові моделі перенести на рушій, налаштувати сцену, освітлення, текстури, колізії та оптимізувати всі процеси.

Підготувати персонажа, щоб ним можна було переміщатися, після чого протестувати додаток, виправити всі помилки.

Вимогами до проекту є те, що всі моделі Н-корпусу повинні бути з правильними пропорціями та сіткою. Текстури повинні бути якісними та виглядати максимально реалістично. Графіка повинна бути оптимізованою та налаштовані всі ефекти в рушію.

Детальніший опис постановки задачі описаний в технічному завданні (Додаток А).

## 2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ВІРТУАЛЬНОЇ ЕКСКУРСІЇ

### 2.1. Структурно-функціональне моделювання процесу

Для того, щоб краще зрозуміти систему та її зв'язки, був використаний метод функціонального моделювання IDEF0. Він описує складні процеси та об'єкти за допомогою простого та зрозумілого графічного способу, який представлений блоками та дугами. Цей метод є частиною методології SADT, яка представляє собою сукупність з 15 різних моделей, що дозволяють дослідити систему з різних сторін, а саме параметри, структуру, характеристики.

Система, яка описується за правилами IDEF0 мають чітко визначену структуру, а саме набір діаграм, які ієрархічно впорядковані. Кожна діаграма відображає конкретну функцію та складається з декількох взаємопов'язаних підфункцій, які також можуть бути описані діаграмами [17].

Моделювання процесів методом IDEF0 починається з побудови контекстної діаграми, яка відображає діяльність компанії або процесу в цілому. Центральний блок в моделі це функція, а саме дія, яка виконується. По сторонам головного блоку розподіляються 4 потоки:

- зліва: вхідні дані та ресурси, які будуть використовуватися для виконання проекту;
- зверху: вимоги, управляючі дії;
- знизу: механізми за допомогою яких буде виконуватись проект;
- справа: результат виконаної функції [18].

На рисунку 2.1 представлена контекстна діаграма для дипломного проекту, де вхідними даними є фотографії інтер'єру будівлі, технічне завдання формує вимоги до нього. Механізмами за допомогою яких буде реалізований проект є розробник, програмне та апаратне забезпечення, результатом роботи є віртуальна екскурсія.



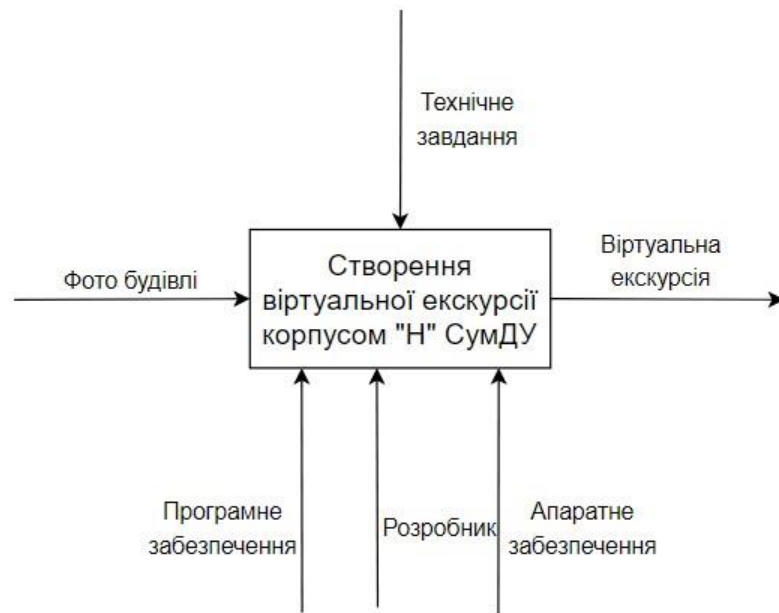


Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма

На рисунку 2.2 зображена діаграма декомпозиції. Для блоку «Створення 3d моделей» вхідними даними є фотографії Н корпусу, а для «Створення віртуальної екскурсії» – готові моделі. Управляючою дією є технічне завдання, за допомогою розробника, апаратного та програмного забезпечення буде реалізований проект.

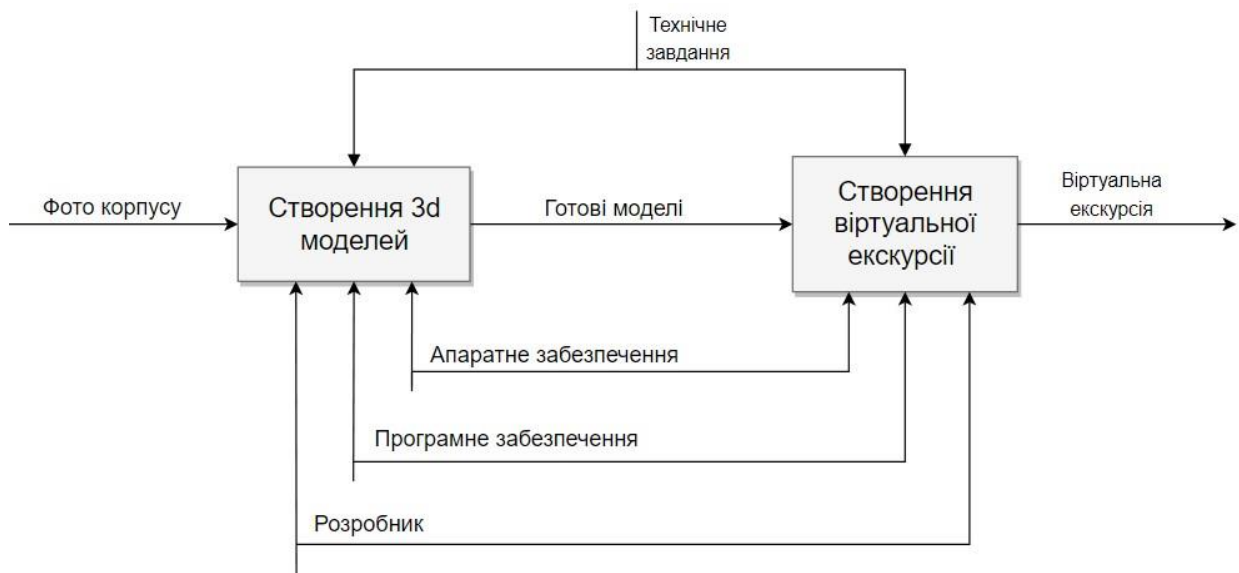


Рисунок 2.2 – Діаграма декомпозиції першого рівня (в нотації IDEF0)

На рисунку 2.3 показана декомпозиція блоку «Створення 3d моделей». Для «Створення 3d моделі корпусу та асетів» вхідними даними є фото корпусу, а вихідними – готові 3d моделі. Після чого моделі експортуються і до блоку

«Створення та накладання текстур» надходять 3d моделі з правильною сіткою. Потім затекстуровані об'єкти готові до перенесення у рушій Unreal Engine.

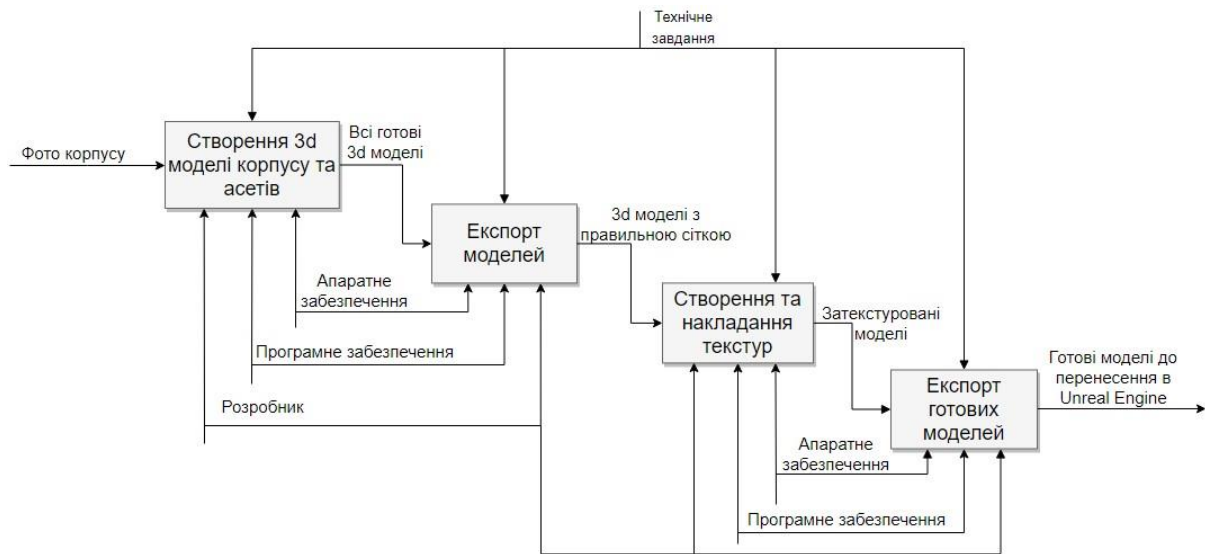


Рисунок 2.3 – Діаграма декомпозиції блоку «Створення 3d моделей»

На рисунку 2.4 показана декомпозиція блоку «Створення віртуальної екскурсії». Підготовлені 3d моделі імпортуються у рушій та таким чином збирається сцена. Вхідними даними для блоку «Налаштування ефектів, текстур та інтерактивності» є візуальна сцена, після чого формується вже готова інтерактивна сцена. Проект запаковується в .exe файл та результатом роботи є віртуальна екскурсія.

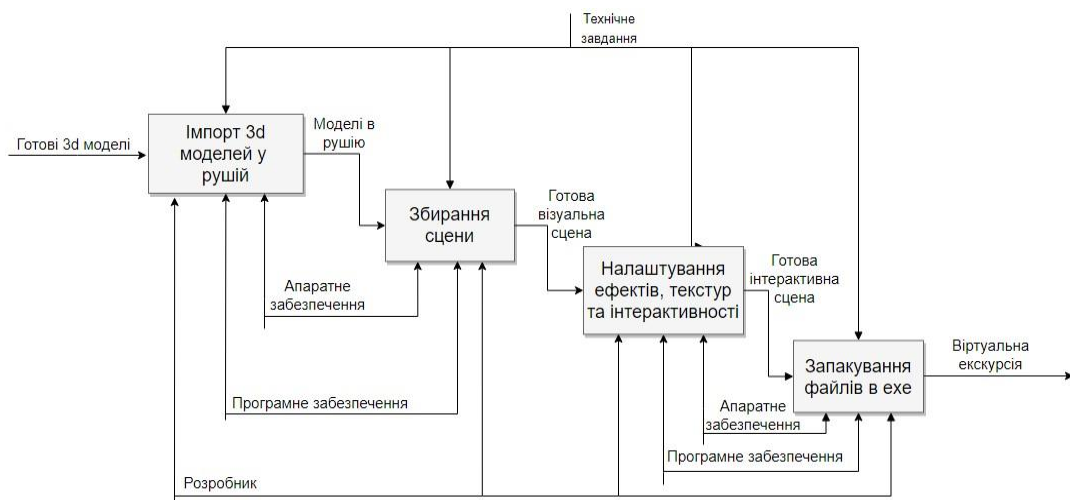


Рисунок 2.4 – Діаграма декомпозиції блоку «Створення віртуальної екскурсії»

## 2.2. Моделювання варіантів використання

Діаграма варіантів використання представляє вихідну побудову системи в процесі її проектування та розробки. Ця діаграма складається з акторів, варіантів використання і взаємозв'язки між ними [19].

В дипломному проекті було виділено актора: користувач екскурсії, потенційний абітурієнт та варіанти використання: демонстрація головного меню, де користувач може вибрати будь-який варіант, а саме: запуск показу екскурсії або переглянути інформацію про розробника, або вийти з додатку. Обравши перегляд, користувач зможе переміщатися по корпусу. На рисунку 2.5 представлена діаграма варіантів використання.

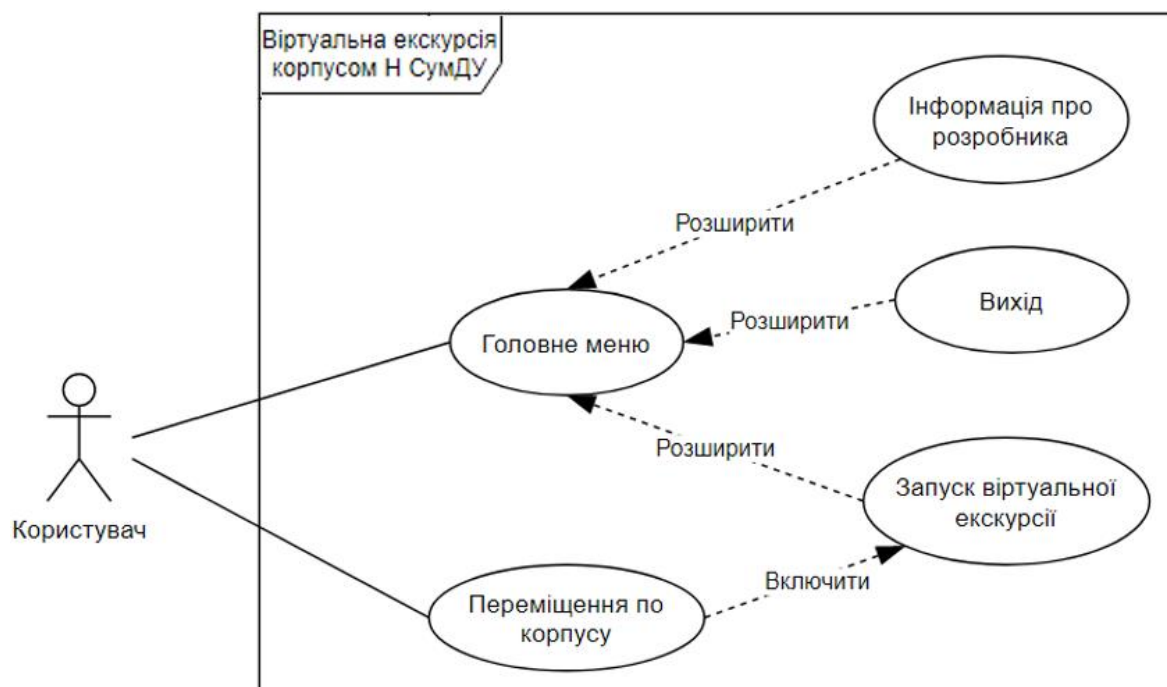


Рисунок 2.5 – Діаграма варіантів використання

### 3 РОЗРОБКА ВІРТУАЛЬНОЇ ЕКСКУРСІЇ

Розробка віртуальної екскурсії виконувалась поетапно (рис. 3.1).

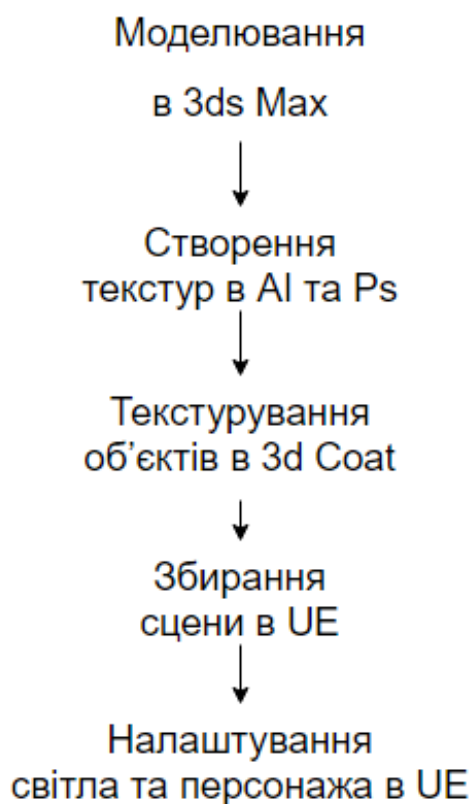


Рисунок 3.1 – Етапи розробки проекту

На першому етапі реалізації створюються 3d моделі, а саме стіни, стеля, підлога, колони, каркас поверху наповнюється предметами інтер'єру, такими як: пластикові склопакети, двері, таблички з написами, вікно, квіти, розетки і так далі. Всі об'єкти змодельовані в програмному продукті Autodesk 3ds Max 2018.

Щоб сцена виглядала згідно з оригіналом підбираються та створюються відповідні текстури в Adobe Illustrator та Adobe Photoshop. Для визначення та призначення матеріалів, створення додаткових елементів на об'єктах використовувався програмний продукт 3d Coat.

Після налаштування матеріалів всі моделі збираються в одну сцену на рушію Unreal Engine 4. Для оточення використовується HDRI карта. Встановлюється та

налаштовується новий персонаж. Обирається відповідний варіант освітлення сцени та запікаються текстури тіней для оптимізації проекту.

Успішно завершивши всі етапи, проект проходить тестування та запаковується.

### 3.1. Моделювання в 3ds Max

Розробка поверху Н корпусу виконувалась поетапно. Спочатку були створені стіни за допомогою примітиву Line та модифікатору Extrude (рис. 3.2). Після чого геометрія була конвертована в Edit Poly та зроблена розгортка для подальшого текстурування моделі.

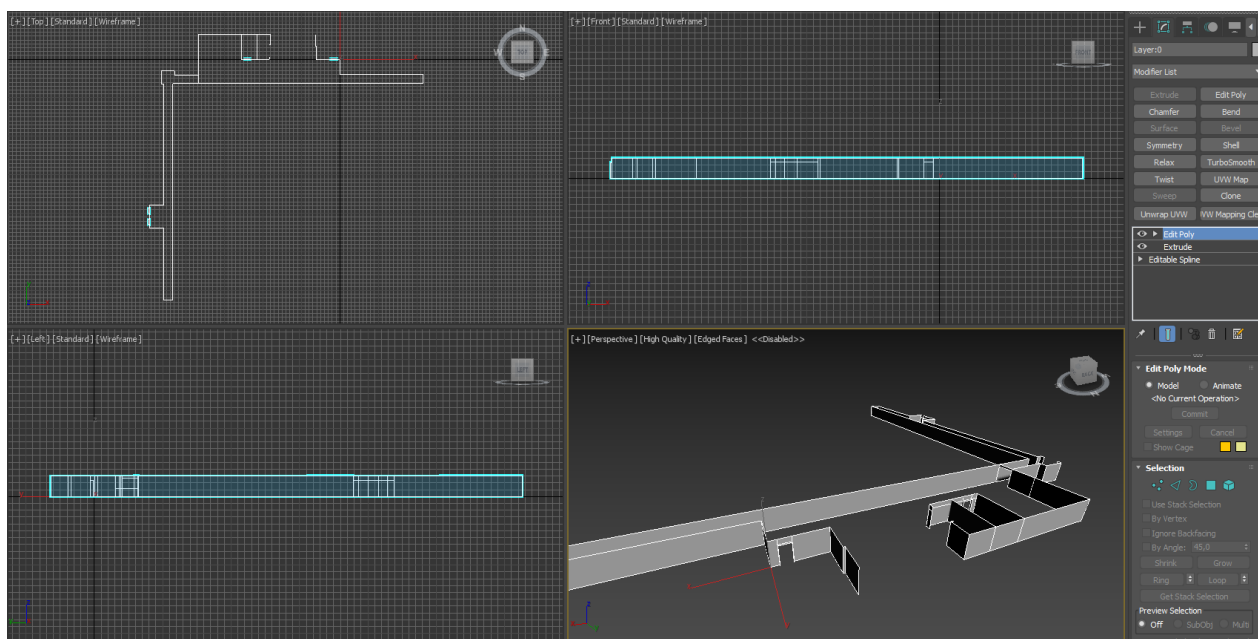


Рисунок 3.2 – Моделювання стін поверху

Колони були створені за допомогою примітиву Box. Для стелі та підлоги був використаний Plane та модифікатор Edit Poly, яким надана відповідна форма (рис. 3.3). В стелі видалені деякі полігони, в цих місцях будуть розташовані лампи. При створенні моделей важливо перевернути деякі полігони за допомогою функції Flip, щоб у рушію модель правильно відображалась.

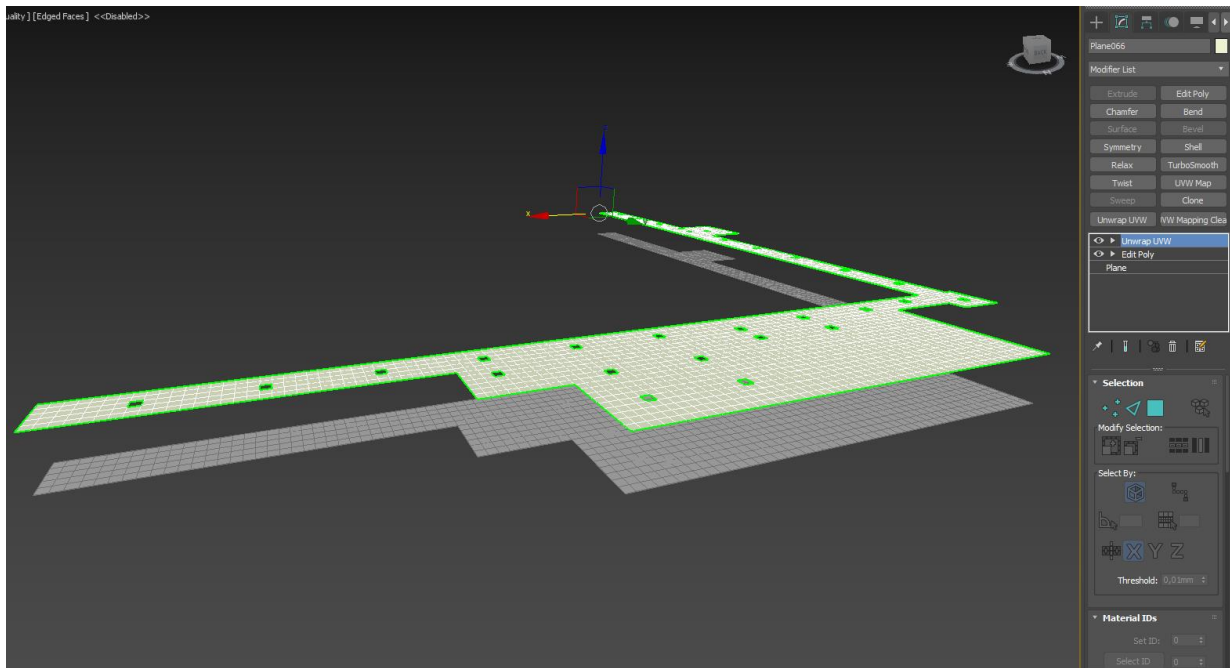


Рисунок 3.3 – Моделювання стелі та підлоги

Створено Low Poly кавовий апарат, який побудований з трьох елементів: примітивів Box, конвертованого в Edit Poly, надано відповідну форму, використано Shell для одного з елементів та для від'єднаних полігонів застосований модифікатор Bend (рис. 3.4).

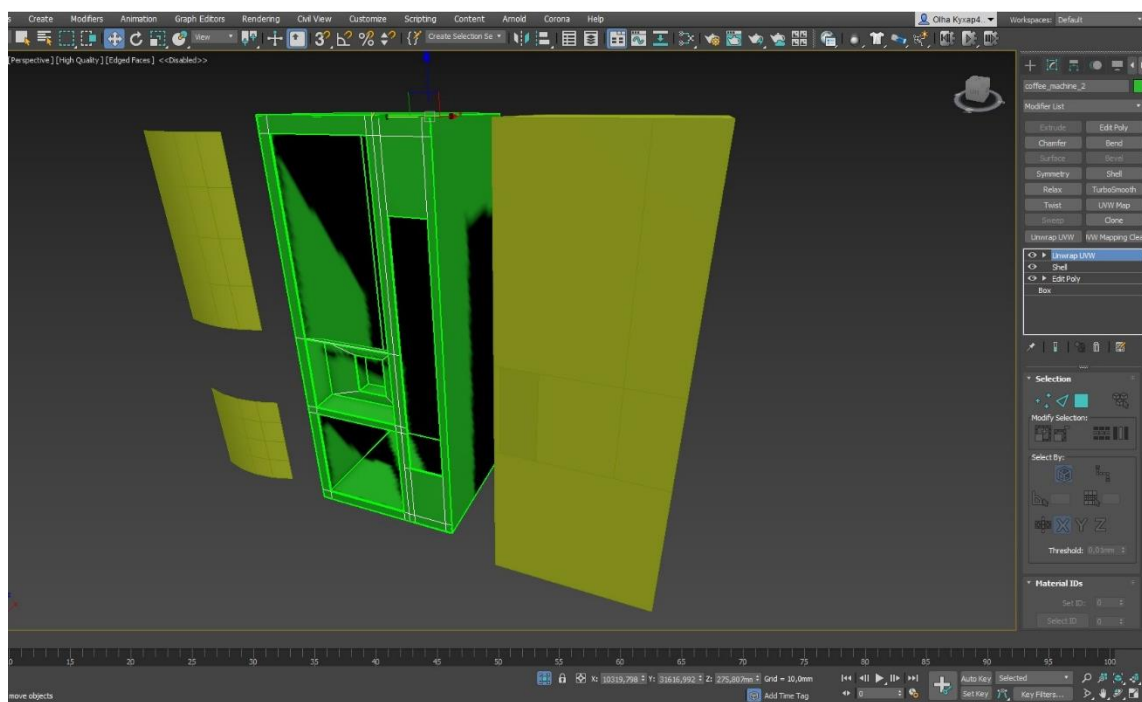


Рисунок 3.4 – Моделювання кавового апарату

Блоки з пластикових вікон та дверей створювались з примітиву Box та методом полігонного моделювання Edit Poly. За допомогою функцій Inset, яка створює всередині полігону полігон менший за розміром, Bevel, яка створює фаски та Extrude, яка видавлює полігони, надавалась відповідна форма (рис. 3.5). В тих місцях, в яких буде скло, полігони були виділені та від'єднанні в новий об'єкт.

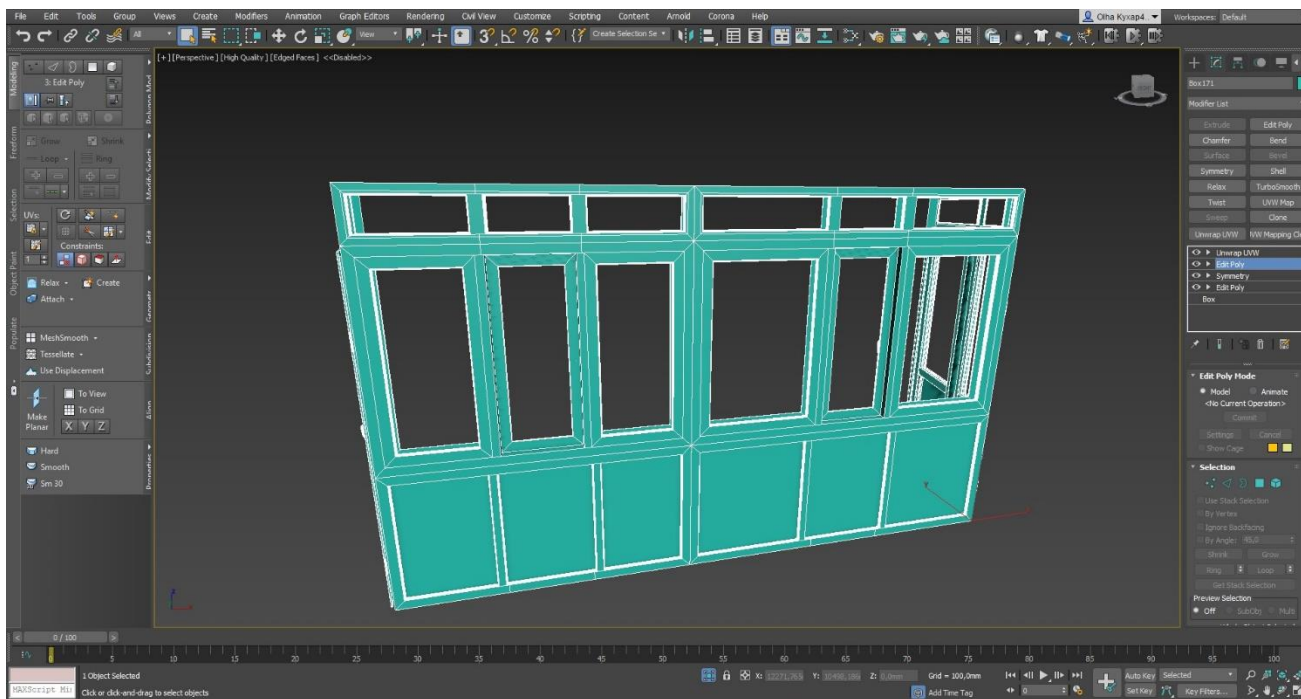


Рисунок 3.5 – Моделювання склопакетів для буфету

Наступним кроком створювались асети для сцени, а саме двері, пожежна шафа та сповіщувач, квіти, таблички, годинник, розетка та вимикач, урни для сміття, дошки оголошень, стіл, електрощити.

Двері складаються з ручки, кріплень, погонажу та дверного полотна. Ручка зроблена з примітиву Cylinder та конвертована в Edit Poly. Основа для ручки створена з Box та модифікована за допомогою Edit Poly та модифікатору Chamfer, щоб надати округлу форму. Кріплення зроблені з циліндрів та полігонального моделювання. Рама дверей створена з примітиву Box, використовуючи Edit Poly та функцію Inset була надана відповідна форма. Дверне полотно зроблено з Box, також видалені задні полігони, які на сцені не будуть видні, для того щоб сцена була менш перевантажена. Всі елементи дверей зібрані в Edit Poly (рис. 3.6).

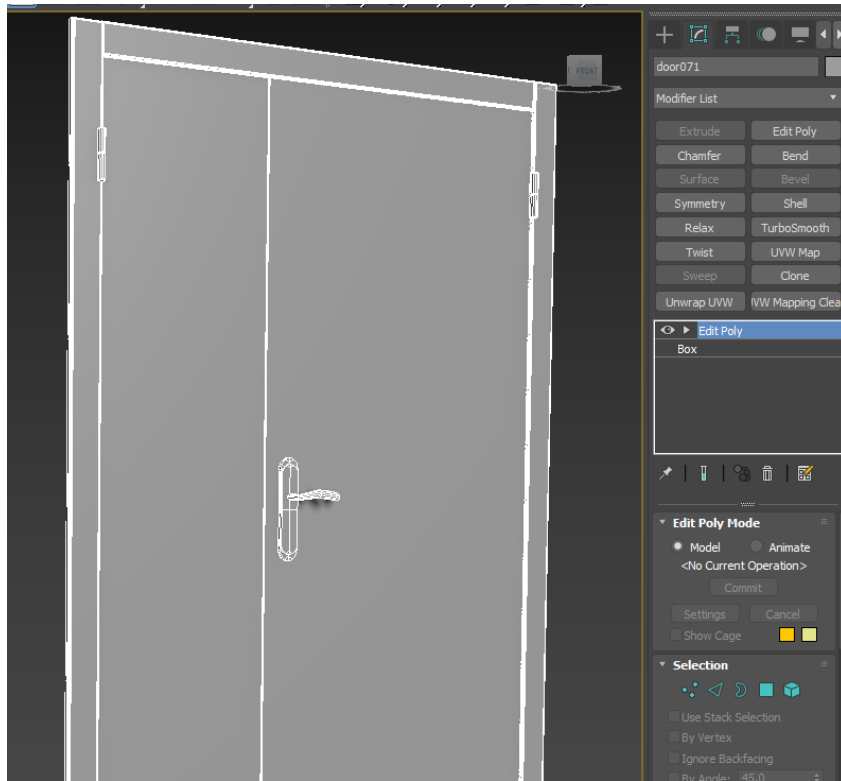


Рисунок 3.6 – Моделювання дверей

Вазон з квітами складається з чотирьох частин, а саме: вазон, земля, гілки та листки. Земля створена з верхньої частини примітиву Cylinder, модифікатору Edit Poly і Noise, щоб надати рельєфну форму (рис. 3.7). Нижні точки слід заморозити та вирівняти по осі Z, тому що модифікатор Noise спотворює геометрію.

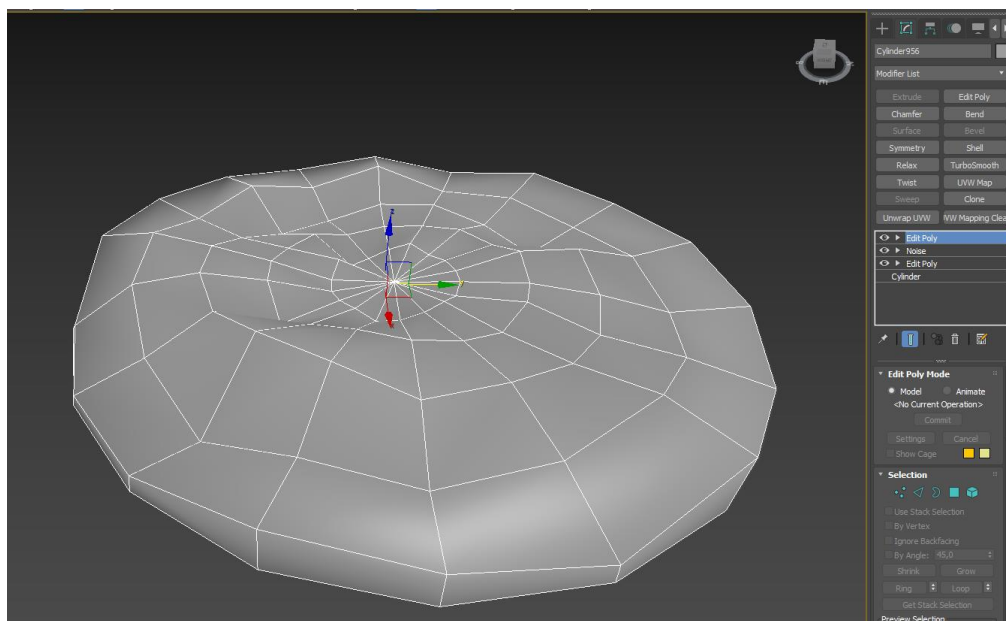


Рисунок 3.7 – Моделювання землі для квітів



Вазон зроблений з примітиву Line, до якого був застосований модифікатор Lathe, який дозволяє створювати об'ємні фігури шляхом обертання сплайна навколо осі та Shell, який надає об'єкту товщину (рис. 3.8).

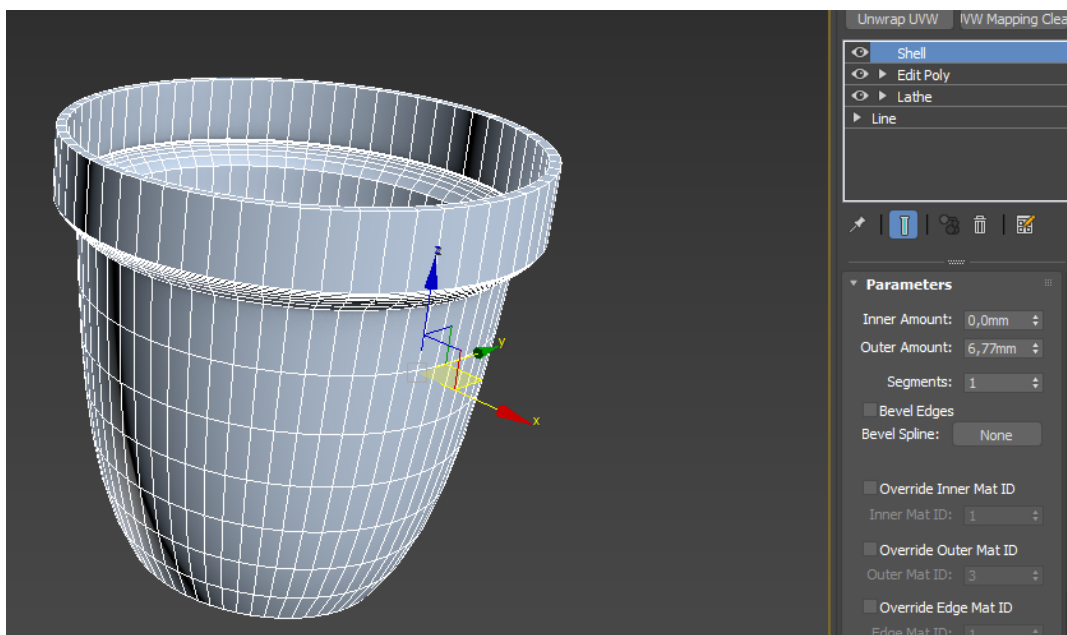


Рисунок 3.8 – Моделювання вазону

Гілки зроблені за допомогою Line та Edit Poly, листки з Plane та конвертовані в Edit Poly, створені копії функцією Array (рис. 3.9).

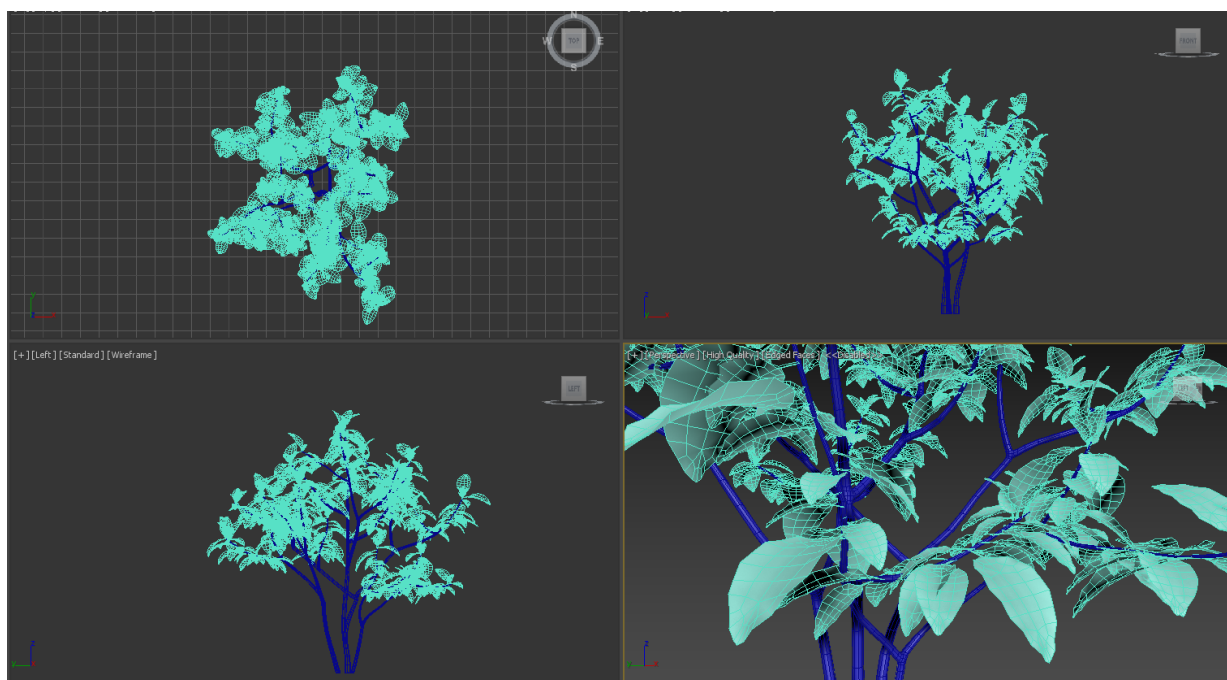


Рисунок 3.9 – Моделювання гілок та листків

Більшість моделей були створені з примітиву Box та конвертовані в Edit Poly, були використані такі модифікатори як Extrude, Bevel, Inset, Chamfer, Shell (рис. 3.10).

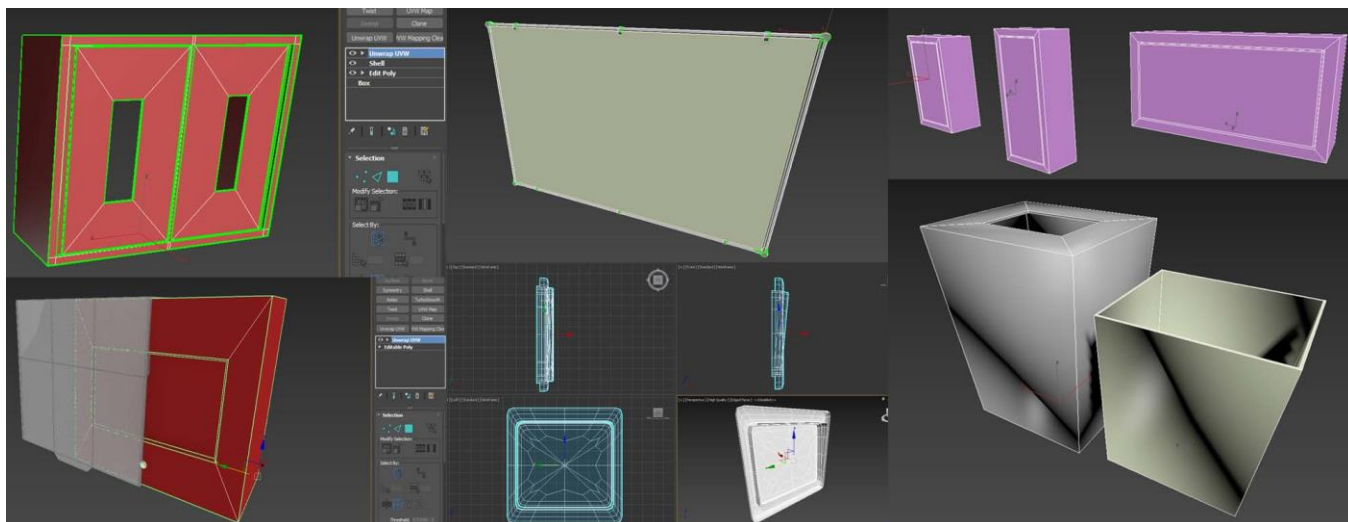


Рисунок 3.10 – Моделювання об'єктів з примітиву Box

Скло для всіх об'єктів є відділеними полігонами (рис. 3.11).

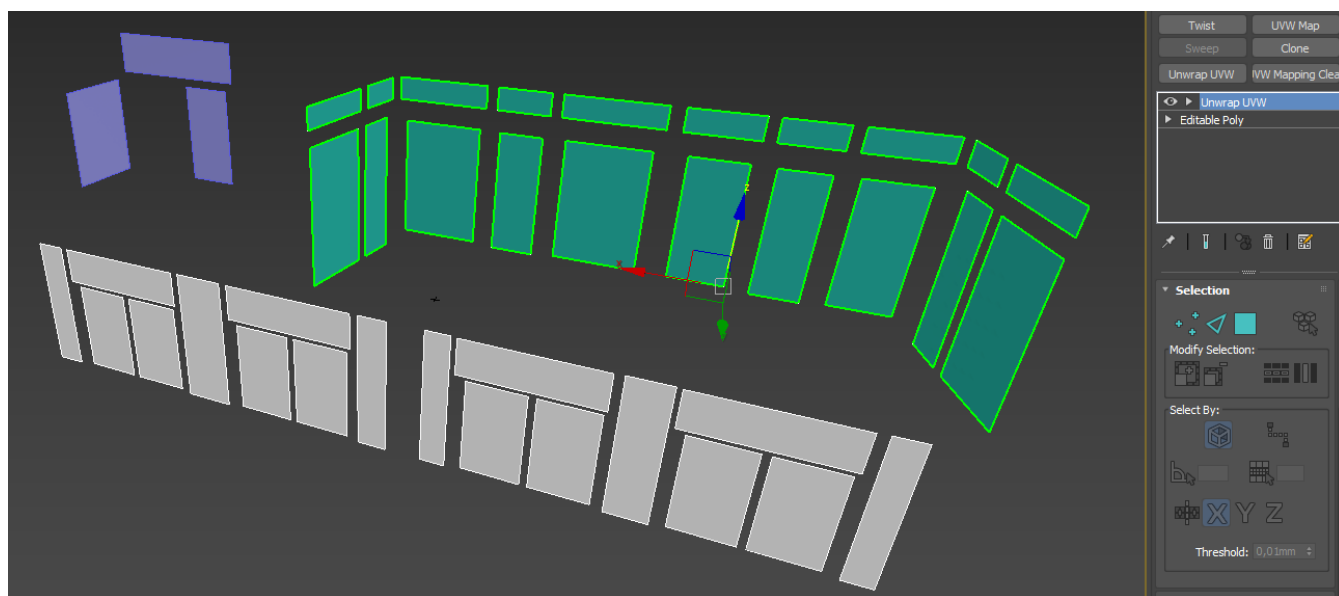


Рисунок 3.11 – Скло для об'єктів

Напис «волейбольний центр» створений за допомогою примітиву Text, який має параметри розміру тексту, шрифту, кернінг (інтервал між літерами) і відстань між рядками. Для тексту був використаний шрифт Arial Bold. До напису

застосований модифікатор Extrude для того, щоб надати йому об'ємності, до того ж через функцію Attach в Edit Poly приєднана стрілка NGon з параметром сторін – 3 (рис. 3.12).



Рисунок 3.12 – Напис «волейбольний центр»

Стіл створений з примітиву Box та складається з двох елементів, а саме верхня та нижня частини столу (рис. 3.13). За допомогою полігонального моделювання та інструменту Swift Loop, поділимо Box на частини та зробимо форму ніжок столу. Для того, щоб краї не були різкими, використали модифікатор Chamfer.

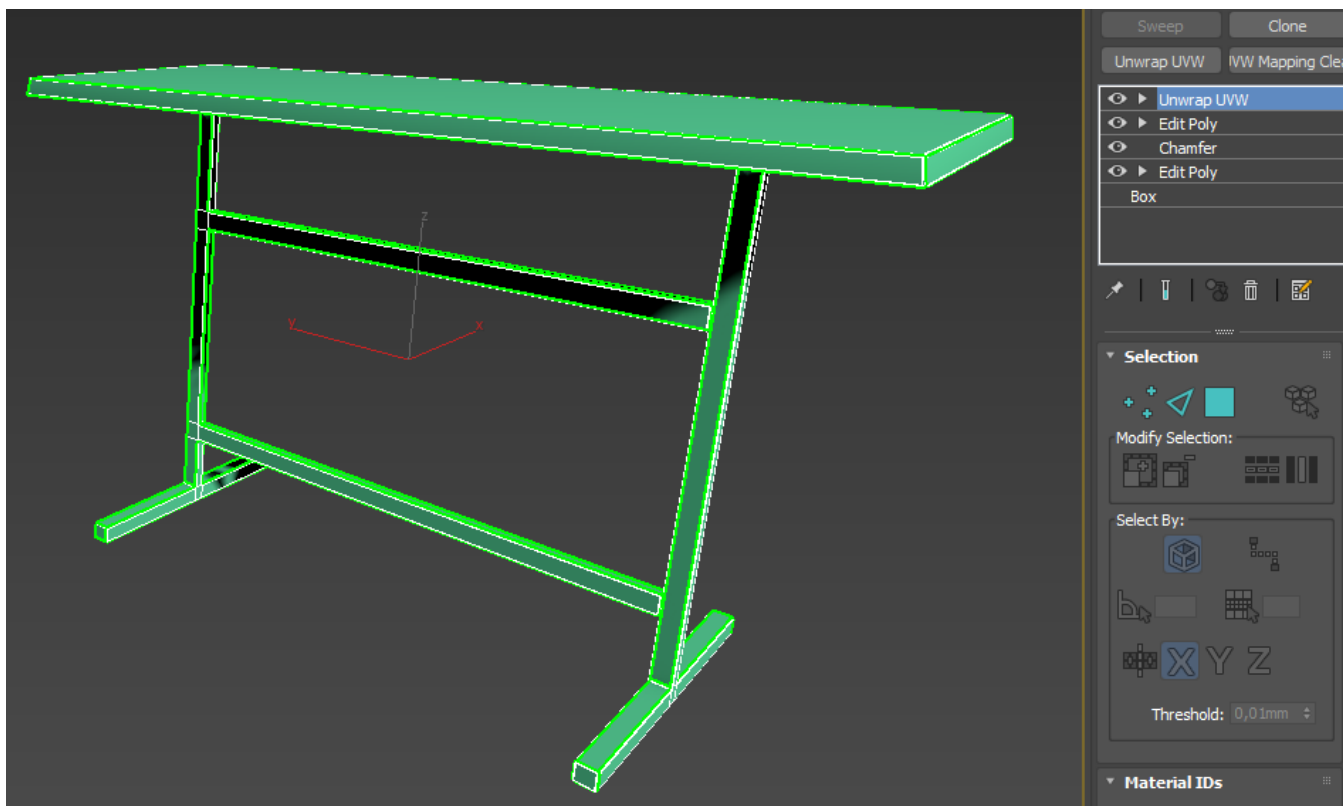


Рисунок 3.13 – Моделювання столу

При підготовці моделей до текстурування слід зробити якісні розгортки за допомогою модифікатора Unwrap UVW. На рисунку 3.14 наведений приклад розгортки до одної з моделей, а саме пожежної шафи.

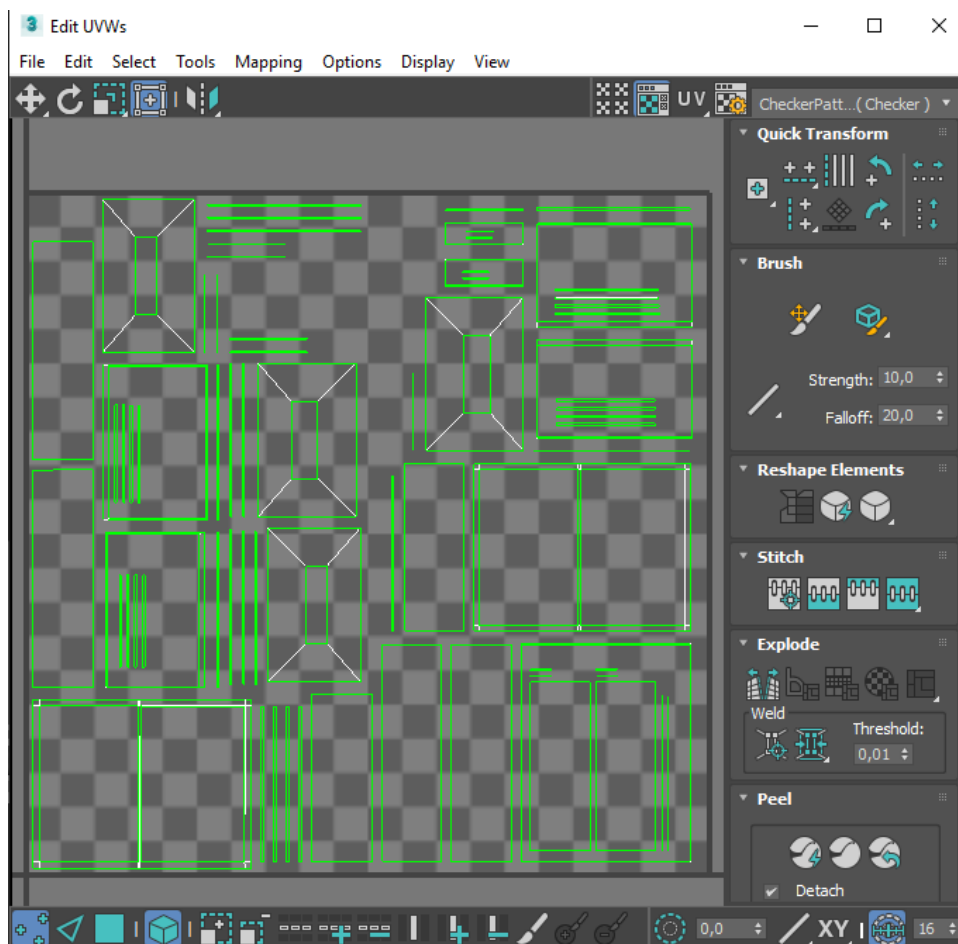


Рисунок 3.14 – Розгортка для пожежної шафи

При експорті об'єктів важливо доречно поставити Pilot Point (опорну точку), для того щоб у рушію було зручно розставляти предмети та помістити в координати 0,0,0.

### 3.2. Створення текстур в AI та Ps

Для того, щоб сцена була максимально реалістичною, було вирішено деякі текстури створювати власноруч в програмах Adobe Illustrator та Adobe Photoshop.

Текстура підлоги була зроблена в два етапи. Спочатку за основу були взяті текстури світлої та темної плиток, які методом колажування були доповнені та додатковими інструментами створені шви (рис. 3.15).

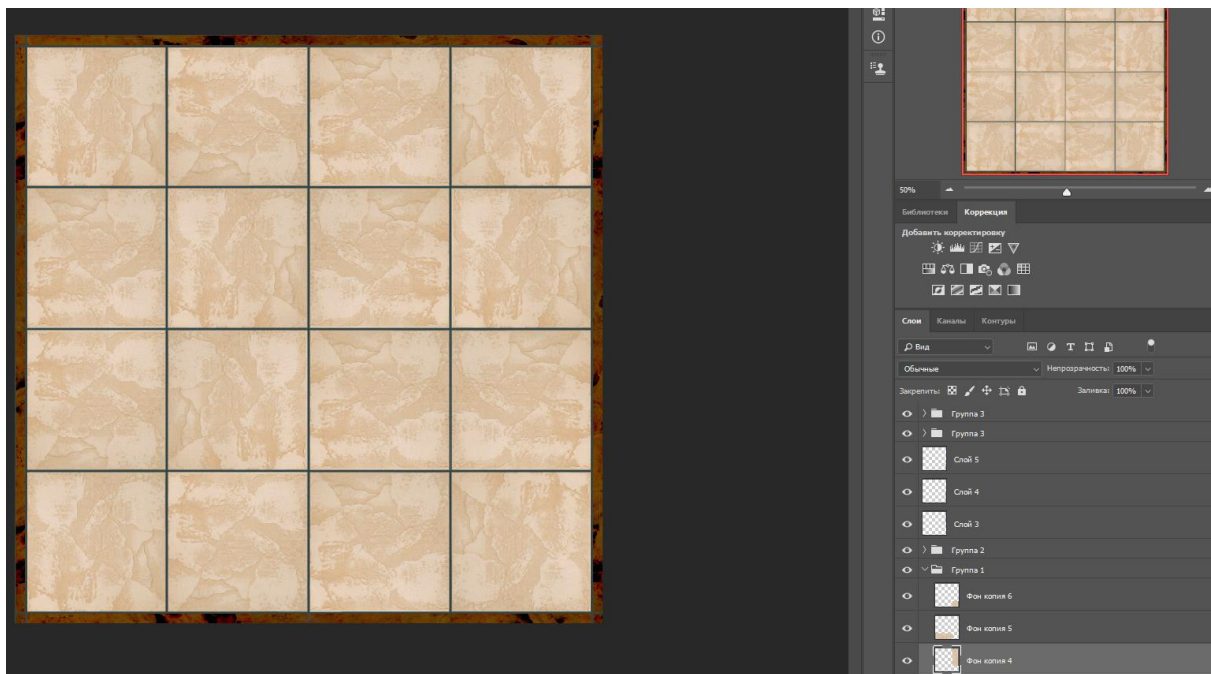


Рисунок 3.15 – Перший етап створення текстури підлоги

Потім з цих квадратів створили безшовну текстуру (рис. 3.16). Додавши чорно-біле коригування для зображення, отримали ще одну текстуру.

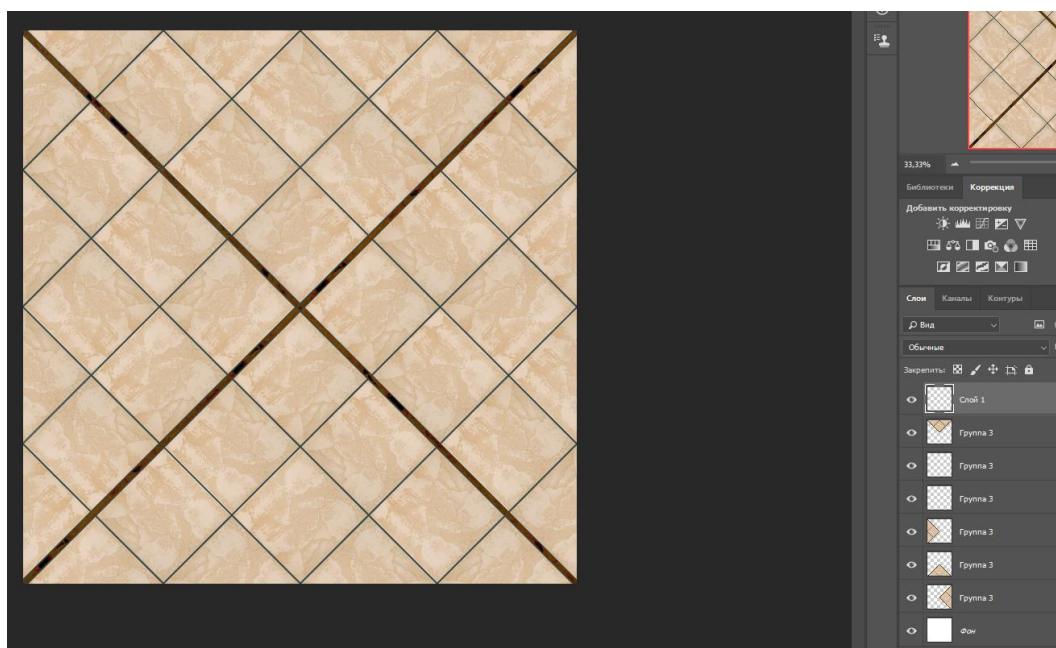


Рисунок 3.16 – Другий етап створення текстури підлоги

Для пожежної шафи було вирішено помістити картинку вогнегасника та пожежного рукава. Колаж зроблений на темному фоні та для того, щоб об'єкти виглядали реалістичніше, були затемнені краї (рис. 3.17).

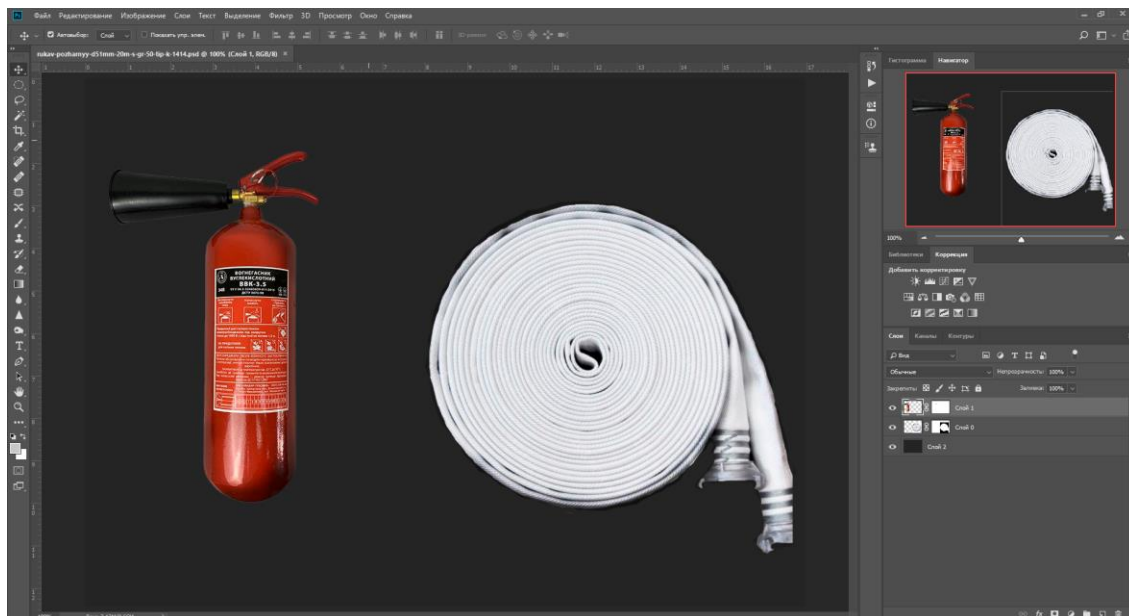


Рисунок 3.17 – Створення текстури для внутрішнього наповнення пожежної шафи

Текстура для стелі створювалась в Adobe Illustrator, на нижньому шарі розташований прямокутний з сірою заливкою, а зверху текстура плити (рис. 3.18).



Рисунок 3.18 – Створення текстури для стелі

Для кавового апарату текстури створювались в Adobe Illustrator. Набір картинок знайдені в мережі інтернет та доповнені позначеннями та відповідним текстом, шрифт якого був обраний Source Sans Variable (рис. 3.19).



Рисунок 3.19 – Створення текстур наліпок для кавового апарату

Шрифти для табличок та дошки оголошень підібрані максимально точно до оригіналу. Також додані стрілки, трикутники (рис. 3.20).

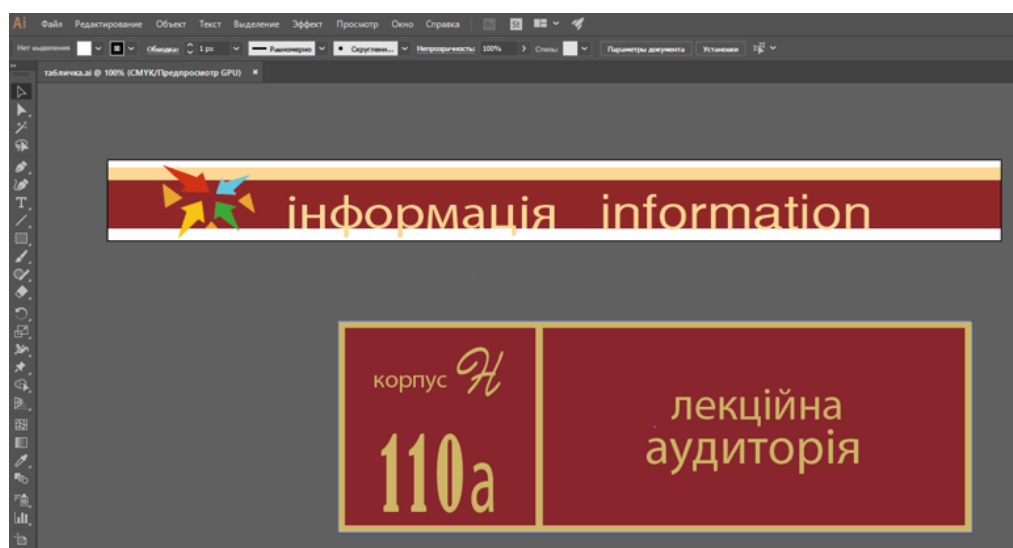


Рисунок 3.20 – Створення текстур для табличок та дошки оголошень

### 3.3. Текстурування об'єктів в 3d Coat

Прості об'єкти, як: стеля, підлога, скло, стіни та колони будуть текстуруватися вже в рушію Unreal Engine 4.

Для годинника були накладені стандартні матеріали з програми 3d Coat. На каналі кольору був доданий шар, який використовується як емісія. На цьому шарі створений текст, який буде світитися (рис. 3.21).



Рисунок 3.21 – Текстурування годинника

Для того, щоб не перезавантажувати сцену, було вирішено, що батарея буде створена з примітиву Vox та деталізована при текстуруванні. Всі вдавнені елементи будуть знаходитись в карті нормалей (рис. 3.22).

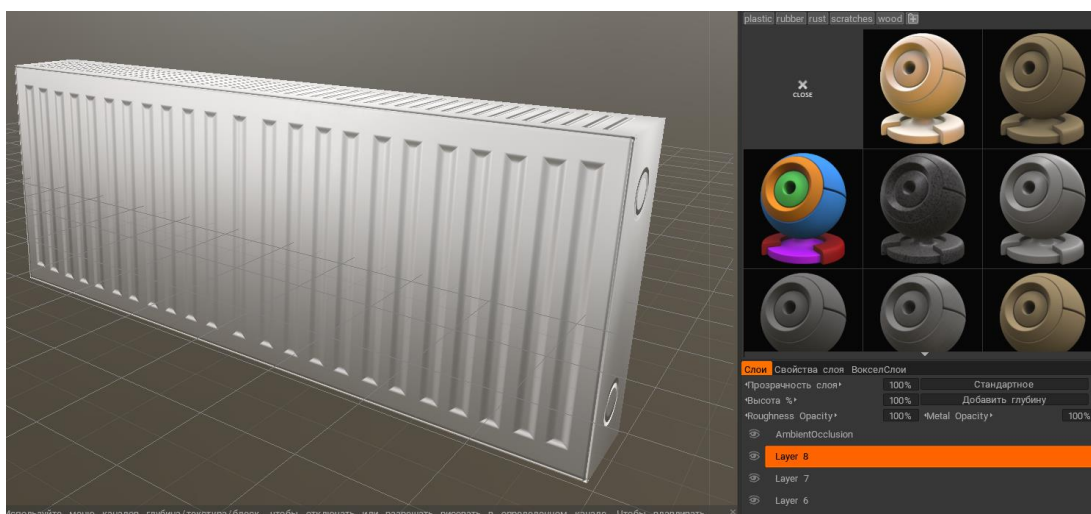


Рисунок 3.22 – Текстурування батареї



Для дзеркала був вибраний матеріал з параметрами Metalness (металічність) на 100% та Roughness (налаштування шорсткості) на 0% (рис. 3.23).

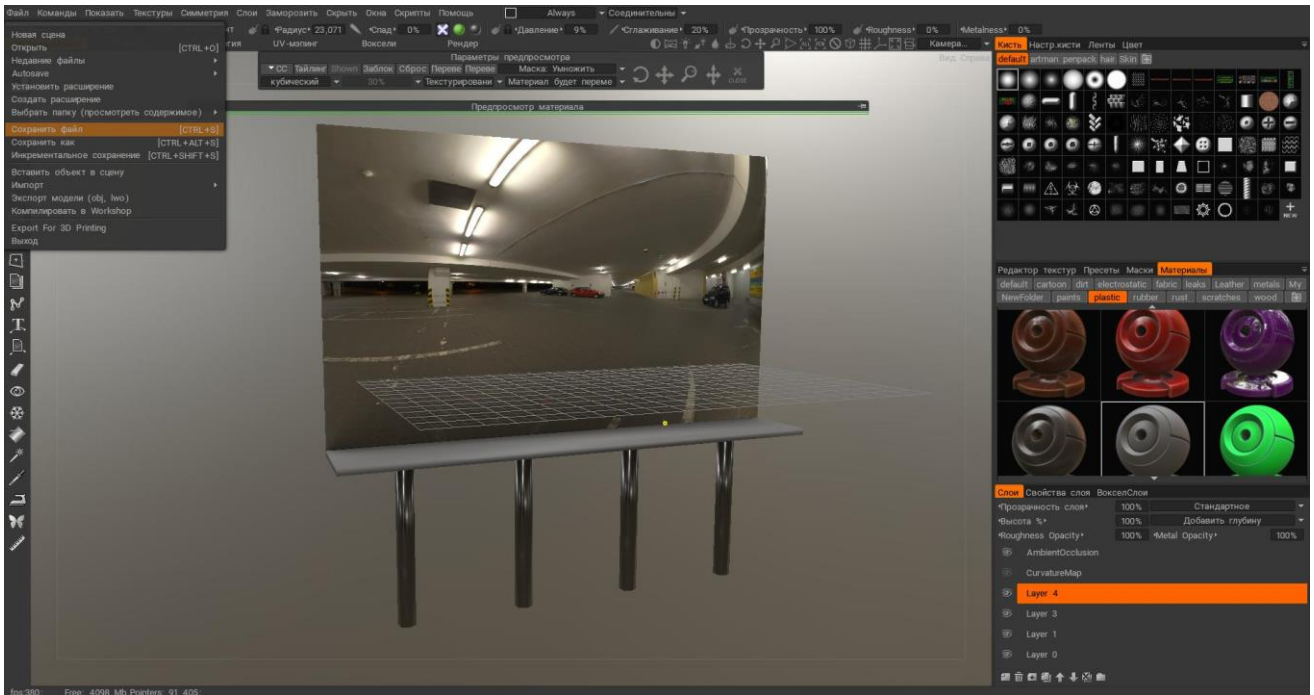


Рисунок 3.23 – Текстурування дзеркала

Для табличок та написів використовувався інструмент Transform Copy Tool, який дозволяє розташовувати зображення на об'єктах (рис. 3.24).

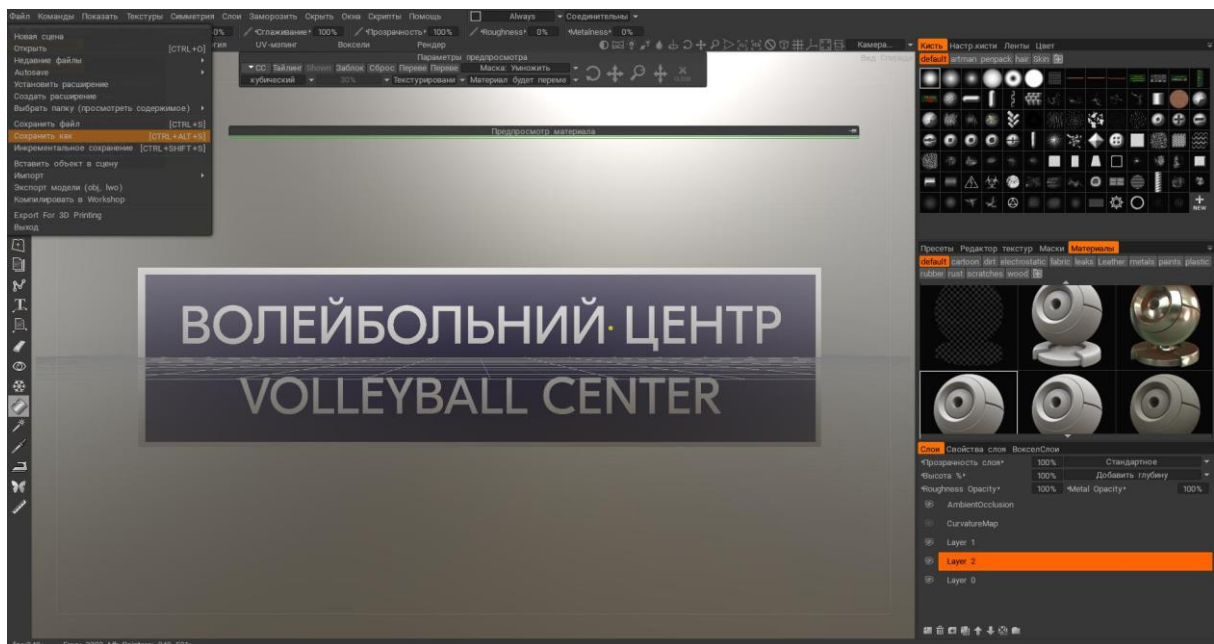


Рисунок 3.24 – Текстурування таблички з написом "волейбольний центр"

Для пожежного сповіщувача була створена кнопка та малюнки за допомогою кистей, які були попередньо створені та завантажені в програму (рис. 3.25).

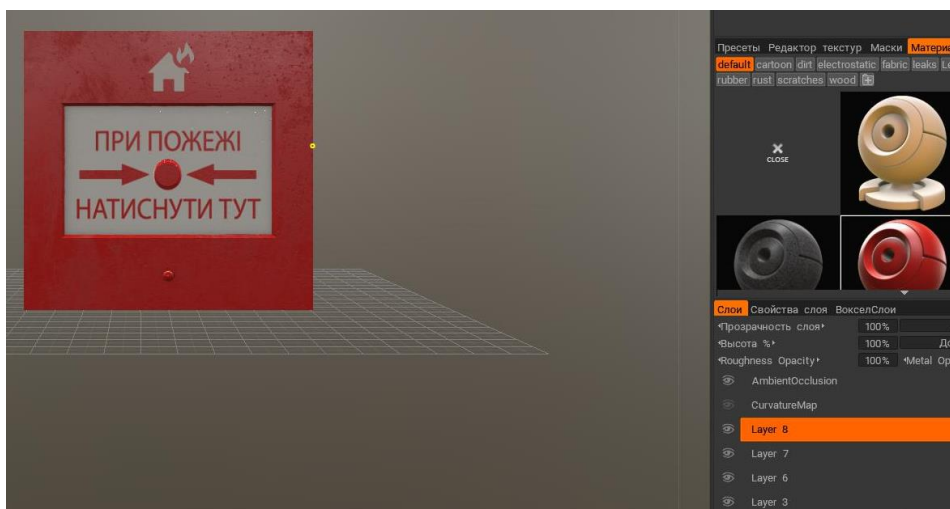


Рисунок 3.25 – Текстурування пожежного сповіщувача

Для текстурування дверей був використаний матеріал дерева та скла, створені власноруч з відповідними текстурами та параметрами. Для того, щоб зробити прозоре скло на моделі, було обране полігональне малювання та обрано 0 шар. Отвір для ключа в ручці створений на карті нормалей за допомогою видавлення геометрії. Затекстурована модель представлена на рисунку 3.26.

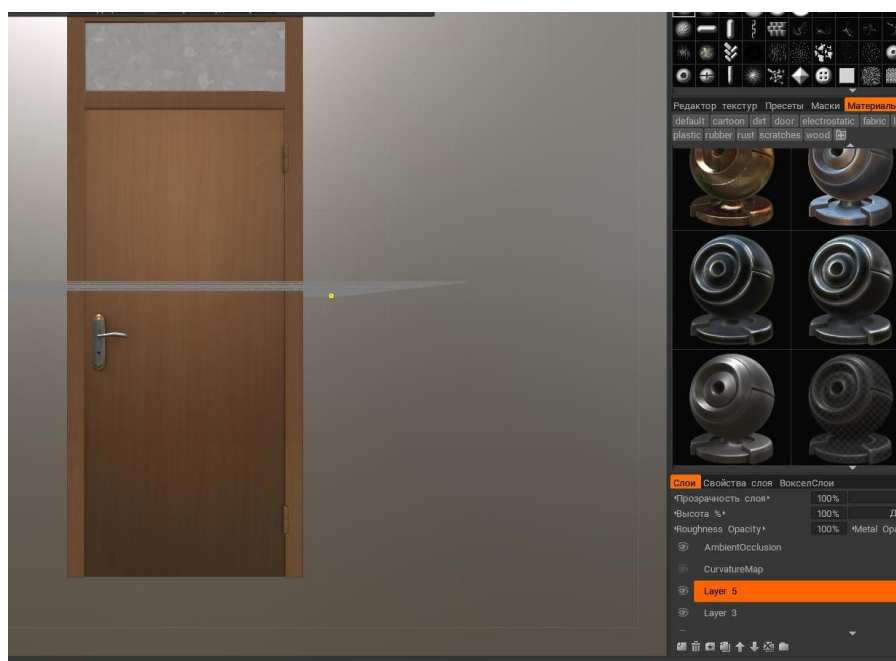


Рисунок 3.26 – Текстурування дверей

Для кавового апарату деякі елементи створені в карті нормалей, для розташування зображень застосували інструмент Transform Copy Tool та використали емісійний шар, щоб виділити деякі підсвічені частини моделі (рис. 3.27).



Рисунок 3.27 – Текстурування кавового апарату

Для всіх об'єктів при текстуруванні розраховується глобальне освітлення (ambient occlusion). М'які тіні, які створені цим методом, додають додаткового реалізму.

Всі моделі, затекстуровані в програмі експортують в окрему папку, в якій знаходиться сама модель у форматі .obj та набір карт, які потрібно формату .tga (рис. 3.28). У 3D Coat є можливість підібрати для якої програми буде експортуватись об'єкт, в нашому випадку це Unreal Engine 4.

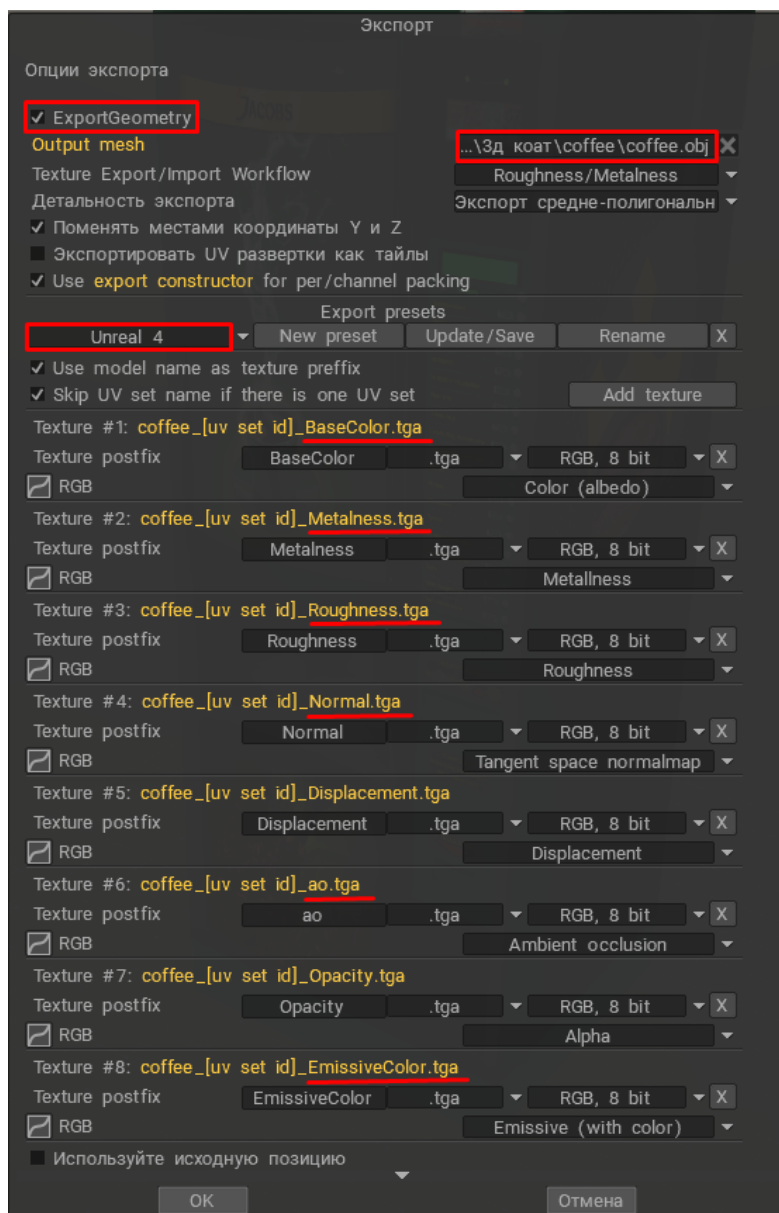


Рисунок 3.28 – Налаштування експорту 3d Coat

### 3.4. Збирання сцени в Unreal Engine

У створений проект в Unreal Engine 4 імпортуємо всі моделі та текстури. Об'єкти, які повинні бути зі згладженою поверхнею імпортуємо у форматі .obj, у протилежному випадку – у форматі .fbx.

Для того, щоб не було між моделями непотрібних щілин, слід використовувати прив'язку. Всі об'єкти збираються в одну сцену згідно з оригінальними фотографіями корпусу (рис. 3.29).



Рисунок 3.29 – Збирання сцени в рушію

Після того, як сцена зібрана, налаштовуємо матеріали. Переміщуємо всі карти, зроблені в 3D Coat та готові текстури у рушій.

У контенті створюємо матеріал, відкриваємо його редагування та за допомогою Drag&Drop переміщуємо всі текстури, а саме Base Color, Metallness, Roughness, Normal, ао та в моделях у яких є об'єкти, які світяться – Emissive Color. Всі карти під'єднуємо до відповідних розеток, зберігаємо матеріал та призначаємо моделі (рис. 3.30). Таким способом налаштовуємо всі текстури, зроблені в 3d Coat.

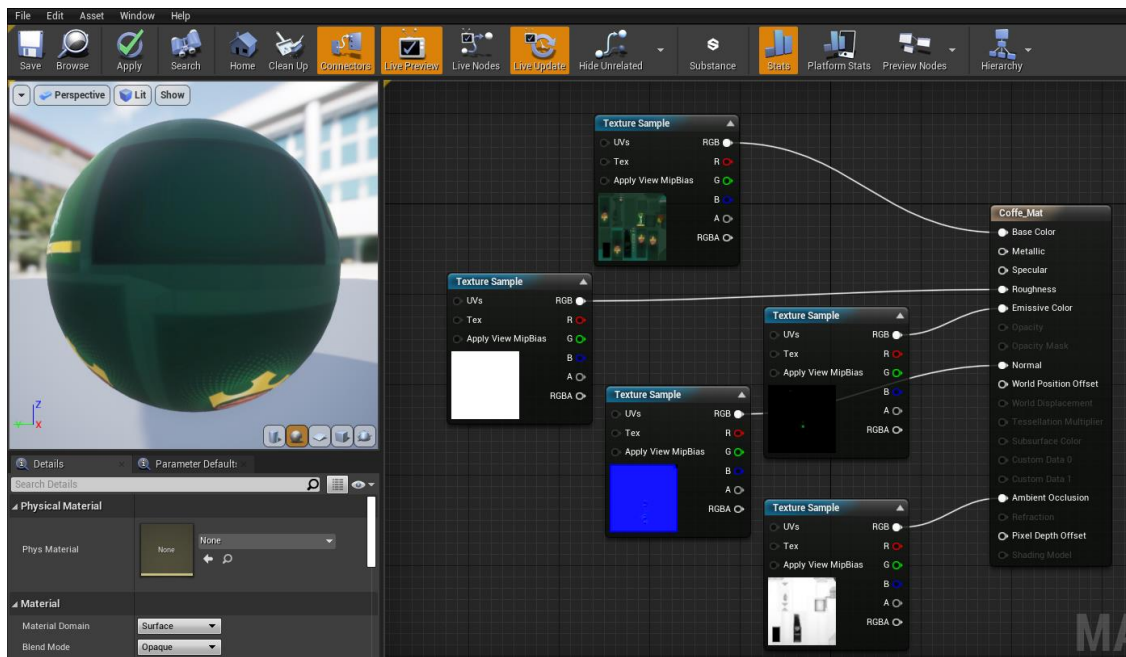


Рисунок 3.30 – Налаштування матеріалу для кавового апарату

Матеріал для підлоги створюємо в рушію, перетягуємо дві карти, а саме Base Color та Roughness. Щоб розмістити текстуру коректно, підключаємо до неї ноду TextureCoordinate, яка керує повторенням малюнку, налаштуємо параметри UTiling і VTiling, які відповідають за повторення зображення по осі U і V відповідно. Чорно-білу карту приєднуємо до ноди Roughness, яка задає шорсткість матеріалу. Додаємо процедурну ноду SCurve для того, щоб зробити текстуру більш контрастною (рис. 3.31).

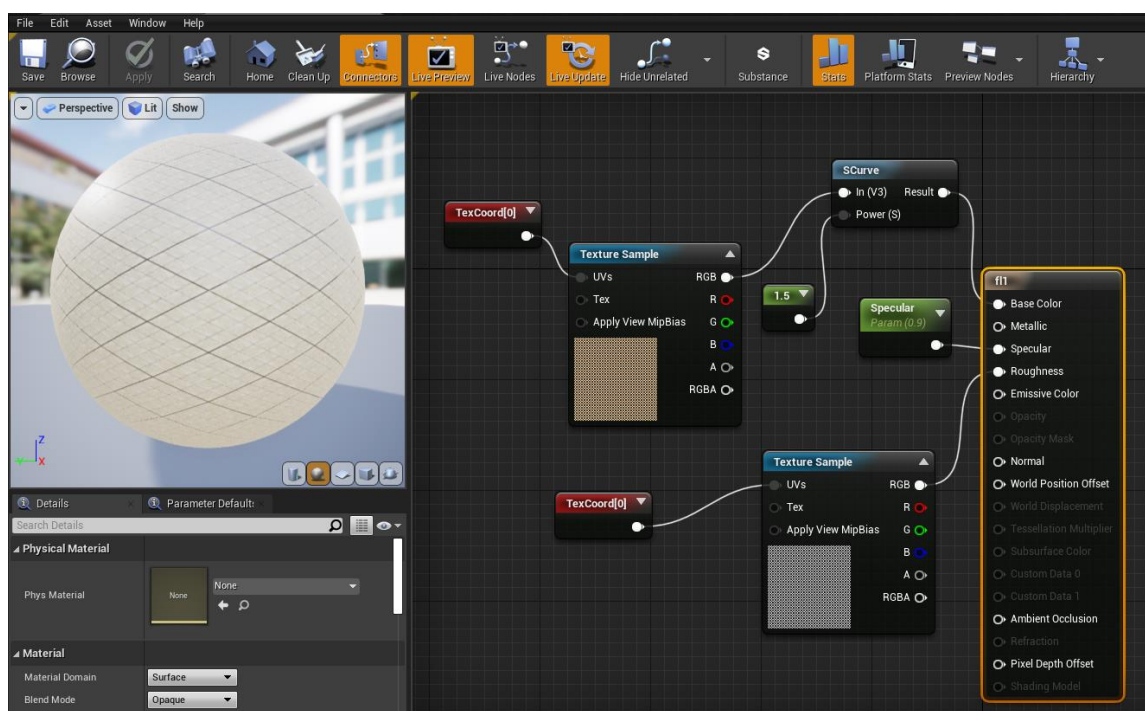


Рисунок 3.31 – Налаштування матеріалу для підлоги

Для налаштування скла спочатку потрібно обрати тип Translucent. Це прозорий матеріал з м'якою прозорістю. Для визначення кольору додаємо Vector Parameter, який задає динамічне значення кольору по RGBA. Для значень Specular (відображення), Opacity (прозорість), Refraction (заломлення навколишнього середовища) визначаємо Constant параметри. Щоб скло було більш реалістичним до ноди Roughness додамо текстуру розмиття (рис. 3.32).

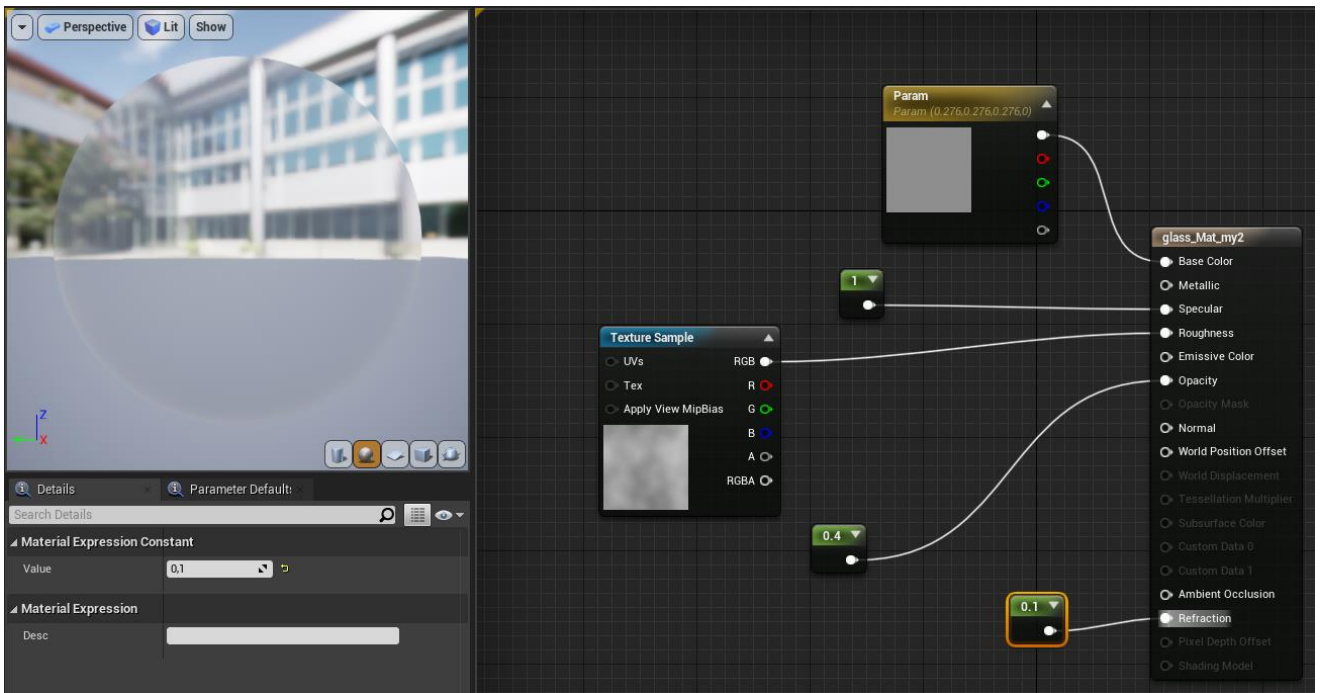


Рисунок 3.32 – Налаштування матеріалу скла

Всі затекстуровані об'єкти матимуть такий вигляд, як на рисунку 3.33.

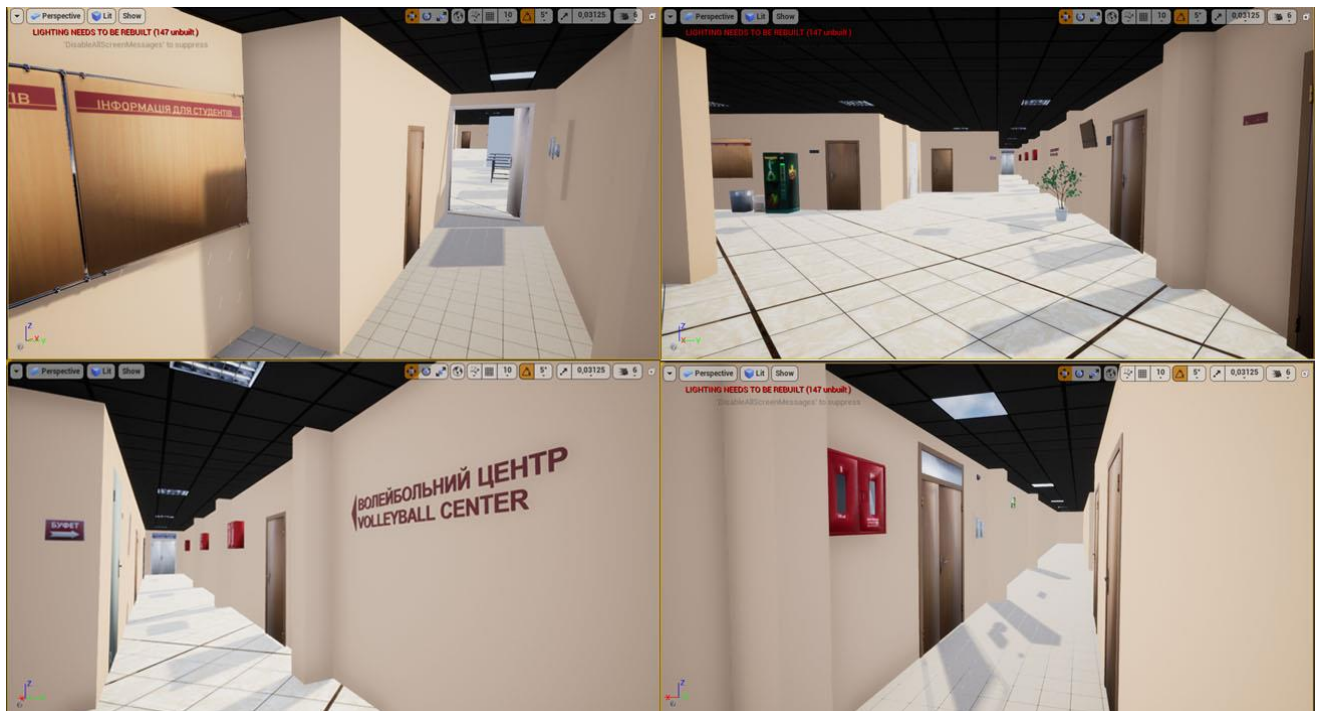


Рисунок 3.33 – Вигляд затекстурованої сцени

Було вирішено зробити головне меню, в якому буде три пункти, а саме старт віртуальної екскурсії, інформація про розробника та вихід з програми. Фоном для

головного меню та пункту "About" є фотографія корпусу з ефектом розмиття (рис. 3.34).



Рисунок 3.34 – Вигляд головного меню

Меню реалізоване за допомогою створення додаткових двох рівнів (Level) та двох інтерфейсів (Widget Blueprint). В рівнях для відображення курсору підключаємо ноду Set Show Mouse Cursor. На рисунку 3.35 наведений фрагмент Blueprint для головного меню.

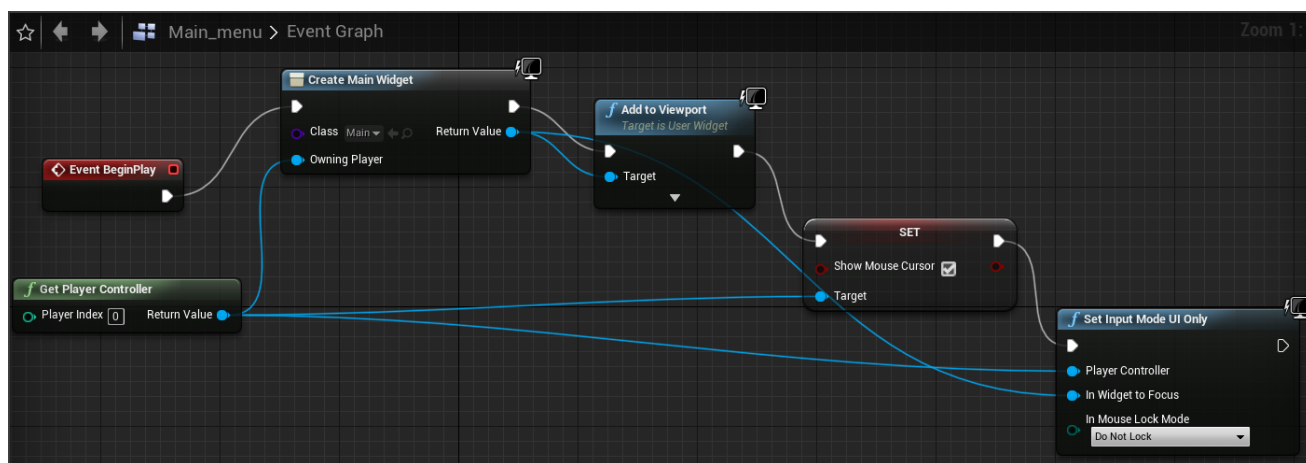


Рисунок 3.35 – Blueprint для головного меню



Створений інтерфейс для "About" має інформацію про розробника на двох мовах: українською та англійською (рис. 3.36).

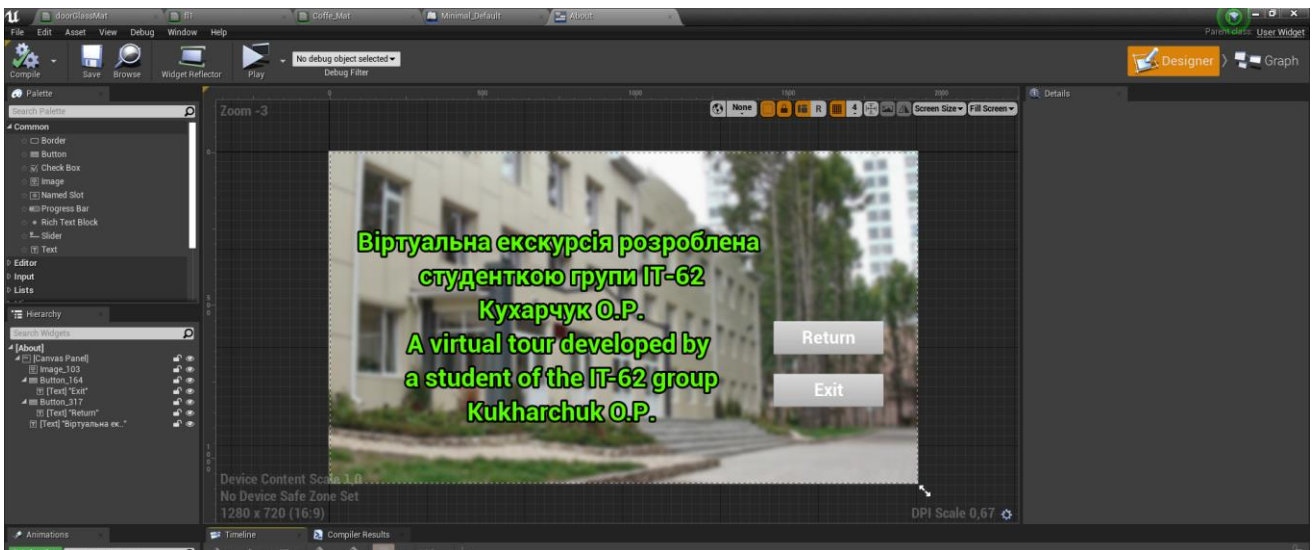


Рисунок 3.36 – Розробка пункту меню "About"

Пункт "About" має дві кнопки, які повертають користувача до головного меню чи виходить з програми. На рисунку 3.37 наведена скриптова система, а саме події, які відбуваються з натиском на відповідний пункт меню. Для кнопки "Exit" є спеціальна нода Quit Game. Для "Return" – нода для переходу на рівень Main\_menu.

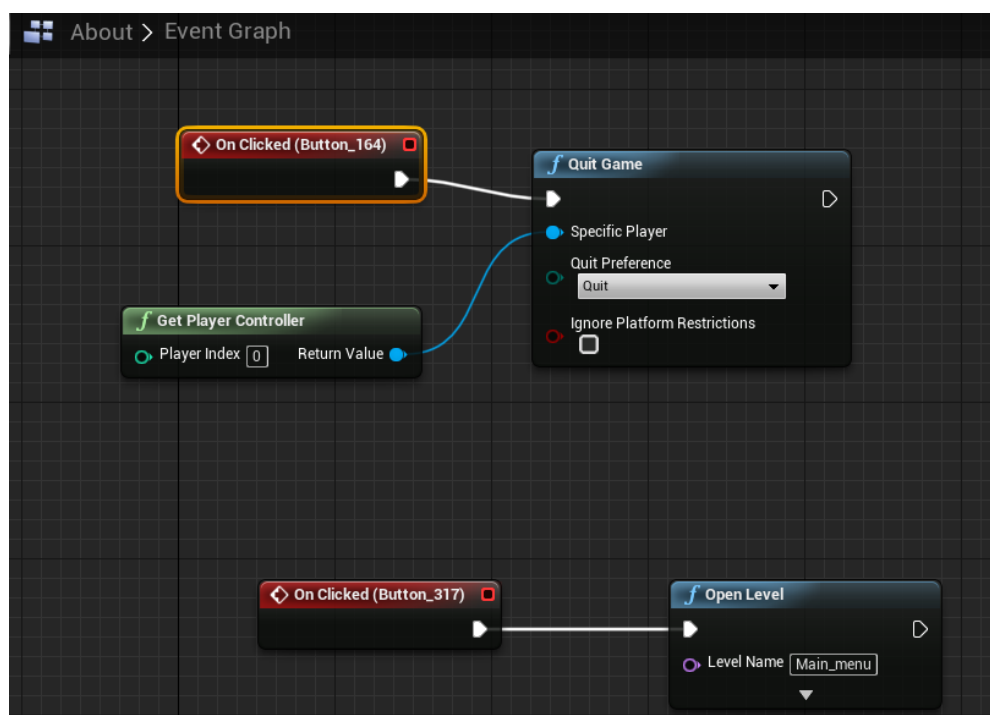


Рисунок 3.37 – Blueprint на подію натискання кнопок

На рівні показу віртуальної екскурсії, якщо натиснути на клавіатурі клавішу "M", то користувач перейде у головне меню (рис. 3.38).

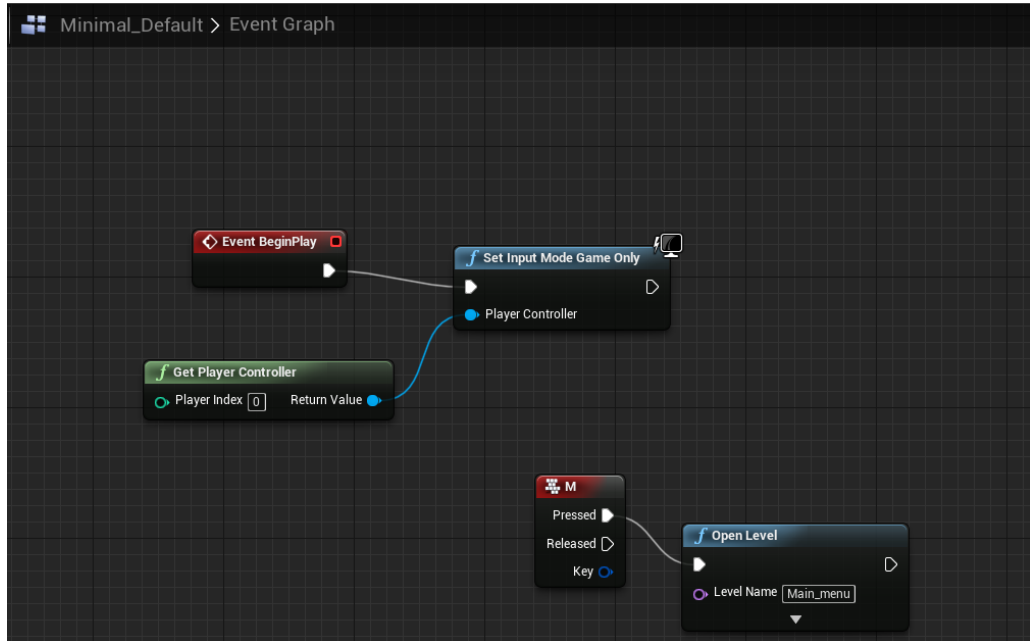


Рисунок 3.38 – Blueprint на рівні показу віртуальної екскурсії

Для оточення сцени була використана HDRI карта. У візуальних ефектах ExponentialHeightFog в налаштуваннях Inscattering Color Cub обирається завантажена карта (рис. 3.39).

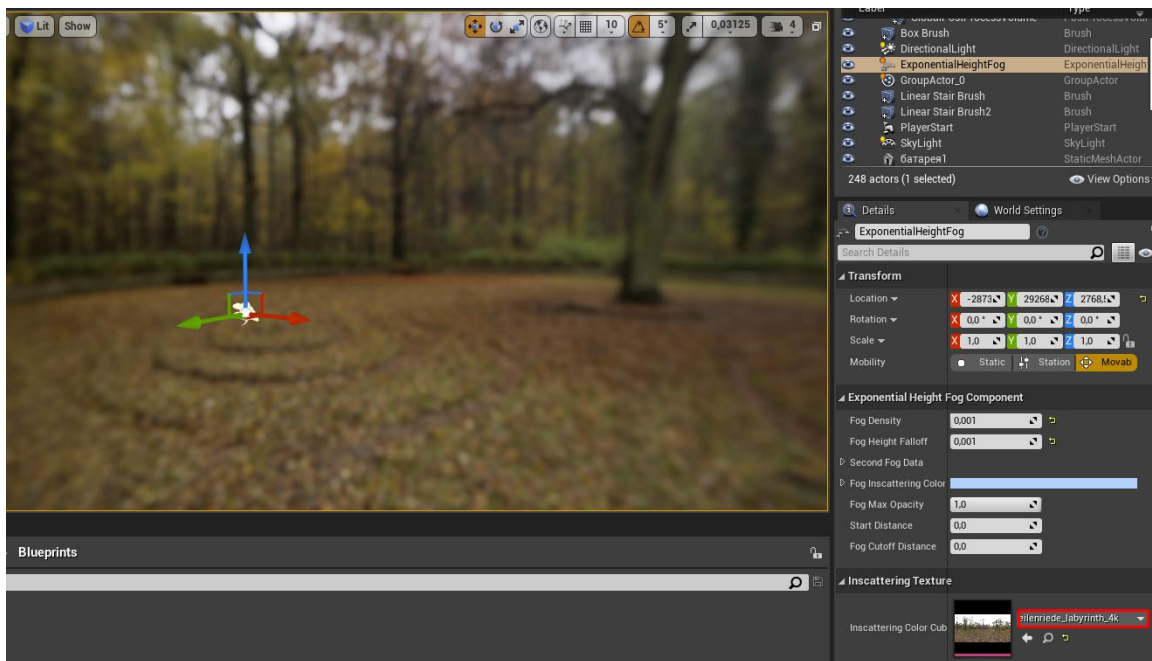


Рисунок 3.39 – HDRI карта для оточення

### 3.5. Налаштування персонажа та світла в Unreal Engine

Для того, щоб персонаж міг переміщатися по сцені та не проходив крізь моделі, то об'єктам були створені правильні колізії (рис. 3.40).

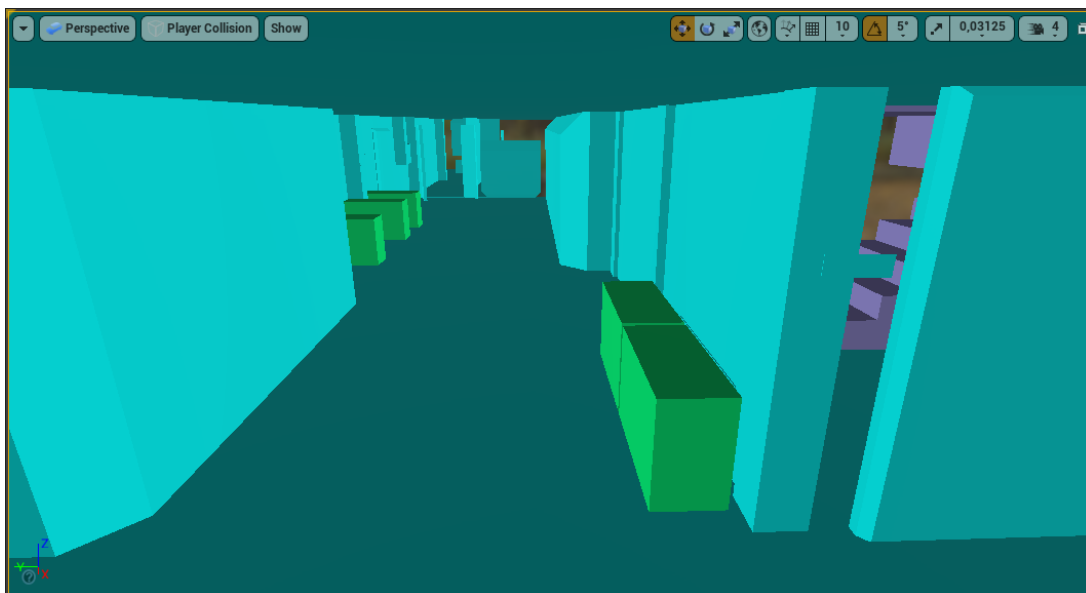


Рисунок 3.40 – Вигляд сцени з колізіями

Для дверей колізія створена з трьох Vox Simplified Collision, щоб герой зміг проходити через них (рис. 3.41).

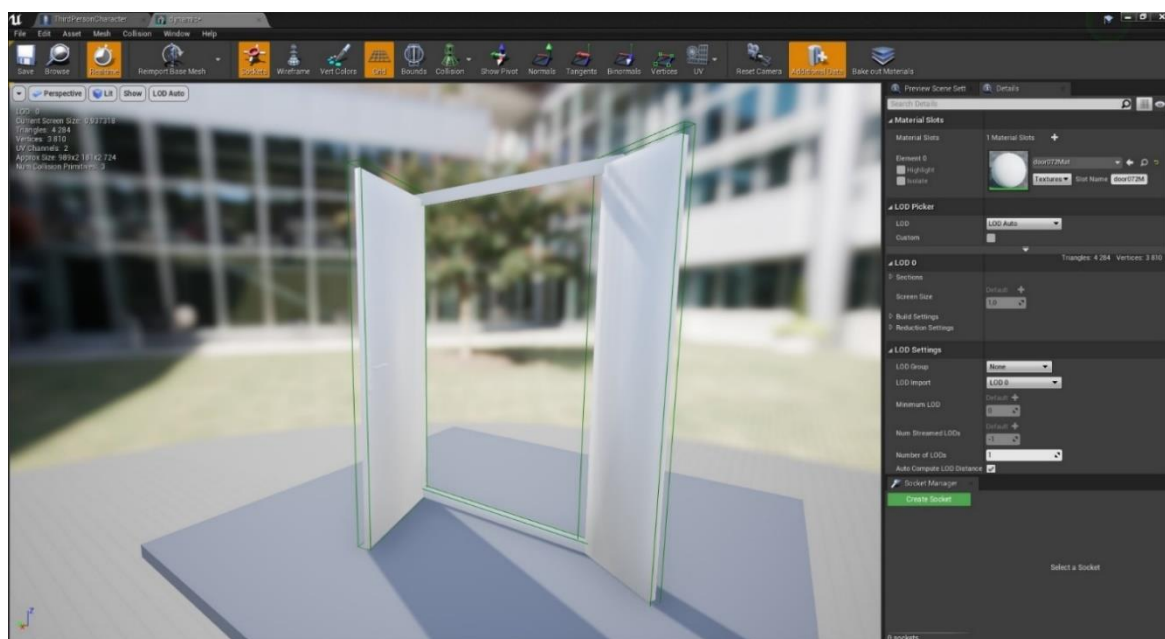


Рисунок 3.41 – Налаштування колізії для дверей

Для стін була створена колізія, щоб користувач не зміг проходити крізь них та виходити за межі віртуальної екскурсії (рис. 3.42).

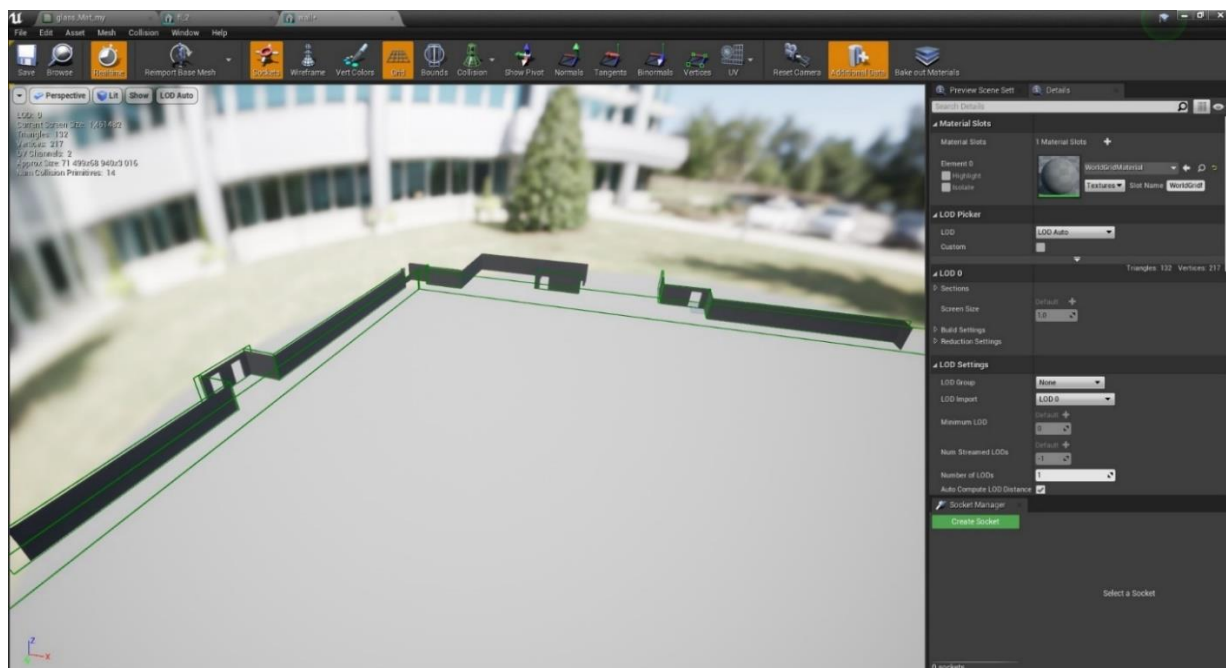


Рисунок 3.42 – Налаштування колізії для стін

У рушію за замовчуванням обраний персонаж-робот, але для віртуальної екскурсії було вирішено обрати модель студента. На сайті [mixamo.com](http://mixamo.com) можна завантажити безкоштовну модель, яку перенесли в контент Unreal Engine 4 (рис. 3.43).

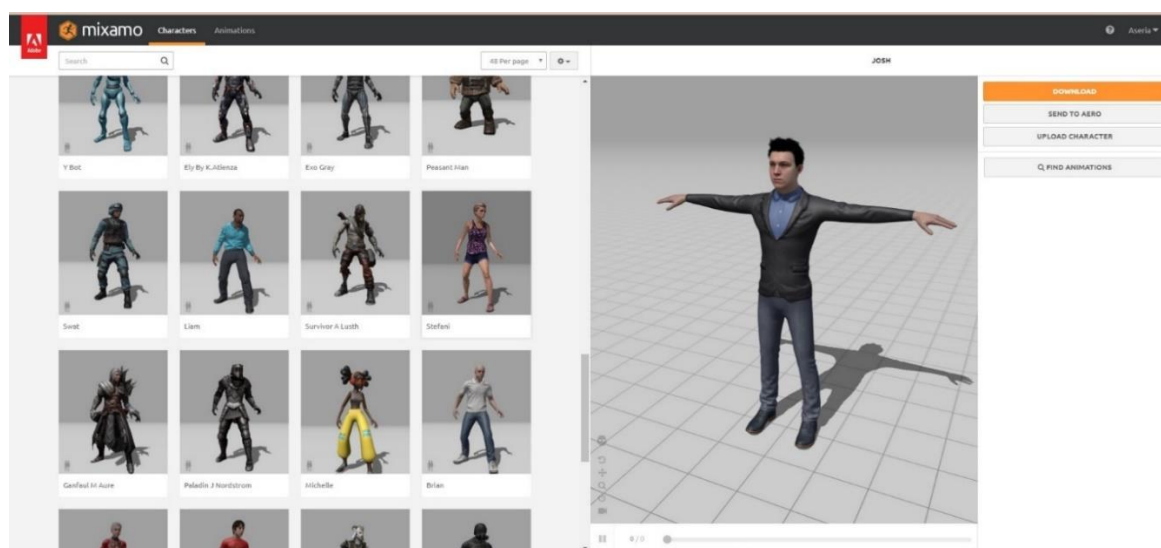


Рисунок 3.43 – Веб-сайт міхато з готовими моделями

На веб-сайті всі моделі стоять у Т-позі, в рушії Unreal Engine персонаж за замовчуванням розташований у А-позі, тому для того, щоб анімація персонажа була коректною, слід змінити позу героя за замовчуванням (рис. 3.44).

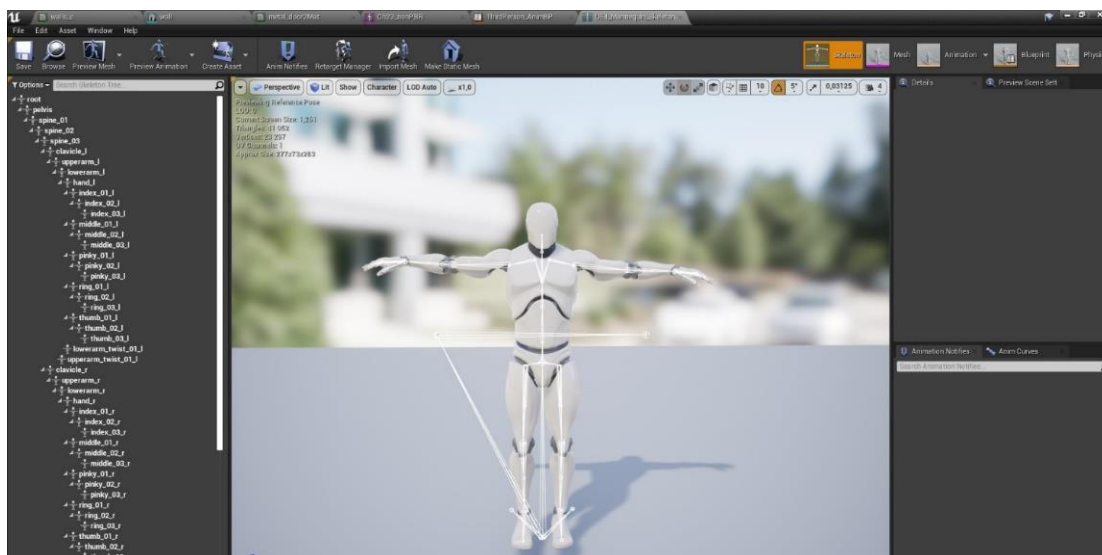


Рисунок 3.45 – Налаштування персонажа за замовчуванням

Для успішного перенесення анімації з персонажа за замовчуванням, слід налаштувати скелет нового персонажа (рис. 3.46).



Рисунок 3.47 – Налаштування скелету нового персонажа

Наступний кроком робимо ретаргетинг (рис. 3.48). Ця функція дозволяє повторно використовувати анімацію між різними персонажами, які мають однаковий Skeleton (скелет), навіть якщо у них різні пропорції.

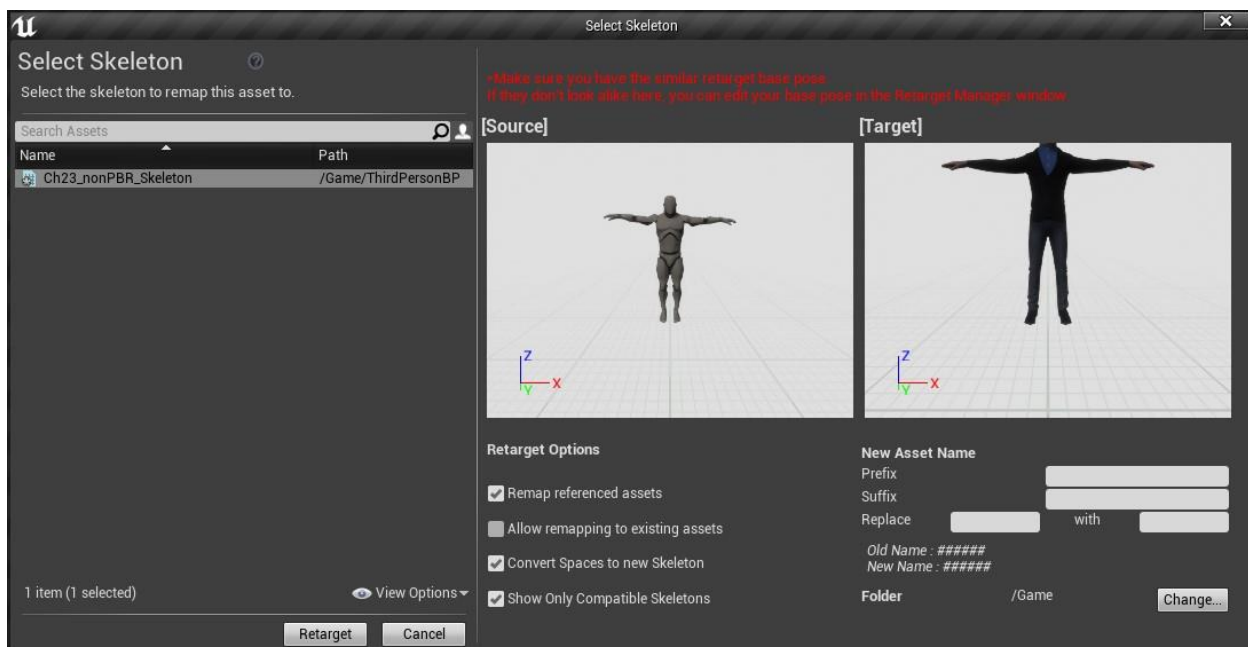


Рисунок 3.48 – Налаштування ретаргетингу

Для того, щоб змінити персонажа, потрібно перейти в налаштування Blueprints ThirdPersonCharacter та у розділі анімації обрати нового героя та підключити анімації до нього (рис. 3.49).

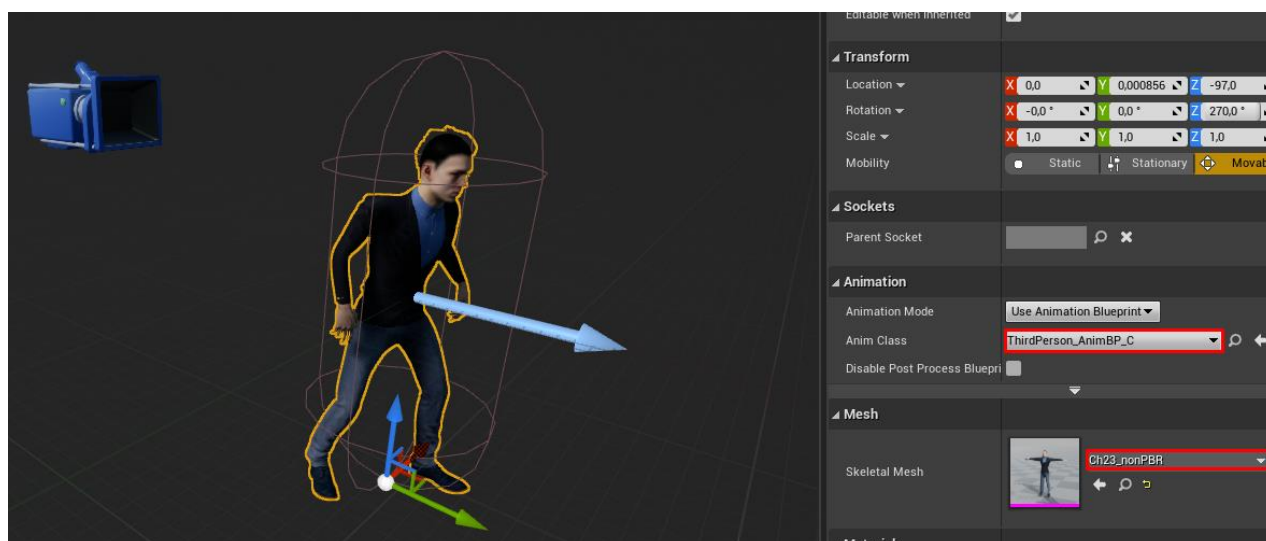


Рисунок 3.49 – Зміна персонажа

В сцені налаштовано два види освітлення, перший – SkyLight, який світить з оточення та бере колір неба з проекту або з карти HDRI (рис. 3.50).

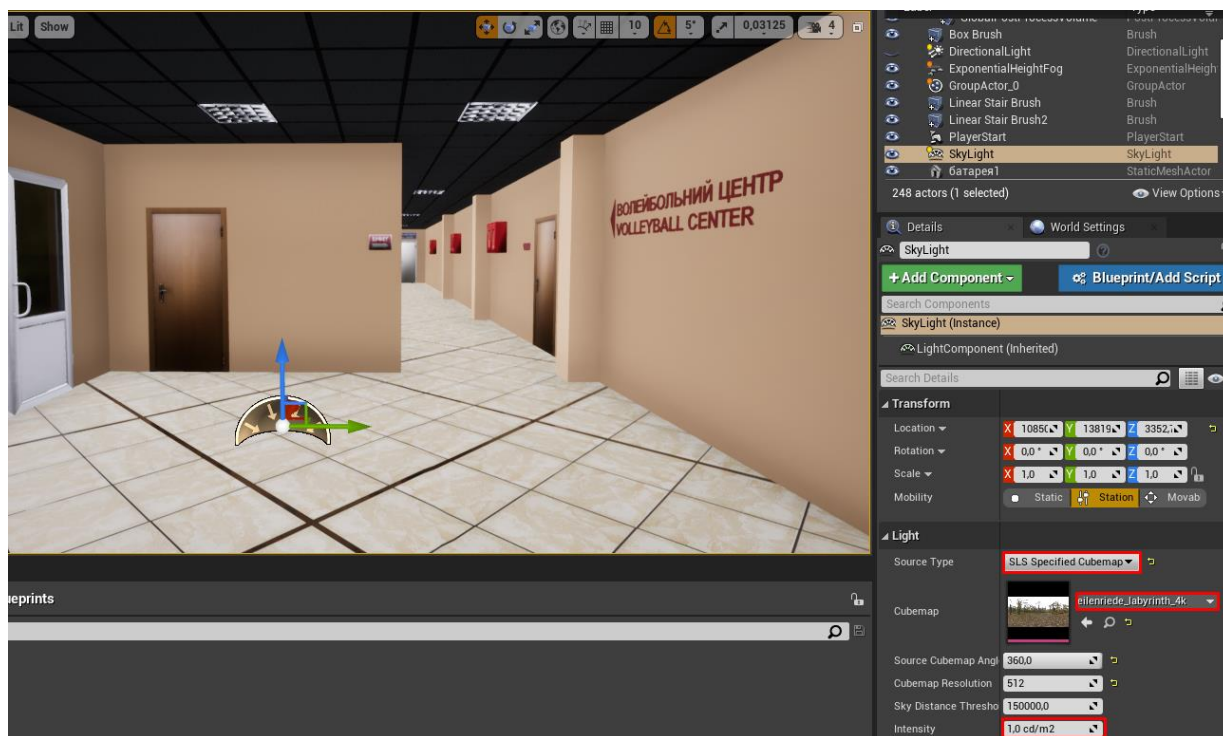


Рисунок 3.50 – Налаштування SkyLight

Другий вид освітлення – Directional Light, а саме направлене світло, яке не має позиції і залежить від обертання джерела світла. В цьому проекті світло направлене на стелю (рис. 3.51).

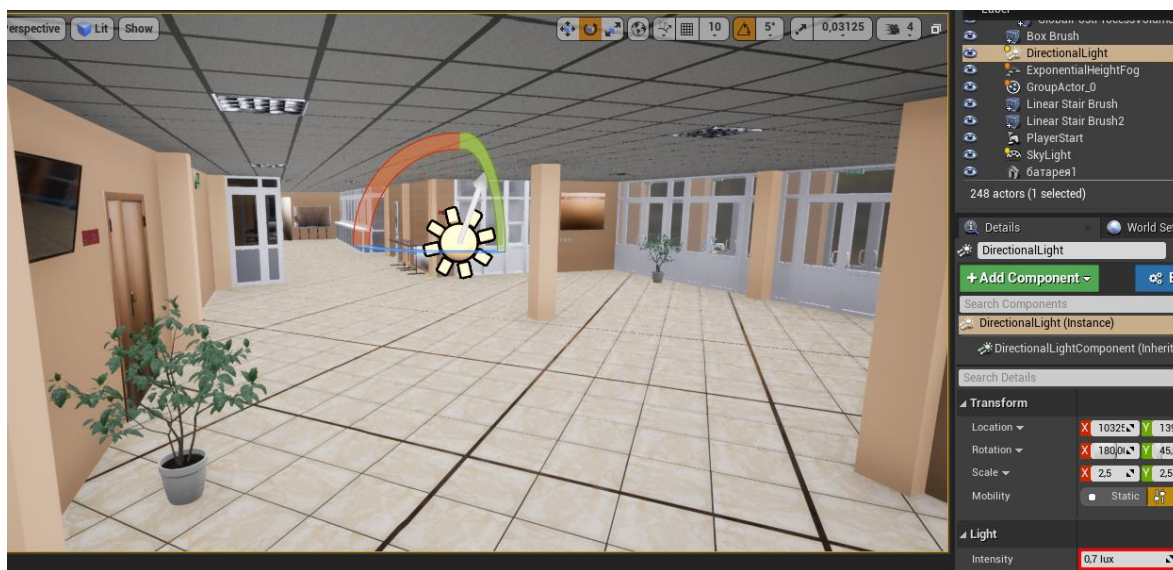


Рисунок 3.51 – Налаштування Directional Light

Столи та сміттєві урни в проєкті визначено як Movable (рухомі) до моделі також додана функція Simulate Physics, користувач зможе перемістити об'єкт (рис. 3.52, рис. 3.53). Всі інші моделі є статичними.



Рисунок 3.52 – Movable столи

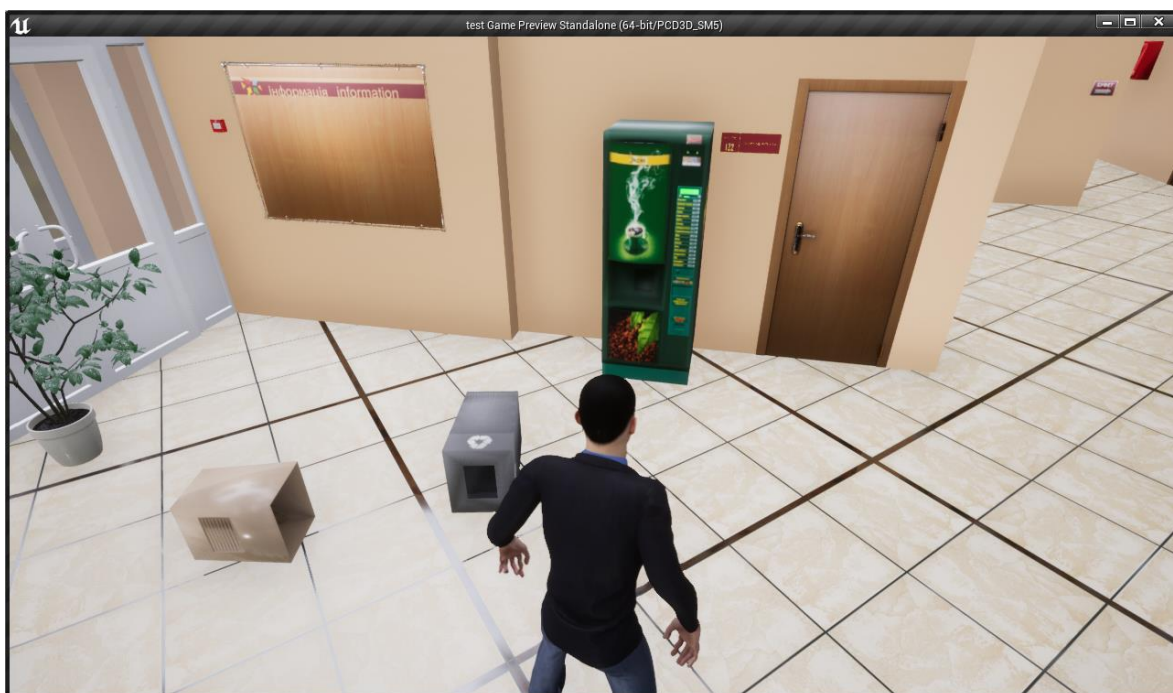


Рисунок 3.53 – Movable сміттєві урни



Для оптимізації проекту для більшості моделей на сцені виконується Lightmass. Ця функція створює текстури з тінями, які потім накладаються на модель. Таким способом можна досягнути кращого освітлення сцени, чим використовувати динамічне, яке куди більш вимогливіше до апаратного забезпечення. В процесі віртуальної екскурсії таке освітлення буде статичним та не зможе змінюватись. Готова сцена з освітленням представлена на рисунках 3.54 – 3.56.

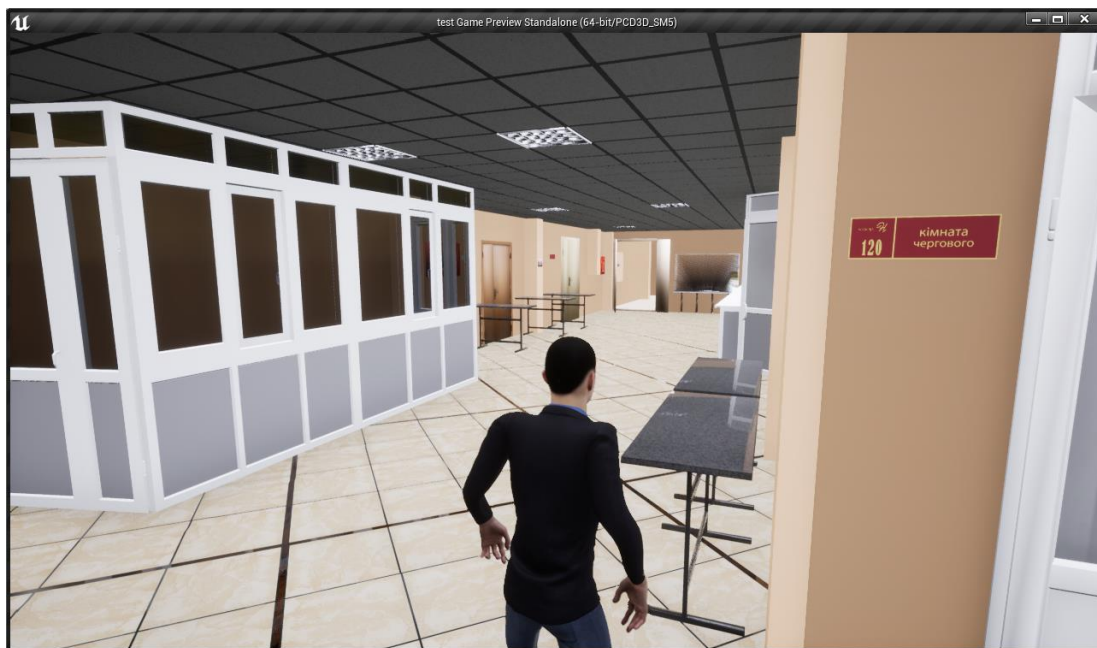


Рисунок 3.54 – Фінальний вигляд сцени

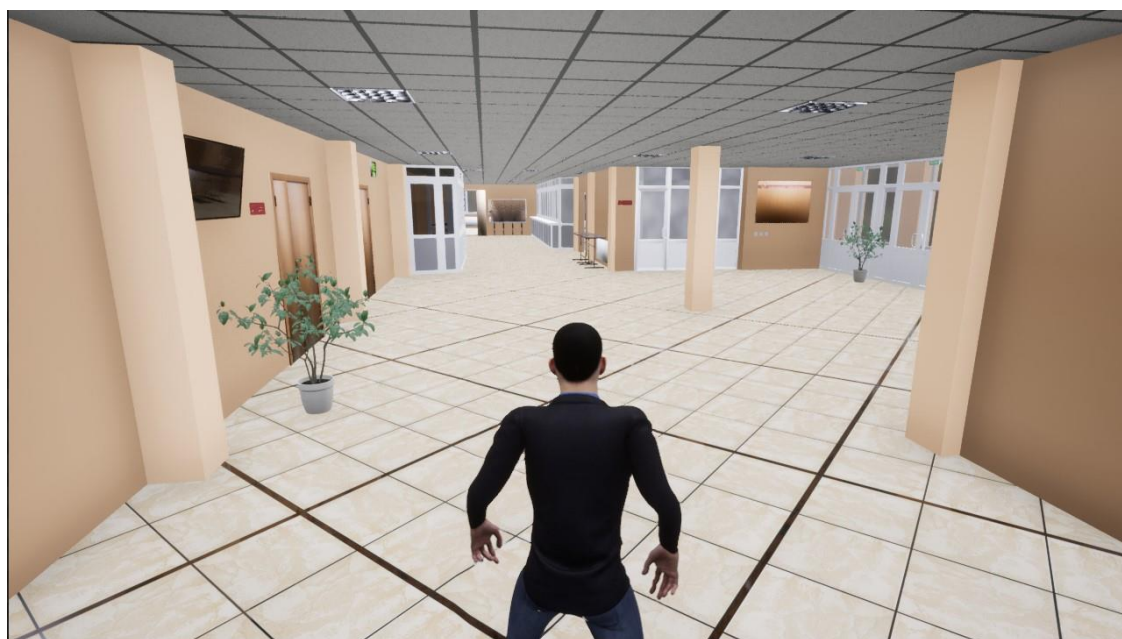


Рисунок 3.55 – Фінальний вигляд сцени



Рисунок 3.56 – Фінальний вигляд сцени

### **3.6. Оприлюднення результатів роботи**

Матеріали роботи були оприлюднені на міжнародній науково-технічній конференції студентів та молодих вчених «Інформатика, математика, автоматика» ІМА-2020. Тези доповіді можна переглянути в додатку В.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було проаналізовано предметну область, обґрунтована актуальність розробки проекту, порівняно існуючі аналоги та на основі цих даних виділені недоліки й сильні сторони, які допомогли зробити власний продукт якіснішим та зручнішим.

Було обрано методи, технології та засоби для успішної реалізації поставленої задачі. У створенні моделей використовувався метод сплайнового та полігонального моделювання.

Сформоване технічне завдання, в якому вказана мета, призначення, визначені вимоги до проекту.

Було проведено планування робіт, що включає в себе ідентифікацію ідеї проекту, деталізацію мети методом SMART, описані фази розробки, розподілені ролі в матриці відповідальності.

Були визначені часові межі за допомогою діаграми Ганта, розглянуто виникнення ризиків та їх усунення, які можна переглянути в додатку Б.

Для того, щоб краще зрозуміти систему та її зв'язки, була використана методологія функціонального моделювання IDEF0. Створена контекстна діаграма, декомпозиції блоків процесу розробки.

Для визначення послідовності дій була змодельована діаграма варіантів використання.

Створені 3d моделі для віртуальної екскурсії, а саме стіни, стеля, підлога, колони та інші предмети інтер'єру, такі як: пластикові склопакети, двері, таблички з написами, вікно, квіти, розетки і так далі. Всі об'єкти змодельовані в програмному продукті Autodesk 3ds Max 2018.

Максимально схожі до оригіналу текстури створені в Adobe Illustrator та Adobe Photoshop. Якісно затекстуровані моделі зроблені в програмному продукті 3d Coat.

Готова сцена з налаштованими матеріалами, освітленням, зробленим меню та взаємодії користувача реалізовані на рушію Unreal Engine 4. Для оточення

використана HDRI карта. Налаштований новий персонаж. Запечені текстури тіней для оптимізації проекту.

Записаний відеоролик віртуальної екскурсії та оброблений в програмі Adobe Premier у форматі . mp4. Проект запакований в архів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Що таке 3D модель? [Електронний ресурс] // Інтернет-магазин 3D друку. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/cedm>.
2. Румельт Р. Гарна стратегія. Погана стратегія. Харків : Фабула, 2019. 324 с.
3. Виртуальная экскурсия как инновационная форма обучения. [Електронний ресурс] // Cyberleninka. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://cutt.ly/syDMfK8>.
4. Виртуальные экскурсии. [Електронний ресурс] // Учебные материалы. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://works.doklad.ru/view/VUH6Lt3gG-s.html>.
5. What is 3D Modeling & What's It Used For? [Електронний ресурс] // CONCEPT ART EMPIRE. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/cedo>.
6. Что такое Просмотр улиц. [Електронний ресурс] // Google Карты. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.google.com.ua/intl/ru/streetview/>.
7. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ИГР (СОЗДАНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ИГР). [Електронний ресурс] // Klonа. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/cwul>.
8. Kelly L. Murdock. Kelly L. Murdock's Autodesk 3ds Max 2019 Complete Reference Guide. United States, Mission, KS : SDC Publications, 2018. 1250 p.
9. Ezra Thess Mendoza Guevarra. Modeling and Animation Using Blender: Blender 2.80: The Rise of Eevee. Laguna : Philippines, 2019. 295 p.
10. 3D Coat. [Електронний ресурс] // 3DDevice. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/cdxs>.
11. UNFOLD3D. [Електронний ресурс] // Ахофт - сервисный IT-дистрибутор на территории России и СНГ. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/cdxw>.
12. Мэннинг Д., Батфилд-Эддисон П. Unity для разработчика. Мобильные мультиплатформенные игры / пер. А. Киселев. Санкт-Петербург : Питер, 2018. 352 с.
13. Хокинг Д. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C#. 2-е межд. изд. Санкт-Петербург : Питер, 2019. 352 с.

14. Куксон А., Даулингсока Р., Крамплер К. Разработка игр на Unreal Engine 4 за 24 часа. Москва : Эксмо, 2019. 528 с.
15. Глейзер Дж., Мадхав С. Многопользовательские игры. Разработка сетевых приложений. Санкт-Петербург : Питер, 2017. 368 с.
16. Как сделать виртуальную 3D экскурсию по учебному заведению? [Электронный ресурс] // Денис Курец. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <http://surl.li/cwum>.
17. Туккель И. Л., Сурина А. В., Культин Н. Б. Управление инновационными проектами. 2 изд. / Под ред. проф. И. Л. Туккеля. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2017. 416 с.
18. Данченко О.Б. Практичні аспекти реінжинірингу бізнес-процесів : навч. посібник. Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2017. 238 с.
19. Петрик М.Р., Петрик О.Ю. Моделивання програмного забезпечення : науково-методичний посібник. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. 200 с.
20. Приймак В. Управління проектами: навч. посібник. Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2017. 464 с.
21. Войтко С. В. Управління проектами та стартапами в Індустрії 4.0 : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Політехніка, 2019. 200 с.
22. Baugh A. Stakeholder Engagement: The Game Changer for Program Management. *Best Practices and Advances in Program Management*. book 18. Boca Raton : CRC Press, 2015. 228 p.
23. Когон К., Блейкмор С., Вуд Дж. Керування проектами для «неофіційних» проект-менеджерів. Харків : Фабула, 2019. 240 с.
24. Davidson J. Everyday Project Management. Oakland, CA : Berrett-Koehler Publishers, 2019. 272 p.

## **ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

### **ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ на розробку віртуальної екскурсії корпусом «Н» Сумського державного університету**

**Суми 2020**

## **A.1 Призначення й мета створення візуалізації**

### **A.1.1 Призначення віртуальної екскурсії**

Віртуальна екскурсія представлена для приваблення абітурієнтів, які шукають ВНЗ з великими можливостями. Тому призначення проекту – ознайомлення, а саме екскурсія по корпусу, перегляд інтер'єру та передача атмосфери з можливістю прогулятися по ньому.

### **A.1.2 Мета створення проекту**

Мета проекту полягає у створенні віртуальної екскурсії корпусом Н Сумського державного університету.

### **A.1.3 Цільова аудиторія**

Цей проект орієнтований на такі групи цільової аудиторії:

- абітурієнти;
- студенти;
- викладачі;
- зацікавлені особи.

## **A.2 Вимоги до проекту**

### **A.2.1 Загальні вимоги**

#### **A.2.1.1 Вимоги до 3d моделей**

Модель Н-корпусу повинна бути з правильними пропорціями та максимально схожа на оригінал будівлі. Моделі повинні бути з правильною сіткою, для правильного накладання текстур без артефактів.

#### **A.2.1.2 Вимоги до розгорток**



Коректно створити розгортки, шви повинні бути заховані.

### **A.2.1.3 Вимоги до текстур**

Текстури повинні бути накладені з максимальною реалістичністю та схожістю. Вони не мають бути розтягнені та не якісні.

### **A.2.1.4 Вимоги до роботи на рушію**

Оптимізація графіки в Unreal Engine для швидкості рендера сцени.  
Можливість переміщатися по корпусу та взаємодіяти з об'єктами без проблем.  
Присутність якісного освітлення, ефектів для реалістичності.

## **A.2.2 Функціональні вимоги**

1. Наявність об'єктів головної сцени з деякими можна взаємодіяти.
2. Можливість переглянути екскурсію без проблем з оптимізованою графікою.
3. Спроможність переміщатися по корпусу видом від третього лиця.

## **A.2.3 Вимоги до апаратного забезпечення**

Мінімальні вимоги для запуску програмного продукту Unreal Engine 4:

- ОС: Windows 2000, XP, Vista, 7, Mac OS 10.4.5 (Intel)
- процесор Dual core з частотою 1,8 ГГц
- оперативна пам'ять: 2048 МБ
- 15 ГБ вільного місця
- відеокарта: Nvidia GTX560 1024 mb відеопам'яті
- DirectX®: 9.0c

Вимоги для запуску програмного продукту 3Ds Max 2018:

- ОС: Windows 7, 8, 8.1, 10
- процесор: 64-розрядний Intel або багатоядерний AMD
- відеокарта: 1GB і більше, DDR5

- ОЗУ: не менше 4 ГБ
- 6ГБ вільного місця

Вимоги для запуску програмного продукту 3D Coat 4.9:

- ОС: Windows 2000, XP, Vista, 7, Mac OS 10.4.5 (Intel) або новіше, Linux.
- Процесор: процесор з тактовою частотою 1,2 ГГц або краще
- Оперативна пам'ять: 512 МБ або краще
- Жорсткий диск: 1 ГБ вільного місця
- Відеокарта: 9600 / Nvidia 5600 з 128 МБ відеопам'яті або краще
- DirectX®: 9.0с.

### **А.3 Склад і зміст робіт зі створення віртуальної моделі**

Докладний опис етапів роботи наведено в таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Етапи створення віртуальної моделі

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
1	Створення креслення корпусу	1
2	Створення моделей для наповнення корпусу	10
3	Створення розгорток та запікання bump карт	4
4	Створення матеріалів та безшовних текстур	2
5	Текстурування всіх об'єктів	3
6	Перенесення моделей у рушій UE	1
7	Збирання всіх моделей в одну сцену	2
8	Налаштування інтерактивності, ефектів, світла і т.д.	10
9	Оптимізація проекту, створення ознайомлюючого відео	3
10	Фінальне тестування та виправлення помилок	7
11	Загальна тривалість робіт (з урахуванням налагодження й виправлення помилок) і строк закінчення проекту	43

### **А.4 Вимоги до складу й змісту робіт із використанням віртуальної моделі корпусу**

Проект повинен працювати безперебійно та з стабільним FPS, також відповідати вимогам технічного завдання. Створений проект у майбутньому можна розширити та удосконалити.

## ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

### 1 Ідентифікація ідеї проекту

Зародженням ідеї для дипломного проекту стали комп'ютерні ігри, які в наш час досить популярні. Щоб привернути увагу сучасної молоді, було вирішено створити 3D модель одного з корпусів СумДУ та перенести його на рушій. Адже моделі для візуалізації в режимі реального часу мають досить широку область застосування, як у вигляді віртуальних екскурсій, так і в складі спеціальних додатків. Віртуальна модель призначена для приваблення абітурієнтів. Створену модель можна використовувати як рекламу СумДУ та для популяризації університету та міста Суми.

### 2 Деталізація мети методом SMART

Для деталізації мети був використаний метод SMART, який являється сучасним підходом до визначення цілей і постановки завдань.

Specific (конкретна)	Створити 3D-модель поверху, максимальну схожу на реальний корпус СумДУ, для абітурієнтів або людей, які цікавляться інтер'єром університету, умовами в яких навчаються студенти, з можливістю прогулятися ним.
Measurable (вимірювана)	Розробити оптимізований, якісний програмний продукт з мінімальними затратами.
Achievable (досяжна)	Створення 3D-моделі буде здійснюватися в програмному середовищі Autodesk 3Ds Max, текстурування за допомогою – 3dCoat і все буде працювати на рушій Unreal Engine 4.
Relevant (реалістична)	Для виконання проекту є всі необхідні програмні засоби. Розробники є кваліфікованими в цій галузі та здатні виконати завдання в задані проміжки часу.
Time-framed (обмежена у часі)	Для проекту визначений дедлайн, тому робота буде виконана вчасно, що підтверджується календарним планом.

### 3 Описання фази розробки ІТ—проекту

#### 3.1 Планування змісту структури робіт ІТ—проекту (WBS)

WBS – це графічне представлення елементів, згрупованих у вигляді робочого пакета з певною ієрархією (рис. Б.1). Зверху, на першому рівні розташований продукт проекту. На другому рівні вписуються фази чи дії для досягнення поставленої задачі. На наступному рівні деталізуються попередні дії поки не будуть виконані основні роботи [19].

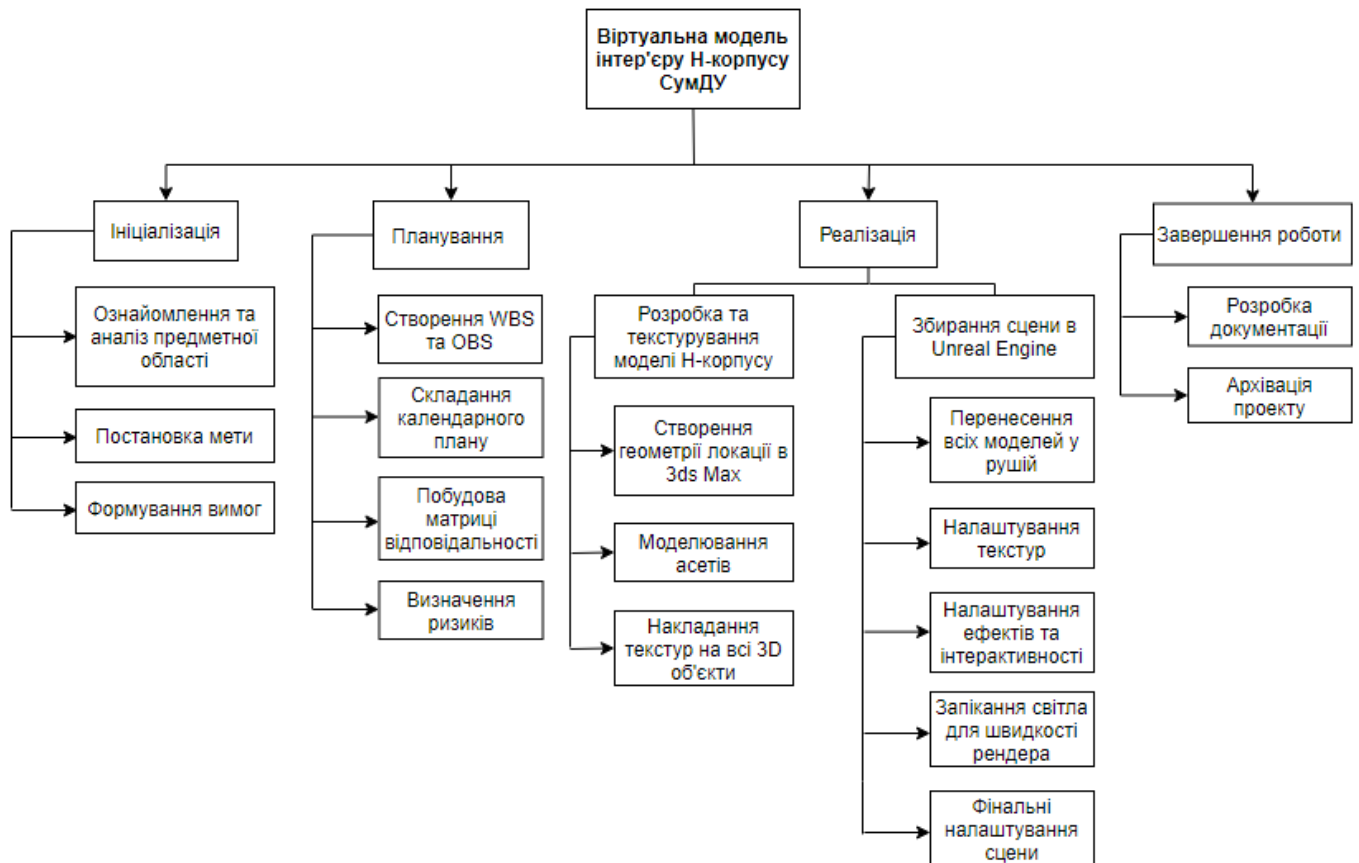


Рисунок Б.1 – WBS-діаграма

#### 3.2 Планування структури організації, для впровадження готового проекту (OBS)

Після побудови WBS розробляють організаційну структуру виконавців. OBS-структура представляє собою графічне подання учасників та відповідальних осіб до

певних процесів розробки проекту. За цією структурою зручно слідкувати за діяльністю команди розробників.

Команда проекту розміщується на верхньому рівні OBS. Нижче записуються виконавці, потім, на наступному рівні, відповідальні за виконання елементарних завдань, при чому для кожного вказується його прізвище. На рисунку Б.2 представлена організаційна структура проекту [21].

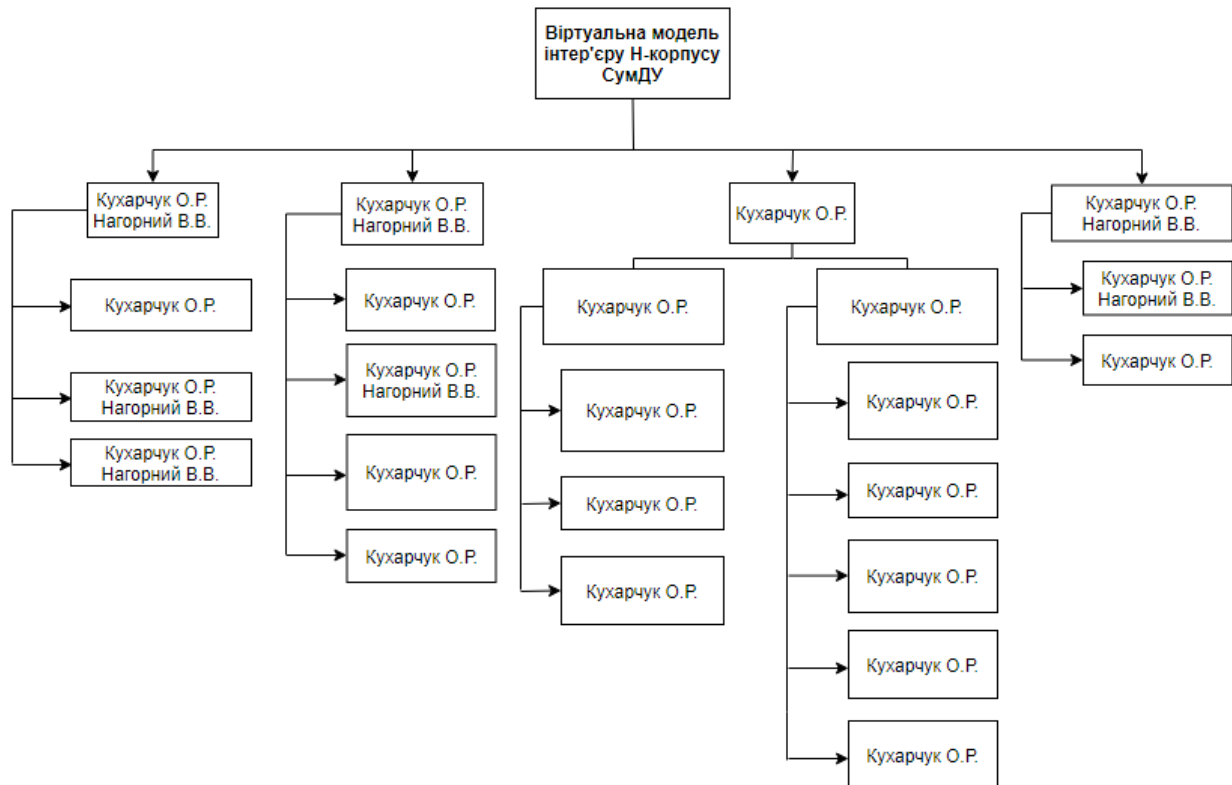


Рисунок Б.2 – OBS-діаграма

### 3.3 Побудова матриці відповідальності (виконавців пакетів робіт)

На основі структур WBS та OBS заповнюємо матрицю відповідальності. Вона показує за які частини проекту відповідає кожен учасник команди. У кожного учасника своя роль, а саме:

- Responsible (виконавець): виконує поставлені задачі;
- Accountable (відповідальний): перед ним звітують інші учасники, має право приймати та відкидати пропозиції;

- Consulted (консультує до виконання): консультує та узгоджує прийняті рішення;
- Informed (інформує після виконання): до цієї людини поступає фінальна інформація про виконану роботу [22]. Побудована матриця відповідальності представлена в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Матриця відповідальності

WBS\OBS	Кухарчук О.Р.	Нагорний В.В.
<b>Ініціалізація</b>	+	+
Ознайомлення та аналіз предметної області	+	
Постановка мети	+	+
Формування вимог	+	+
<b>Планування</b>	+	+
Створення WBS та OBS	+	
Складання календарного плану	+	+
Побудова матриці відповідальності	+	
Визначення ризиків	+	
<b>Реалізація</b>	+	
Створення геометрії локації	+	
Моделювання асетів	+	
Накладання текстур на всі 3д об'єкти	+	
Перенесення всіх моделей у рушій	+	
Налаштування текстур	+	
Налаштування ефектів та інтерактивності	+	
Запікання світла для швидкості рендера	+	
Фінальні налаштування сцени	+	
<b>Завершення роботи</b>	+	+
Розробка документації	+	+
Архівація проекту	+	

#### 4 Побудова календарного графіку виконання проекту

Діаграма Ганта представляє собою лінійну діаграму, на якій задачі проекту розміщені протяжними відрізками часу. Проект розбивається на фази з визначеними датами початку та закінченням, завдання можуть виконуватись послідовно чи

паралельно. Створення календарного графіку забезпечить краще представлення прогресу проекту, виконання завдань, обсягу робіт та використання ресурсів [23, 24].

За допомогою програмного продукту GanttProject була створена діаграма Ганта для дипломного проекту (рис. Б.3).

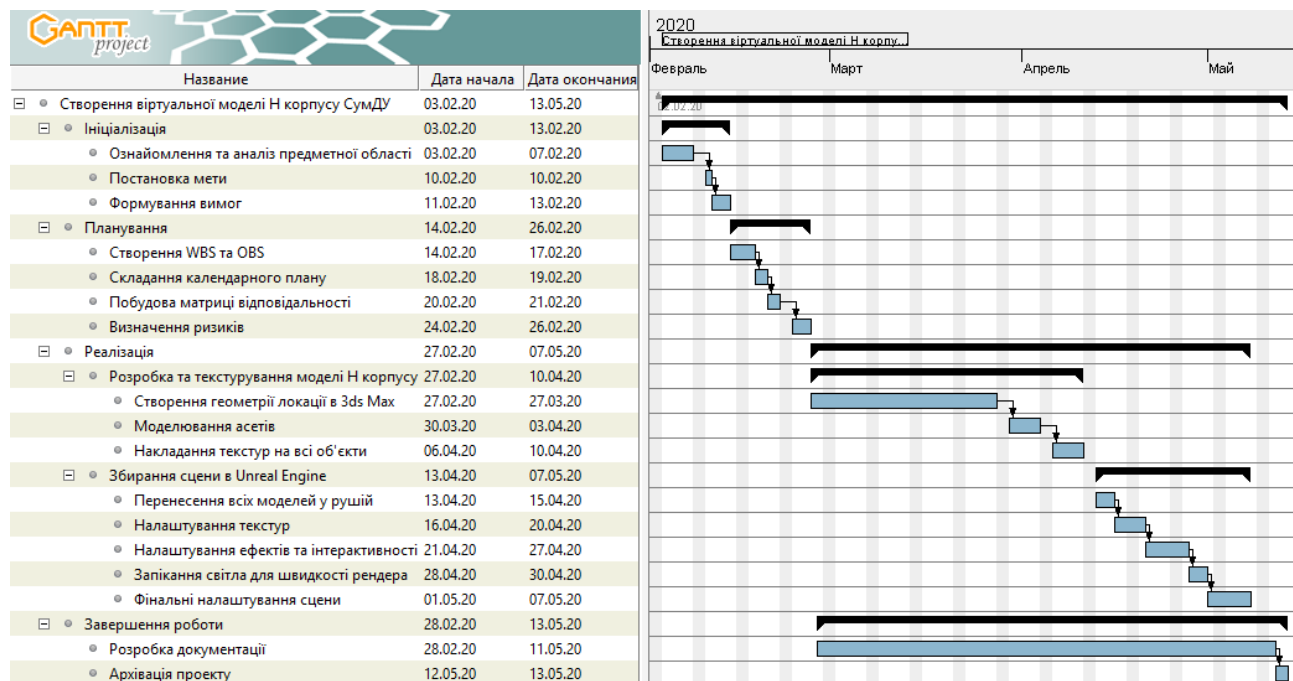


Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта

## 5 Управління ризиками в проекті

Ідентифікація ризиків – це насамперед документація ризиків, які можуть вплинути на проект, для цього створюється ієрархічна структура. Даний процес продовжується протягом всього життєвого циклу проекту. Для ідентифікації ризиків використовують різні методи аналізу та збирання інформації, наприклад, метод Дельфі, мозковий штурм або опитування.

Проаналізувавши документацію, опис, цілі, аналоги програмних продуктів, можна виділити основні входні дані. Також важливо розставити пріоритети визначених ризиків, ступеня впливу та оцінки ймовірності виникнення, що є якісним аналізом. Це робиться для того, щоб виконати кількісний аналіз, у процесі якого оцінюється фінансовий аспект виникнення таких ризиків, що згодом може бути корисним для прийняття рішень в умовах невизначеності.

Визначимо ймовірність виникнення, рівні ризиків, ступінь їх впливу та втрати. Ймовірність ризику може бути: слабо ймовірнісна (1), мало ймовірнісна (2), імовірна (3), досить імовірна (4), майже імовірна (5). Величина втрат: мінімальна (1), низька (2), середня (3), висока (4), максимальна (5). Рівні можуть бути: допустимі, виправдані та недопустимі. Ступінь впливу ризиків: ті, що можна проігнорувати; незначні; помірні; істотні; критичні. Результати класифікації представлені в таблиці Б.2.

Таблиця Б.2 – Класифікація ризиків дипломного проекту

№	Ризик	Ймовірність виникнення	Втрати	Ступінь впливу	Рівень ризику
1	Невдало розподілений час на виконання проекту	2	3	Помірний	Виправданий
2	Збій роботи апаратного забезпечення	3	3	Істотний	Виправданий
3	Збій роботи програмного забезпечення	2	4	Істотний	Недопустимий
4	Невдало сформоване ТЗ	2	3	Незначний	Виправданий
5	Зміна вимог, виникнення додаткових	1	3	Помірний	Виправданий
6	Хвороба чи сімейні обставини розробника	1	1	Проігнорувати	Допустимий
7	Невідповідність системним вимогам	2	2	Помірний	Виправданий
8	Готовий продукт не працює коректно, з серйозними збоями	1	5	Критичний	Недопустимий



Своєчасне реагування на виникнення проблеми також важливо, тому є декілька стратегій, а саме: уникнення ризику (захист цілей проекту або зміна планів для усунення ризику), передача ризику (передача третій стороні управління ризиком та його наслідками), зниження ризику (спроба знизити ймовірність виникнення ризику або його наслідки до допустимого рівня).

Якщо ризики виникнуть, то буде діяти такий план:

- створення чіткого та детального ТЗ, узгодження з замовником. Внесення правок на початковому етапі;
- чітко визначені терміни часу, у випадку відставання від графіку, збільшити термін виконання або зменшити обсяг робіт;
- встановлення перевіреного та ліцензійного програмного забезпечення, створення резервних копій, для уникнення втрати даних;
- проводити регулярну перевірку апаратного забезпечення на працездатність у ході виконання проекту;
- при зміні вимог утвердити збільшення часу на розробку чи зниженням якості продукту;
- оптимізація програмного продукту, зниження системних вимог;
- проводити тестування продукту, виправляти помилки.

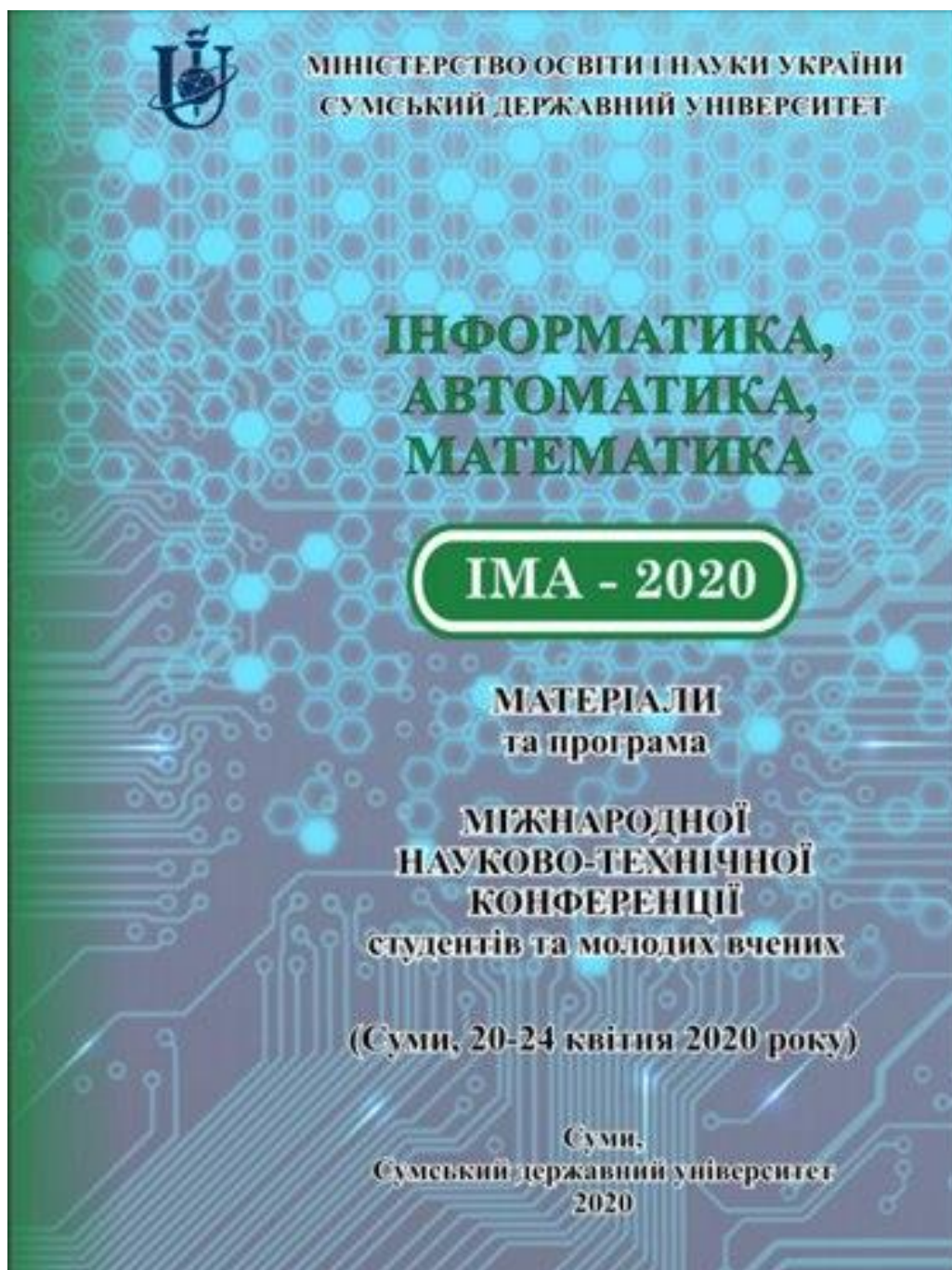
**ДОДАТОК В. АПРОБАЦІЯ РОБОТИ**

Рисунок В.1 – Матеріали науково-технічної конференції «ІМА 2020»

### Віртуальна модель корпусу "Н" Сумського державного університету

*Кухарчук О.Р., студентка; Нагорний В.В., старший викладач*  
Сумський державний університет, м. Суми, Україна

Швидкі темпи розвитку технічного прогресу зробили комп'ютерну графіку затребуваною у багатьох напрямках промислово-побутової сфери. Сьогодні 3D-моделювання є обов'язковим етапом виробничого процесу, а з появою комп'ютерного тривимірного моделювання стало можливим створити об'ємне зображення спроектованої споруди, бо дозволяє краще уявити собі, як буде виглядати проект, втілений в життя. Була поставлена задача створення тривимірної моделі Н-корпусу Сумського державного університету з можливістю пересуватися по ньому. Віртуальна екскурсія відрізняється від реальної екскурсії віртуальним відображенням реально існуючих об'єктів з метою створення умов для самостійного спостереження, збору необхідних фактів. Також відмінно передає атмосферу будь-якого місця. Для створення 3D моделей були використані фото з мережі Інтернет та зроблені власноруч. Спочатку було виконане креслення корпусу в Autodesk AutoCAD 2017. Тривимірні об'єкти реалізовані у програмному продукті 3Ds Max 2018, який має простий інтерфейс та всі функції для успішного виконання поставленого завдання. Для більшої реалістичності були визначені відповідні матеріали до оригіналу будівлі. Для створення розгорток та текстур був використаний 3D Coat. Тому що цей програмний продукт представляє можливість використання декількох текстурних розгорток на об'єкт та підтримує всі карти матеріалів. Для візуалізації готових моделей був використаний ігровий рушій – Unreal Engine, який має велику кількість інструментів, також постійно додаються нові. Введення основних нових функцій, серед них - реалістичне освітлення, редагування компонентів всередині рівня, автоматичне імпортування матеріалів, новий інтерфейс Blueprint Editor, підтримка HTML5 і WebGL (тільки під Windows) і багато іншого, що забезпечить проект максимальною реалістичністю. Створену реалізовану модель на рушію можна використовувати як рекламу СумДУ для підвищення його рейтингу та популяризації університету та міста Суми. Так як віртуальні екскурсії є новою і ефектною послугою, то це безумовно приверне увагу великої кількості людей до навчального закладу. Проект орієнтований на абітурієнтів та зацікавлених осіб, такий спосіб представлення корпусу Н Сумського державного університету буде цікавим для сучасної молоді.