

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: «Візуалізація інтер'єру приватного приміщення»

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

Виконавець роботи: студент групи ІТ-62 Ткаченко Максим Михайлович

**Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК
з оцінкою**

_____ «__» _____ 2020 р.

Науковий керівник

(підпис)

к.т.н., доц., Баранова І.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

Ткаченко Максим Михайлович

- 1 Тема роботи** Візуалізація інтер'єру приватного приміщення
керівник роботи Чибіряк Яна Іванівна, к.т.н., доцент,
затвержені наказом по університету від «14» травня 2020 р. № 0576-III
- 2 Строк подання студентом роботи** «1» червня 2020 р.
- 3 Вхідні дані до роботи** план приміщення, зображення та опис елементів інтер'єру, технічне завдання на розробку візуалізації приміщення.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** аналіз предметної області, моделювання процесу візуалізації, практична реалізація візуалізації.
- 5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** презентація 22 слайда: тема дипломного проекту, актуальність роботи, мета і задачі, аналіз програмних продуктів аналогів, приклад панорамного зображення, функціональні вимоги, вхідні дані, діаграма idef,

діаграма варіантів використання , засоби реалізації, реалізація, демонстрація результатів роботи, оприлюднення роботи, довідка про впровадження, висновки.

6 Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Аналіз предметної області	<i>Чибіряк Я.І.</i>		
Моделювання процесу візуалізації	<i>Чибіряк Я.І.</i>		
Практична реалізація візуалізації.	<i>Чибіряк Я.І.</i>		

7 Дата видачі завдання 01.10.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області	30.03.2020	
2	Ідентифікація мети	31.03.2020	
3	Планування	07.04.2020	
4	Створення елементів сцени	24.04.2020	
5	Створення загальної сцени	25.04.2020	
6	Налаштування текстур та матеріалів	30.04.2020	
7	Налаштування освітлення	02.05.2020	
8	Рендеринг	03.05.2020	
9	Створення веб-додатку	05.05.2020	
10	Здача в експлуатацію	09.05.2020	
11	Розробка документації та архівація	29.05.2020	

Студент

(підпис)

Ткаченко М.М.

Керівник роботи

(підпис)

к.т.н., доц. Чибіряк Я.І.

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Візуалізація інтер'єру приватного приміщення».

У першому розділі проведено аналіз програмних продуктів аналогів для створення дизайну інтер'єру та відображення панорамних зображень, описано їх функціонал, визначено переваги і недоліки. Виконано аналіз предметної області та доведено актуальність розробки. Також визначено мету проекту і задачі, які необхідно виконати. Описано методи моделювання і програмне забезпечення для реалізації проекту. Проведено планування робіт.

Другий розділ присвячено моделюванню процесу створення візуалізації інтер'єру приватного приміщення. Виконано структурно-функціональне моделювання у вигляді IDEF діаграм та моделювання варіантів використання (UseCase діаграма).

У третьому розділі описано процес розробки візуалізації інтер'єру приватного приміщення, а саме: створення 3D-моделі приміщення та об'єктів інтер'єру, налаштування освітлення, створення та налаштування матеріалів, візуалізація моделі та розробка web-додатку для її перегляду. Також наведено приклад його використання.

Результатом проведеної роботи є створена тривимірна модель об'єкту візуалізації та web-додаток для перегляду створеного інтер'єру приміщення з можливістю зміни типу освітлення та навігації по кімнатах за допомогою карти.

Кваліфікаційна робота містить 84 сторінок, 6 таблиць, 61 рисунок, список використаних джерел 23 найменувань, 4 додатків.

Ключові слова: візуалізація, інтер'єр, моделювання, приміщення, панорамне зображення, web-додаток, 3D модель, текстура, освітлення, Corona Renderer, Autodesk 3ds Max, WebGL.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз предметної області.....	8
1.1 ДОСЛІДЖЕННЯ АКТУАЛЬНОСТІ ПРОБЛЕМИ.....	8
1.2 АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ – АНАЛОГІВ.....	8
1.2.1 Аналіз програмних продуктів для створення дизайну інтер'єру	8
1.2.2 Аналіз програмних продуктів відображення панорамних зображень	11
1.3 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	14
1.3.1 Мета та задачі	14
1.3.2 Методи моделювання	14
1.3.3 Вибір засобів реалізації	17
1.3.4 Планування робіт	18
2 Моделювання процесу візуалізації	19
2.1 СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.....	19
2.2 МОДЕЛЮВАННЯ ВАРІАНТІВ ВИКОРИСТАННЯ	22
3 Розробка візуалізації інтер'єру приватного приміщення	24
3.1 РЕАЛІЗАЦІЯ.....	24
3.1.1 Створення каркасу приміщення	24
3.1.2 Моделювання об'єктів інтер'єру	25
3.1.3 Налаштування освітлення	32
3.1.4 Налаштування матеріалів і текстур.....	35
3.1.5 Створення візуалізації	41
3.1.6 Створення web-додатку для перегляду візуалізації	43
3.2 ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ІНТЕР'ЄРУ ПРИВАТНОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	44
Висновки	47
Список використаних джерел	48
Додаток А. Технічне завдання	51
Додаток Б. Планування робіт	65
Додаток В. Довідка про впровадження.....	72
Додаток Д. Лістинг програмного коду.....	73

ВСТУП

З кожним роком сфера застосування 3D-графіки розширюється. Вона використовується для створення макетів будівель, анімаційних рекламних роликів, фільмів та комп'ютерних ігор. 3D-моделювання та візуалізація є невід'ємним етапом створення дизайну майбутнього інтер'єру та демонстрації екстер'єру в оригінальних розмірах [1].

Інтер'єрна візуалізація надає можливість переглянути створений дизайн приміщення до його реалізації та вносити зміни, пов'язані з вибором меблів, колірних рішень, матеріалів та планування. Також використовуються технології освітлення, які забезпечують реалістичне природне або штучне освітлення в кінцевих зображеннях візуалізації.

Зазвичай результатом візуалізації інтер'єру є статичні зображення з різних ракурсів або анімаційні відеоролики. Результат візуалізації даного проекту вирішено виконати у вигляді панорамних зображень та створити web-додаток для зручності їх перегляду. Це дозволить отримати більше вражень від моделі ніж звичайне зображення.

Створення web-додатка дозволить переглядати розроблений тривимірний інтер'єр, виконувати навігацію по кімнатах і обирати природне освітлення для всього приміщення, або штучне освітлення в обраних кімнатах.

Метою дипломного проекту є візуалізація інтер'єру приватного приміщення.

Для досягнення мети необхідно :

- розробити технічне завдання згідно вимог замовника;
- виконати аналіз предметної області;
- обрати програмні засоби реалізації;
- створити тривимірну модель приміщення з елементами інтер'єру;
- виконати рендер зображень всіх кімнат;

- створити web-додаток для перегляду візуалізації у режимі панорами 360.

Практична значимість роботи полягає у забезпеченні перегляду замовником інтер'єру приміщення з метою оцінювання внутрішнього планування та дизайну кімнат перед проведенням ремонтних робіт.

1 Аналіз предметної області

1.1 Дослідження актуальності проблеми

На сьогоднішній день технології 3D-моделювання і візуалізації часто використовуються в багатьох сферах життя. Все частіше можна побачити її використання в рекламних роликах та фільмах. Використовуючи 3D-візуалізацію, можливо побачити те, чого ще немає в реальності, або тільки планується. Вона дозволяє досить точно і реалістично відтворити будь-який об'єкт, будівлю та інтер'єр приміщення [2].

За допомогою 3D-візуалізації, магазин меблів може демонструвати асортимент своїх товарів, а дизайнери можуть відтворювати свої задуми. Якісна візуалізація допоможе замовнику оцінити всі деталі інтер'єру перед початком ремонту.

З кожним роком кількість вакансій і фахівців в даній області збільшується, що доводить затребуваність і актуальність проекту.

1.2 Аналіз програмних продуктів – аналогів

1.2.1 Аналіз програмних продуктів для створення дизайну інтер'єру

Провівши аналіз сервісів для створення дизайну інтер'єру, з них виділено найкращі в співвідношенні функціоналу і популярності:

1. HomeByMe

Web-додаток для 2D і 3D проектування приміщення. Працює в онлайн режимі [3]. Присутні різні інструменти для планування і разстановки меблів всіх кімнат. Доступна велика бібліотека елементів інтер'єру, з можливістю зміни їх розмірів та текстури. Проект можна створювати з нуля, або використати готові

кімнати з галереї. Перед виконанням рендеру можливо налаштувати положення сонця і зображення за вікном. Кінцевий результат можна переглядати в режимі 3D з можливістю переміщатись по приміщенню. Також є можливість перегляду дизайну в режимі віртуальної реальності. Недоліками даного додатку є обмежена кількість безкоштовних рендерів, відсутність можливості налаштовувати штучне освітлення. Приклад відображення приміщення в web-додатку представлено на рисунку 1.1.

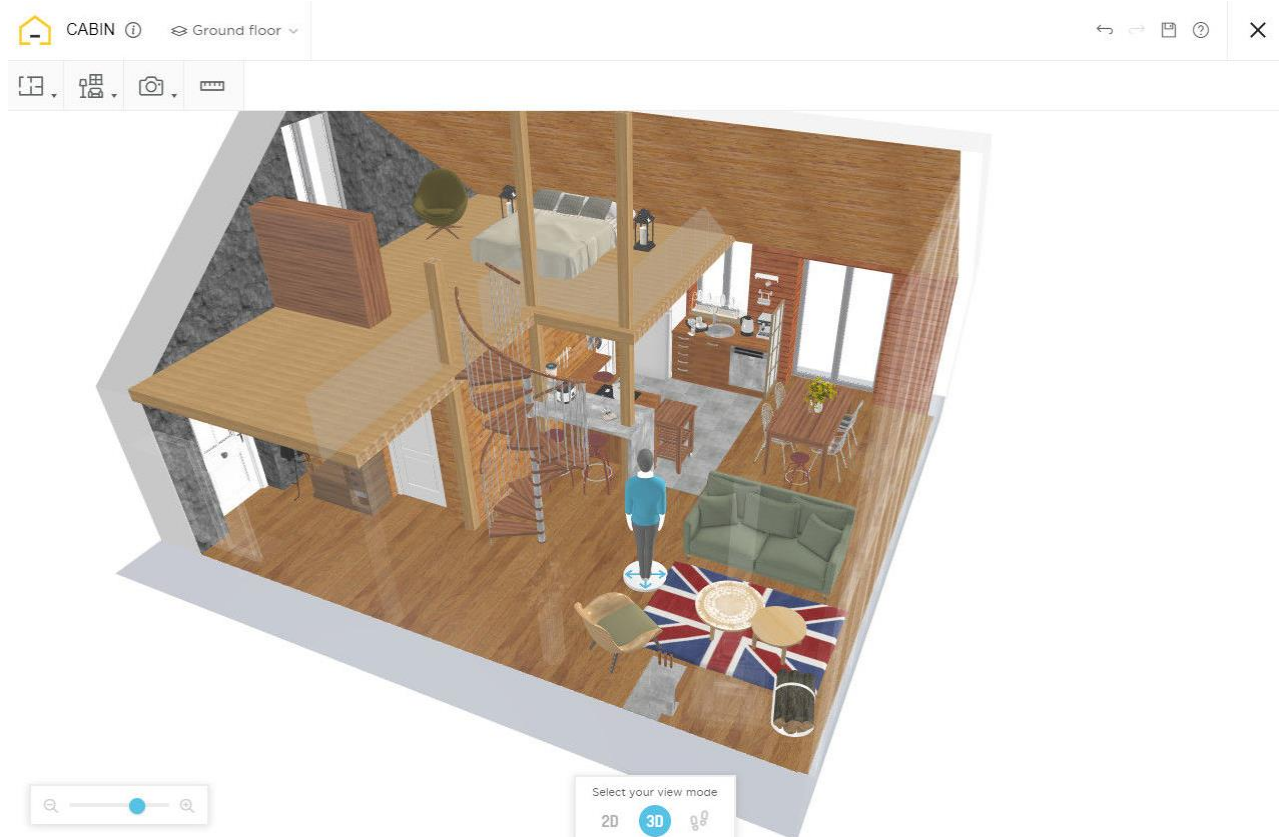


Рисунок 1.1 – Відображення інтер'єру в web-додатку HomeByMe

2. Planer5D

Planer5D – умовно-безкоштовний web-додаток для планування приміщення та створення дизайну інтер'єру [4]. Можливо створити новий порожній проект, з заданням розмірів стін, або використати уже готові макети інших користувачів. Для наповнення сцени використовується бібліотека елементів інтер'єру, екстер'єру та декору. Для кожного елемента сцени можливо

встановити довільні параметри ширини, висоти і глибини, обрати колір та текстуру. Користувач може завантажувати власні текстури. Також можлива розстановка освітлення і людей. В даному додатку є можливість створити 3D планування з допомогою штучного інтелекту, для цього потрібно завантажити зображення з плануванням, далі відбувається етап розпізнавання і побудова коробки будівлі. Технологія автоматичної розстановки меблів з використанням штучного інтелекту знаходиться на етапі розробки. Planer5D доступний у вигляді web-додатка та додатка для мобільних пристроїв з операційною системою Android та IOS і для персональних комп'ютерів на Windows і Mac OS. Додаток доступний в офлайн режимі і рендер зображень буде виконуватись на пристрої користувача. В такому випадку, роздільна здатність кінцевого зображення буде більшою, ніж у рендера виконаного у web-додатку. На рисунку 1.2 представлений приклад відображення створеного інтер'єру приміщення в 3D режимі.



Рисунок 1.2 – Приклад відображення інтер'єру в Planer5D

Серед недоліків Planer5D можна виділити наступні:

- Кількість моделей для безкоштовного використання обмежена;

- Відсутнє налаштування сонячного освітлення;
- Результат візуалізації в web-додатку низької якості та роздільної здатності;
- Кожне рендер-зображення платне;
- Редагування планування не доступне в 3D режимі, потрібно переключатись в 2D режим.

Після перегляду програмних продуктів – аналогів, для проектування інтер'єру, можна зробити висновок, що існуючі додатки надають багато можливостей, досить схожі між собою, але можуть бути складними у використанні. Також в них відсутня функція налаштування штучного освітлення для візуалізації сцени без природнього освітлення. Через те, що розглянуті додатки мають каталог меблів та інших елементів інтер'єру з зарубіжних магазинів, стає неможливим відтворити інтер'єр за вимогами замовника.

1.2.2 Аналіз програмних продуктів відображення панорамних зображень

В даній роботі, результатом візуалізації інтер'єру, буде панорамне зображення. Воно відрізняється від звичайного зображення тим, що при рендері звичайного зображення, камера захватує зображення в напрямку направлення (рис. 1.3), а для створення панорамного зображення потрібна сферична камера, яка виконує захват зображення з усіх боків (рис 1.4).

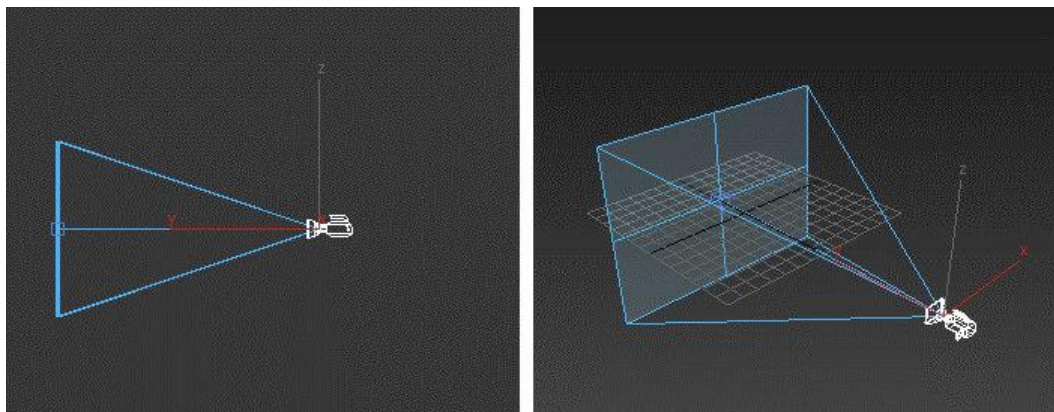


Рисунок 1.3 – Приклад звичайної камери

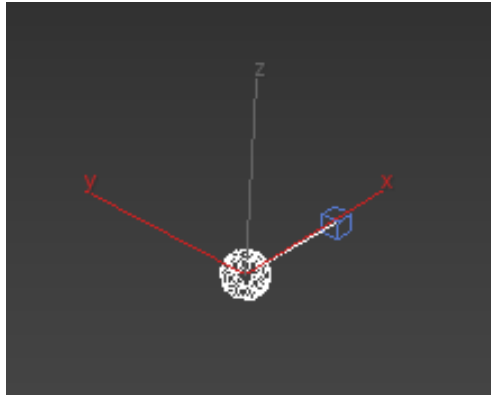


Рисунок 1.4 – Приклад сферичної камери

Тому панорамне зображення (рис 1.5) не комфортно переглядати як звичайне, отже для цього слід використовувати спеціальні сервіси або додатки.



Рисунок 1.5 – Приклад панорамного зображення

Провівши аналіз існуючих програмних продуктів для перегляду панорамних зображень та створення віртуальних турів, виділено наступні:

1. TrueVirtualTours.

Web-додаток для перегляду панорамних зображень і віртуальних турів [5]. Присутня можливість переглядати роботи інших користувачів в галереї робіт. В сервісі існує власна валюта, яку можна купити. За кожне завантажене

зображення, створений тур та його подальший перегляд, вона знімається з рахунку користувача. Недоліками даного додатку є навігація по кімнатах, яка здійснюється вибором потрібного зображення з списку, тому якщо будуть присутні зображення кімнати з різним освітленням, навігація буде незручною.

На рисунку 1.6 зображено інтерфейс та меню навігації web-додатка TrueVirtualTours.

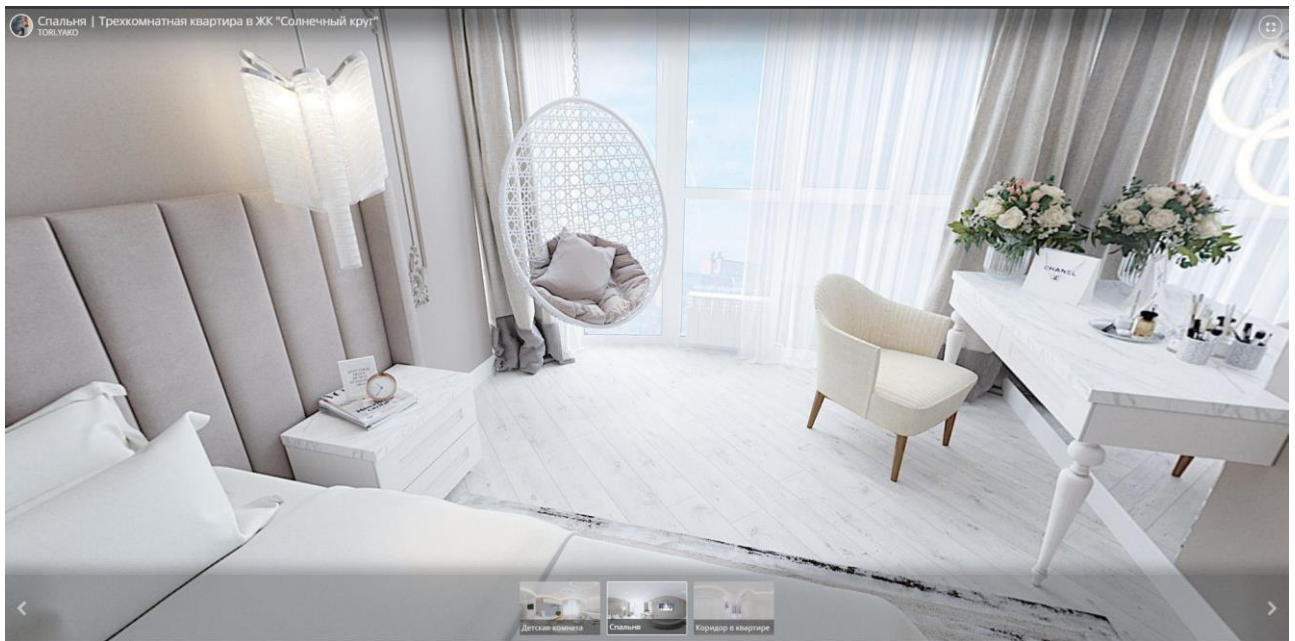


Рисунок 1.6 – Інтерфейс web-додатка TrueVirtualTours

2. Kuula.

Основний функціонал як у попереднього додатку. В перевагах можна виділити навігацію сцені за допомогою маркерів, але це доступно тільки в платній підписці [6]. Недоліки:

- В повноекранному режимі відображення, не доступна навігація, потрібно виходити з нього, щоб змінити зображення яке відображається.
- Під час перегляду присутній інтерфейс головного меню, який заважає перегляду

В розглянутих аналогів відсутня функція зміни типу освітлення і надається не повний функціонал при використанні безкоштовної версії. Також при створенні віртуального туру, він стає публічним, для приватного перегляду за посиланням, потрібно оформити платну підписку.

1.3 Постановка задачі

1.3.1 Мета та задачі

Основною метою дипломного проекту є візуалізація інтер'єру приватного приміщення. Даний проект надасть замовнику змогу оцінити внутрішнє планування та дизайн кімнат перед проведенням ремонтних робіт. Результатом проекту повинна бути створена тривимірна модель приміщення та її візуалізація, яка буде доступна до перегляду в розробленому web-додатку.

Для досягнення мети потрібно виконати наступні задачі:

- розробити технічне завдання згідно вимог замовника;
- виконати аналіз предметної області;
- обрати програмні засоби реалізації;
- створити тривимірну модель приміщення з елементами інтер'єру;
- виконати рендер зображень всіх кімнат;
- створити web-додаток для перегляду візуалізації у режимі панорами 360.

Детальні вимоги до проекту та технічне завдання наведено в додатку А.

1.3.2 Методи моделювання

Існують різні методи створення тривимірних моделей. Вони відрізняються складністю та сферою застосування. Можуть використовуватись як окремо, так і в комбінації з іншими методами. Для реалізації даного проекту обрано наступні методи моделювання [7].

Полігональне моделювання. Точки в 3D-середовищі з'єднані між собою лініями формують багатокутну поверхню (полігон). Набір об'єднаних поверхонь називають полігональною сіткою (рис. 2.1). Деталізація створюваної моделі залежить від кількості полігонів. Полігональне моделювання основане на редагуванні точок, ліній і поверхонь полігонів.



Рисунок 2.1 – Приклад полігональної сітки створеного об'єкта

Сплайнове моделювання. Сплайн – це тривимірна крива, лінії якої задаються набором точок в 3D-середовищі, формуючи гладкість кривої. Це можуть бути як прості геометричні фігури, так і складні ламані. Також до сплайнів можна застосувати модифікатори та перетворити їх в полігональний об'єкт (рис. 2.2).

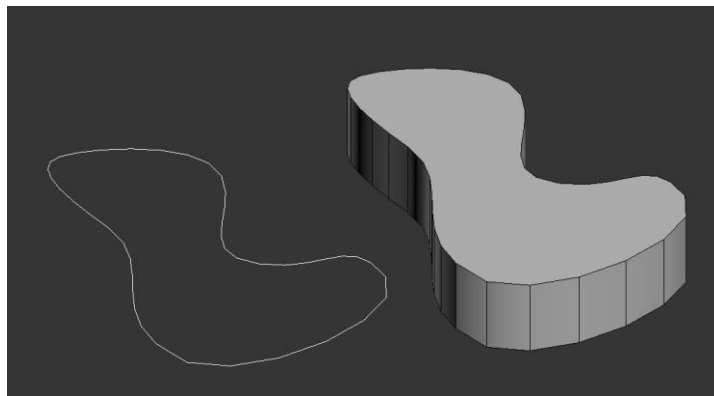


Рисунок 2.2 – Приклад сплайнового моделювання

Моделювання за допомогою примітивів та модифікаторів. Примітиви – це прості параметричні форми, наприклад, сфера, куб, циліндр. Для придання потрібних форм і розмірів до них застосовуються модифікатори (рис. 2.3).

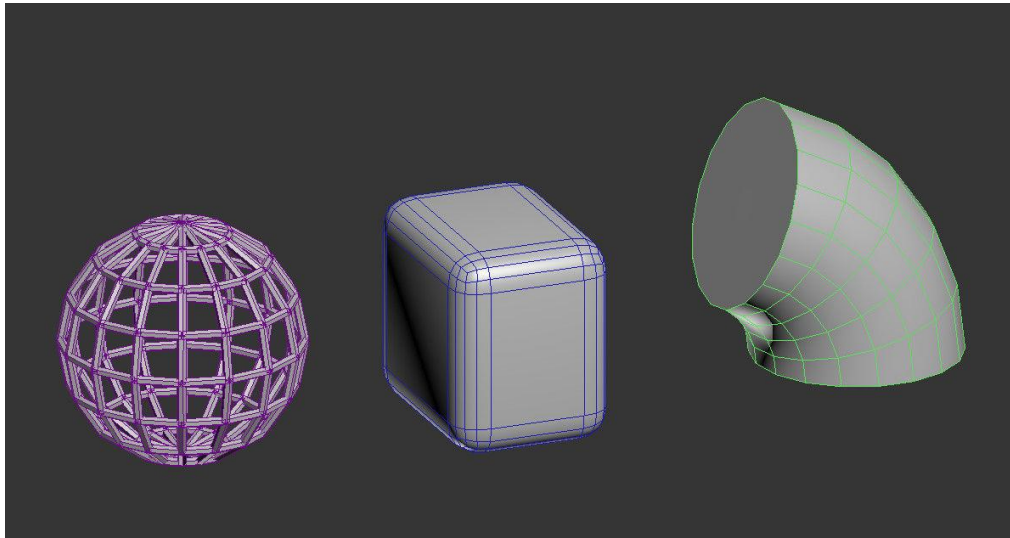


Рисунок 2.3 – Приклад застосування модифікаторів на примітиви

Моделювання використовуючи булеві операції. Булеві об'єкти створюються при додаванні, відсіканні або перетину полігонів. В операціях використовуються тільки два об'єкта, їх називають операндами. Зазвичай булеві операції застосовуються для створення отворів різної форми (рис. 2.4).

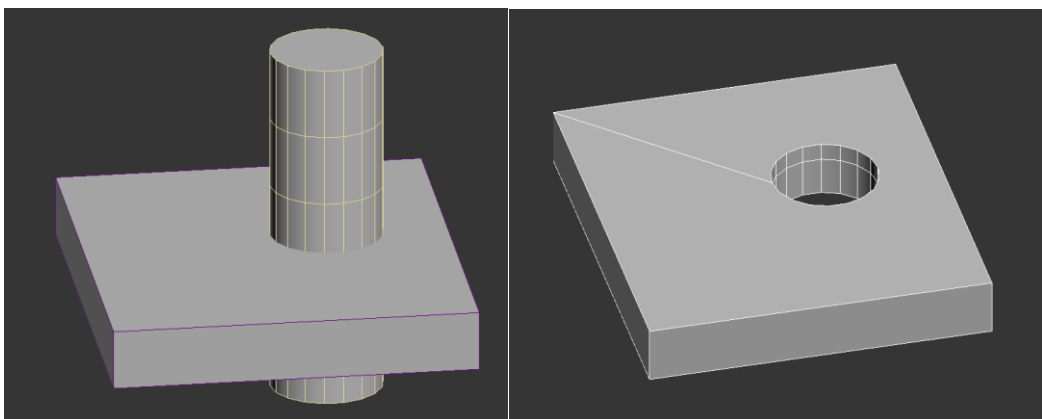


Рисунок 2.4 – Приклад застосування булевих операцій

1.3.3 Вибір засобів реалізації

Для створення візуалізації інтер'єру приватного приміщення обрано програмне забезпечення Autodesk 3ds Max, Corona Renderer, Adobe Photoshop.

Autodesk 3ds Max – один з найпопулярніших інструментів в області 3D-моделювання та візуалізації. Має великий набір засобів та модифікаторів для створення і редагування тривимірної графіки. Також для 3ds Max створюють сторонні плагіни для полегшення роботи, наприклад, FloorGenerator, для швидкого створення і редагування паркету, плитки тощо. Дане програмне забезпечення має потрібний функціонал для виконання проекту [8].

В якості візуалізатора обрано Corona Renderer. Це легкий в освоєнні та досить потужний інструмент для фотореалістичного рендеренга. Він має ширший функціонал і кращу якість кінцевого зображення ніж стандартний візуалізатор в 3ds Max. Присутня вбудована бібліотека Corona Material Library з правильно налаштованими матеріалами пластику, тканини, скла тощо. Завдяки можливості прорахунку сцени в режимі реального часу не потрібно чекати, доки рендер буде готовий. Це дозволяє заощадити час і допомагає в налаштуванні матеріалів та освітлення. А за допомогою функції LightMix можливо налаштовувати освітлення вже на готовому зображенні, тож не потрібно виконувати декілька рендерингів сцени з різним освітленням, а лише правильно налаштувати джерела світла в LightMix. Це значно зменшить час рендерингу всіх кімнат з природнім та штучним освітленням [9].

Adobe Photoshop обрано в якості редактора зображень. З його допомогою будуть створені текстури і виконуватиметься редагування кінцевих зображень візуалізації для покращення їх якості.

Для реалізації відображення панорамних зображень у web-додатку обрано бібліотеку Three.js. Це одна з найпопулярніших WebGL бібліотек для відображення 3D графіки і анімацій в браузері. Вона призначена для полегшення роботи з WebGL, оскільки містить набір готових класів для створення і відображення інтерактивної 3D графіки.

Основними змінними в обраній бібліотеці є:

- Scene – місце, де знаходяться всі створені об'єкти;
- Camera – камера, яка направлена на сцену і знімає об'єкти на сцені;
- Rendered – візуалізатор, за допомогою якого можливо показати сцену, зняту на камеру.

Існують декілька типів камер. Окрім створення об'єктів на сцені, присутня можливість задавати їм текстуру і матеріал, а також налаштовувати освітлення [11].

Дизайн web-додатку створено за допомогою мов розмітки і стилів HTML5 і CSS3. Для реалізації навігації по приміщенню використовувались мова програмування Javascript.

1.3.4 Планування робіт

На етапі планування робіт проведено деталізацію мети методом SMART [11]. Для планування задач проекту проведено розподіл робіт та створено WBS і OBS діаграми [12].

Створено календарний план проекту, у вигляді діаграми Ганта, для правильного розподілу часу і ресурсів під час виконання проекту.

Також проведено аналіз ризиків для виявлення та оцінки їх впливу на проект.

В Додатку Б знаходиться детальний опис планування робіт.

2 Моделювання процесу візуалізації

2.1 Структурно-функціональне моделювання

Для виконання структурно-функціонального моделювання використовувалась методологія моделювання IDEF [13]. Головним її компонентом є діаграми. На них відображаються функції системи у вигляді прямокутників і зв'язки між ними у вигляді стрілок. Прямокутник відображає процес або роботу, яка має якусь ціль і результат. В IDEF існують наступні види стрілок:

- вхід (зправа прямокутника і направлена в нього) – матеріал або інформація які використовуються.
- управління (зверху прямокутника і направлена в нього) – дані, якими керується робота.
- вихід (зправа прямокутника і направлена з нього) – матеріал або інформація, які являються результатом виконання роботи.
- механізм (знизу прямокутника і направлена в нього) – ресурси, які виконують роботу.

На рисунку 2.1 представлено контекстну діаграму, яка показує загальне призначення проекту.



Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма

На рисунку 2.2 зображена декомпозиція першого рівня.

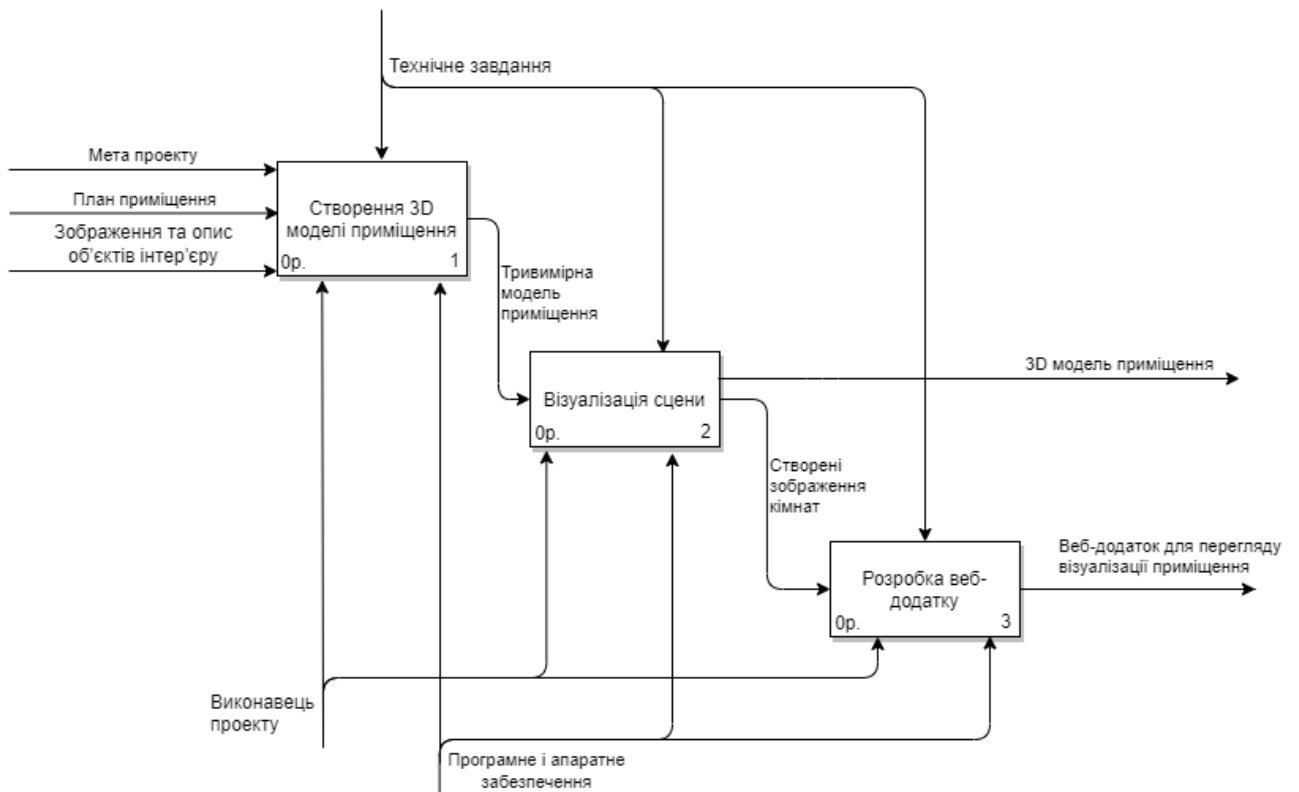


Рисунок 2.2 – Перший рівень декомпозиції

Декомпозиція блоків Створення 3D моделі приміщення і Візуалізація сцени представлені на рисунках 2.3-2.4.

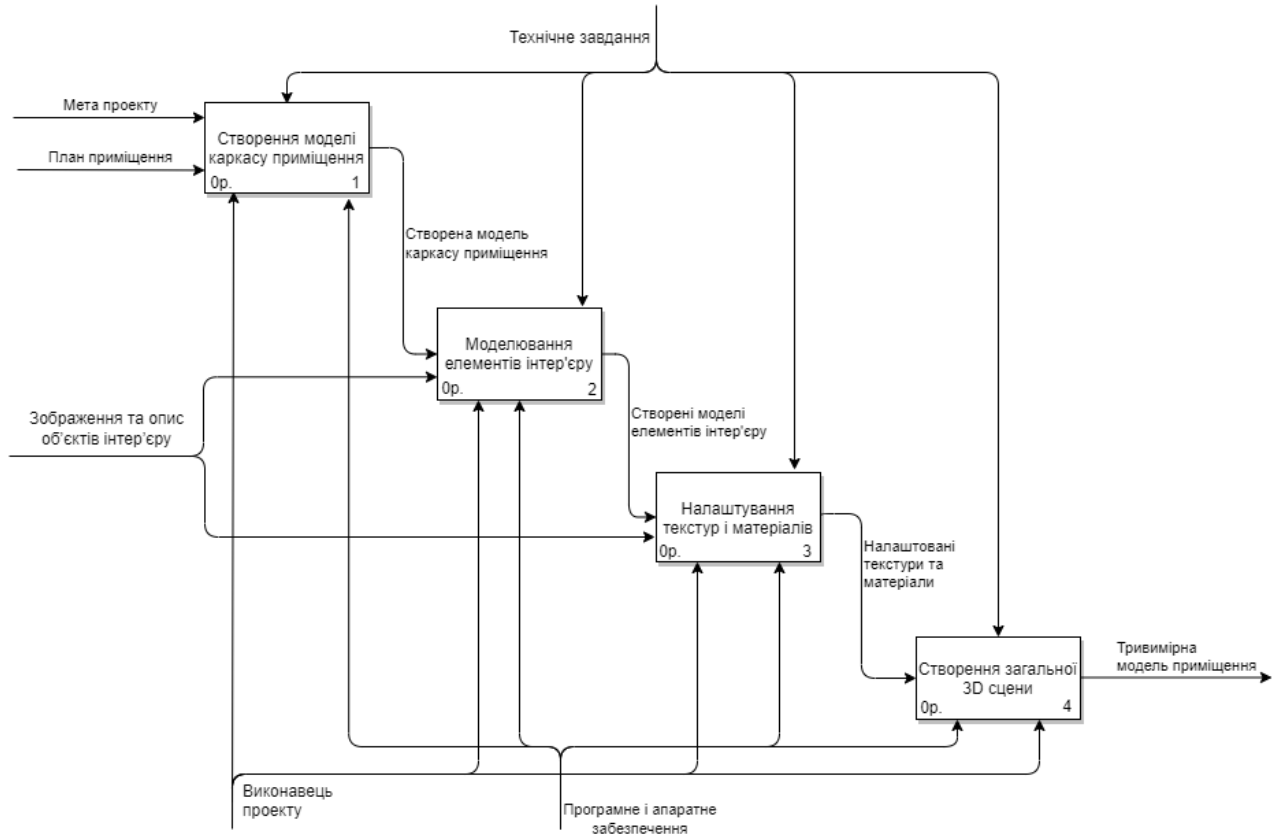


Рисунок 2.3 – Декомпозиція етапу створення 3D моделі приміщення

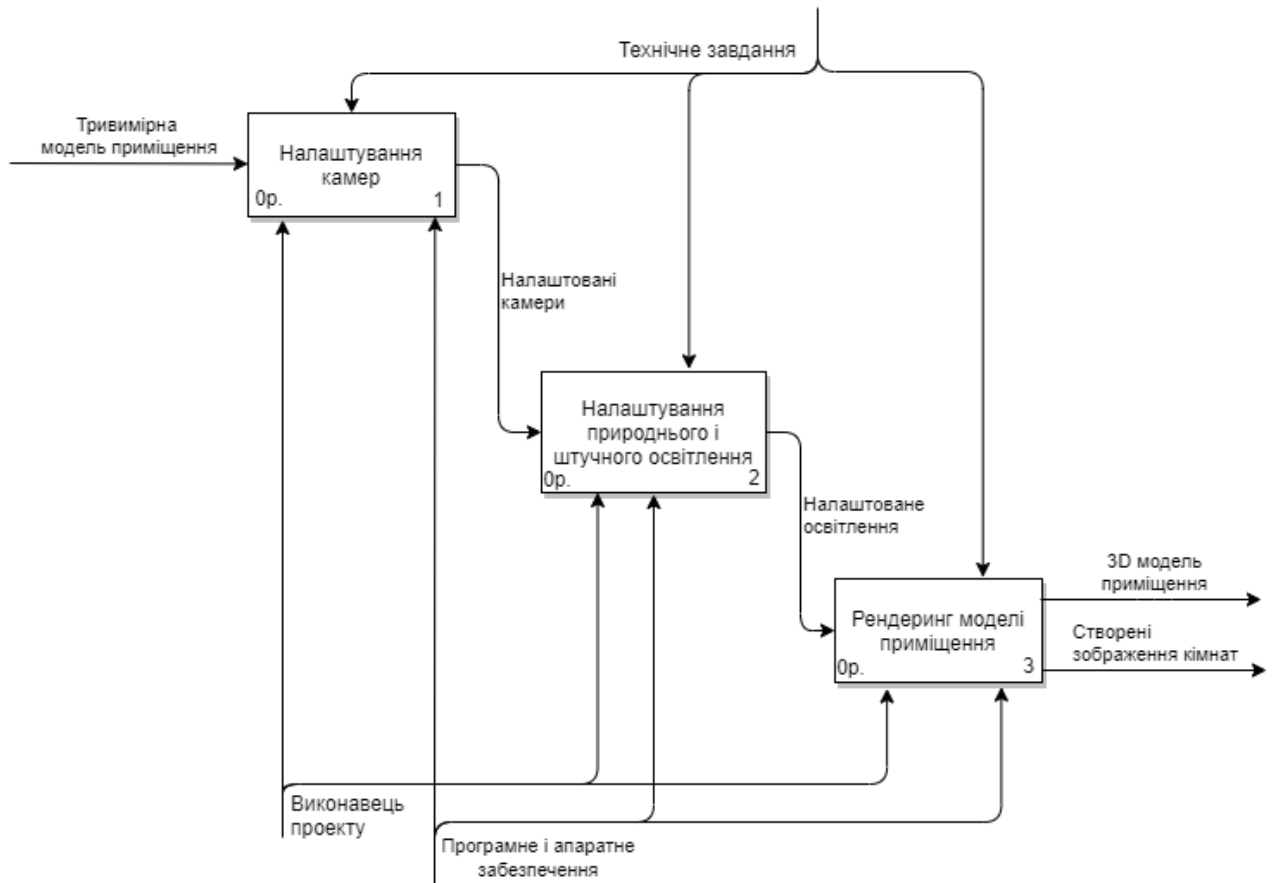


Рисунок 2.4 – Декомпозиція етапу візуалізація сцени

На етапі розробки web-додатку налаштовується правильне відображення отриманих панорамних зображень та реалізовується навігація по кімнатах приміщення.

2.2 Моделювання варіантів використання

Діаграми варіантів використання зображують залежності і взаємодію між групами варіантів використання і акторами, які беруть участь в процесі [14]. Діаграма зображена на рисунку 2.5. Актором в даній діаграмі є користувач.



Рисунок 2.5 – Діаграма варіантів використання

3 Розробка візуалізації інтер'єру приватного приміщення

3.1 Реалізація

3.1.1 Створення каркасу приміщення

Створення тривимірної моделі приміщення виконувалось за допомогою програмного забезпечення Autodesk 3ds Max 2020.

Моделювання каркасу приміщення виконувалось за розмірами на кресленні наданим замовником. Для створення стін використано примітив Plane. Застосовано модифікатор Extrude з декількома кроками для задання висоти стіни з врахуванням висоти дверей та вікон (рис. 4.1).

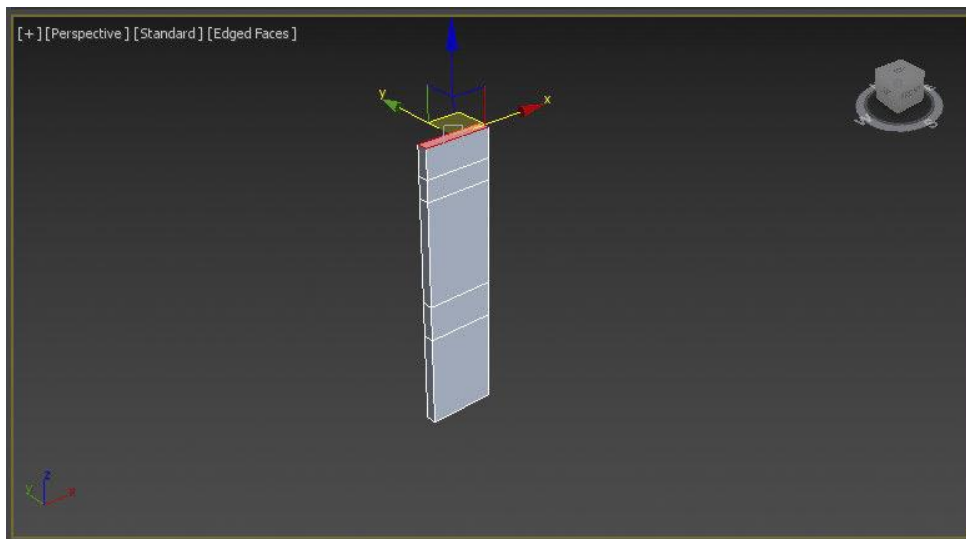


Рисунок 4.1 – Задання висоти стіни модифікатором Extrude

Створений об'єкт конвертовано в Editable Poly. Для формування каркасу, до полігонів однієї з сторін, застосовано модифікатор Extrude на відстань відповідно до довжини стіни.

Після формування каркасу, створено отвори для вікон і дверей. Це зроблено шляхом виділення потрібних полігонів зовні і зсередини та

застосуванням модифікатора Bridge. Створена модель каркасу приміщення зображена на рисунку 4.2.

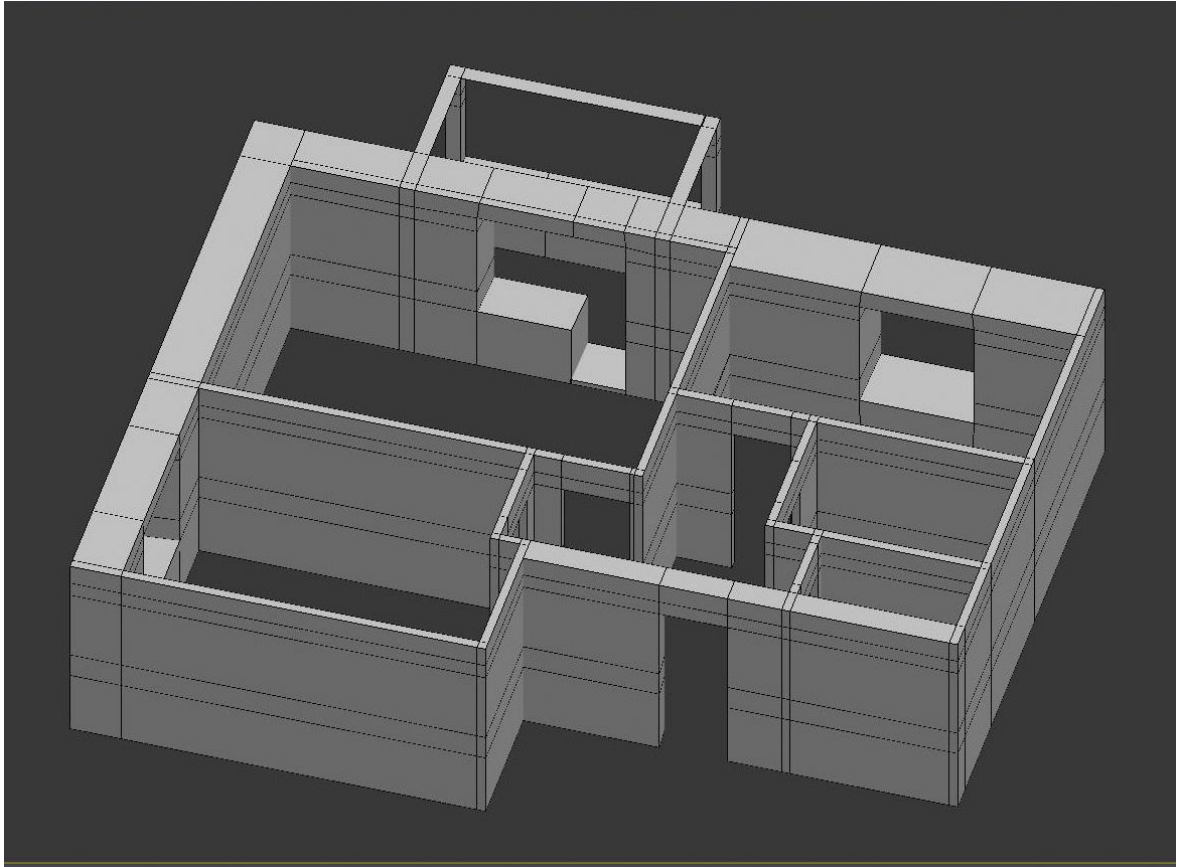


Рисунок 4.2 – Каркас приміщення

3.1.2 Моделювання об'єктів інтер'єру

Для зручності, моделювання об'єктів інтер'єру виконувалось в окремих файлах.

Спочатку створенно спільні для всіх кімнат об'єкти, такі як вікна, міжкімнатні двері та радіатори опалення. Вікна створювались методами сплайнового та полігонального моделювання. За допомогою Line створено раму та форму вікна і застосовано модифікатор Sweep. Таким чином створено й інші елементи вікна. Примітив Box необхідних розмірів використано в якості скла. Готовий об'єкт конвертовано в Editable Poly. Таким чином можна змінювати розмір вікна для інших кімнат редагуючи вершини. Модифікатор Sweep також

використовувався для моделювання рами дверей. Самі ж двері створені з примітива Vox. В режимі редагування полігонів зроблено отвір під скло використовуючи інструменти Insert та Bridge. У вкладці Hierarchy опорну точку встановлено таким чином, щоб при повороті двері правильно відкривались. Також всі елементи конвертовано в Editable Poly для зручності змін розмірів під інші кімнати. На рисунку 4.3 зображено створену модель вікна і дверей.

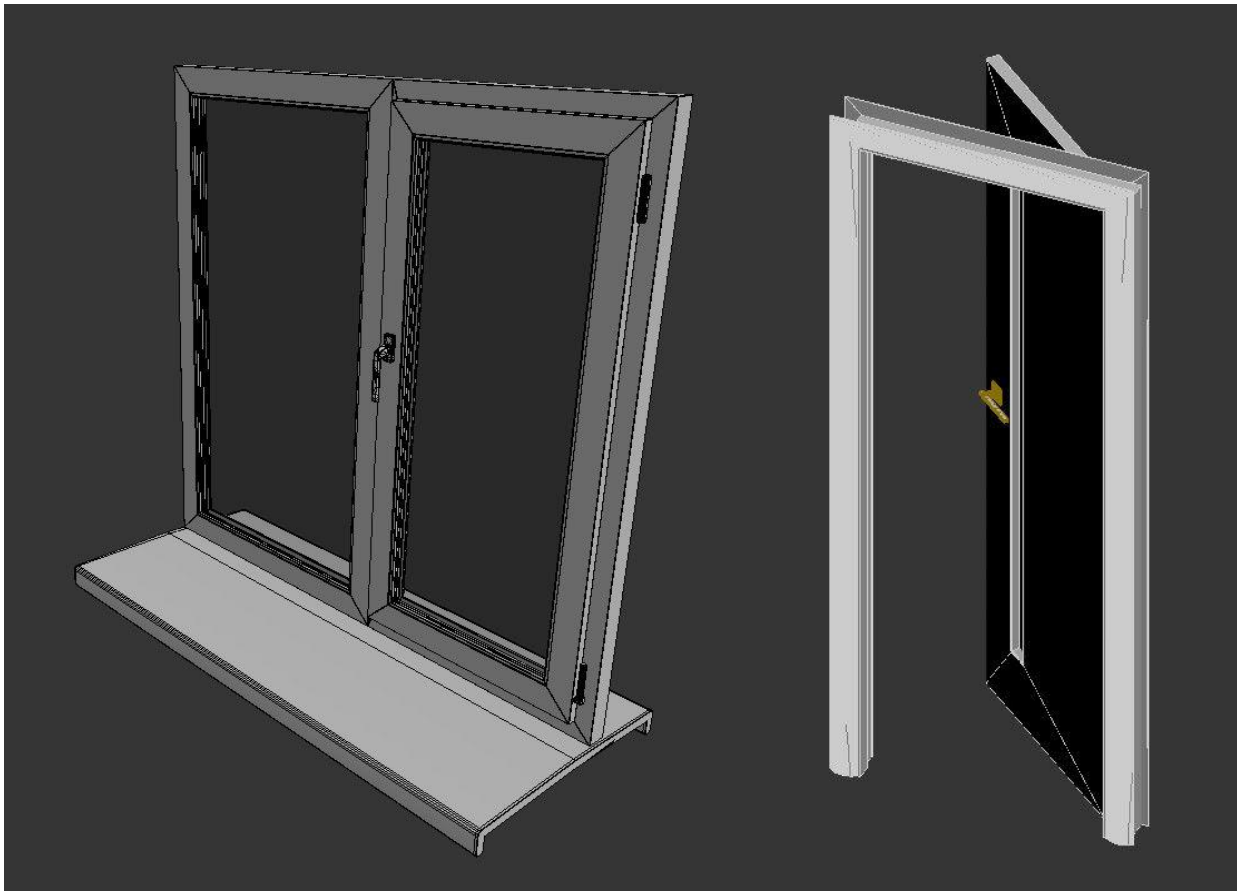


Рисунок 4.3 – Модель вікна і дверей

Шафи, столи, тумби створювались з використанням примітива Vox та застосуванням модифікатору Chamfer для зняття фаски (рис. 4.5). Деякі елементи об'єднані за допомогою інструменту Attach для формування єдиного об'єкту.



Рисунок 4.5 – Моделі столу, шафи і тумб

Для створення штор, ковдри та інших об'єктів із тканини використано примітив Plane потрібного розміру. Далі застосовано модифікатор Cloth, який виконує імітацію тканини з різними властивостями [15]. Чим більше полігонів у елемента перед імітацією, тим якісніший отриманий результат. Після формування необхідної форми тканини, об'єкт конвертовано в Editable Poly для збереження форми при подальшому редагуванні. Також застосовано модифікатор TurboSmooth для збільшення деталізації моделі (рис. 4.6).

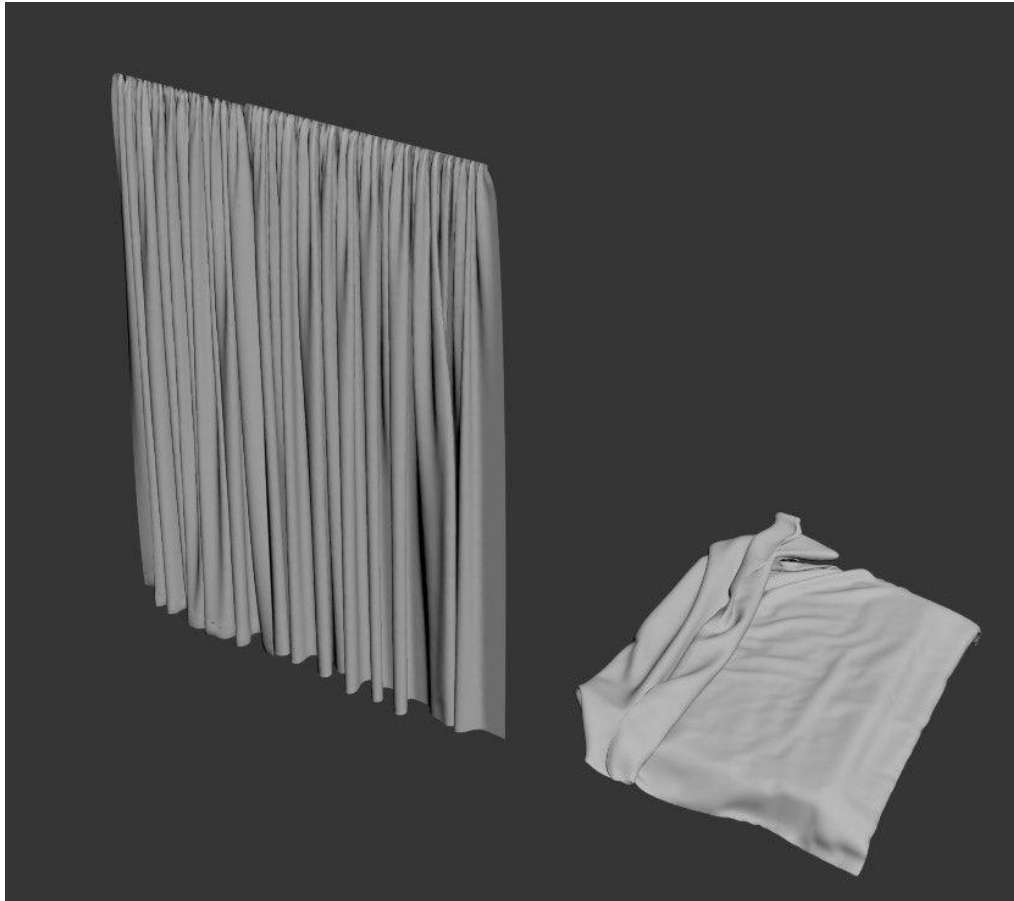


Рисунок 4.6 – Моделі штори і ковдри

Моделювання офісного крісла почалось з створення примітива Box. Його конвертовано в Editable Poly та застосовано модифікатор TurboSmooth для згладження гострих кутів і збільшення кількості полігонів. За допомогою модифікатора FFD(box) 4x4x4 формувалась необхідна форма спинки та сидіння крісла. Також використано модифікатор Cloth для формування складок на деяких елементах спинки. Підлокотник створений з використанням модифікатора Sweep і FFD(box) 4x4x4 та відзеркалений на іншу сторону інструментом Mirror з параметром Instance. Інші елементи крісла змодельовані примітивами з модифікаторами [16]. На рисунку 4.7 зображено кінцевий вигляд моделі крісла.



Рисунок 4.7 – Створена модель офісного крісла

Умивальник для ванної кімнати виконано сплайновим моделюванням. За допомогою Line створено зовнішній і внутрішній контур, конвертовано в Editable Spline та об'єднано в один об'єкт використовуючи інструмент Attach. Після застосування модифікатора CrossSection вершини контурів з'єдналися лініями сформувавши каркас (рис. 4.8). Далі застосовано модифікатор Surface і Edit Poly для створення полігонального об'єкта. Модифікаторами Chamfer і TurboSmooth ребра моделі згладжено. Кран створено використовуючи примітив Cylinder та редагуючи полігональну сітку. На рисунку 4.9 зображено кінцевий вигляд моделі умивальника з тумбой.

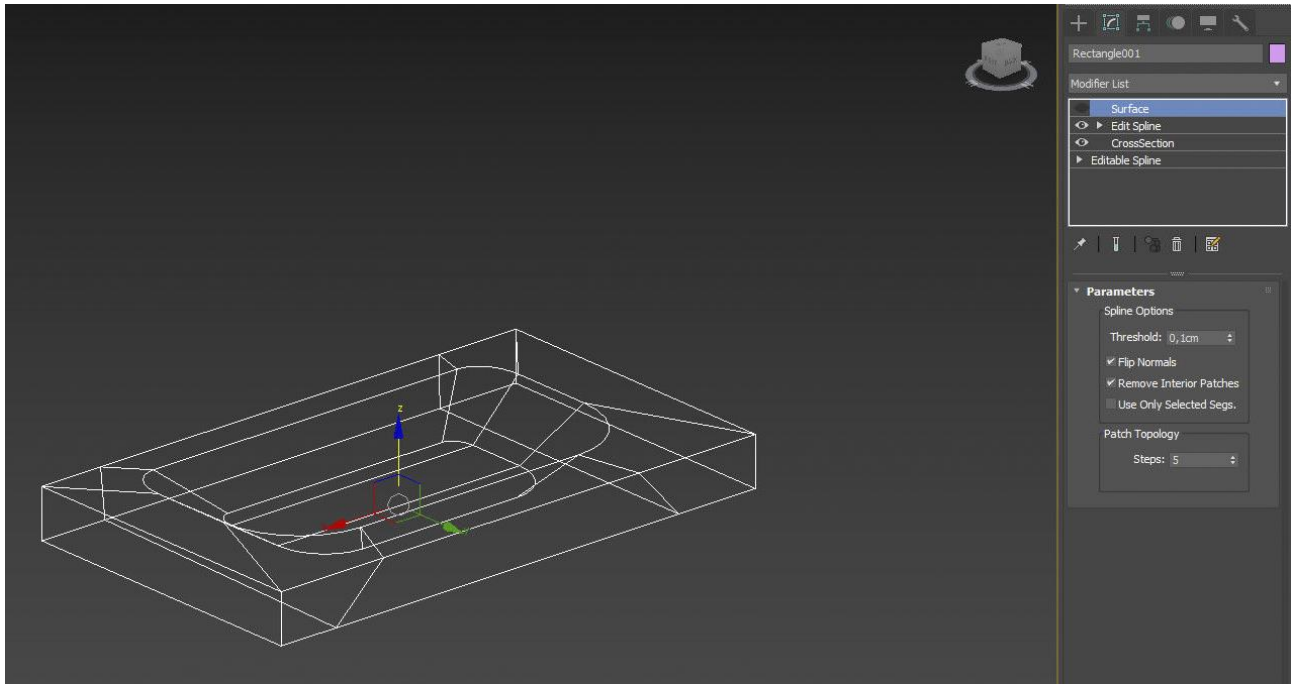


Рисунок 4.8 – Формування каркасу умивальника



Рисунок 4.9 – Створена модель умивальника

Плитка на стінах і підлозі створені з використанням модифікатору FloorGenerator, який застосований до сплайну (рис. 4.10). Він формує

полігональну сітку відповідно до заданих параметрів розміру та відстані між плитками [17]. Ламінат в спальній кімнаті та вітальні також створено таким методом.

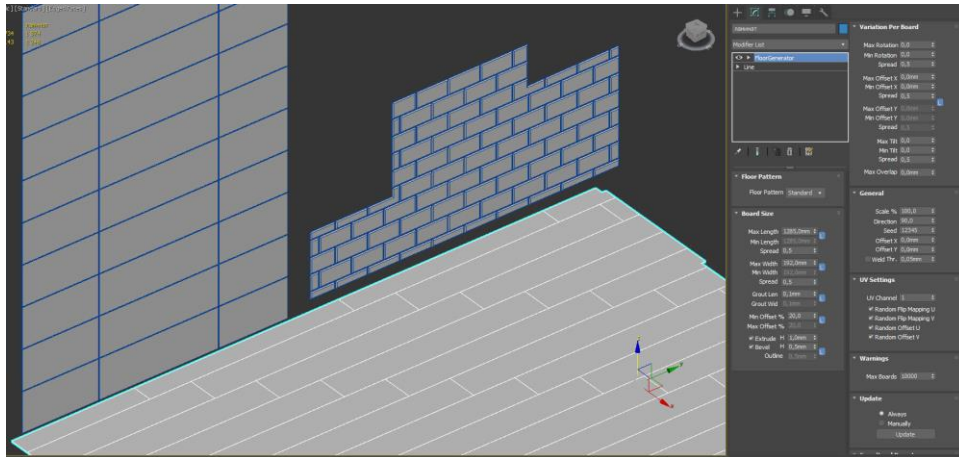


Рисунок 4.10 – Застосування модифікатору FloorGenerator

Після створення всіх необхідних моделей інтер'єру, їх об'єднано в файл з раніше створеним каркасом використовуючи функцію Import з параметром Merge. Всі елементи розташовано згідно з плануванням приміщення (рис. 4.11).

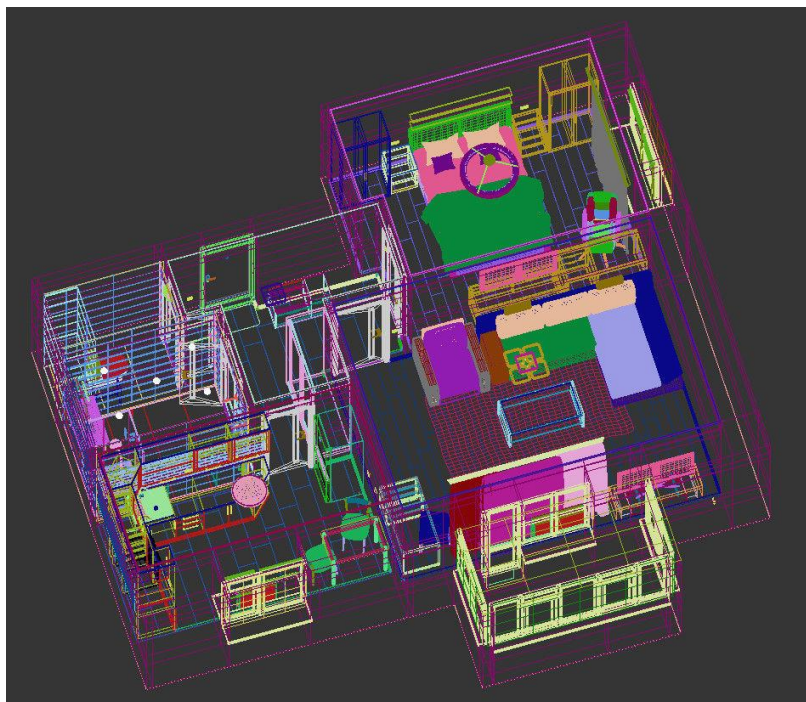


Рисунок 4.11 – Загальна сцена приміщення

Для зручності взаємодії і відображення, об'єкти згруповано по кімнатах в Layer explorer (рис. 4.12). Таким чином можна керувати відображенням цілих кімнат, або окремих груп мебелів. Це значно спростить налаштування матеріалів та освітлення.

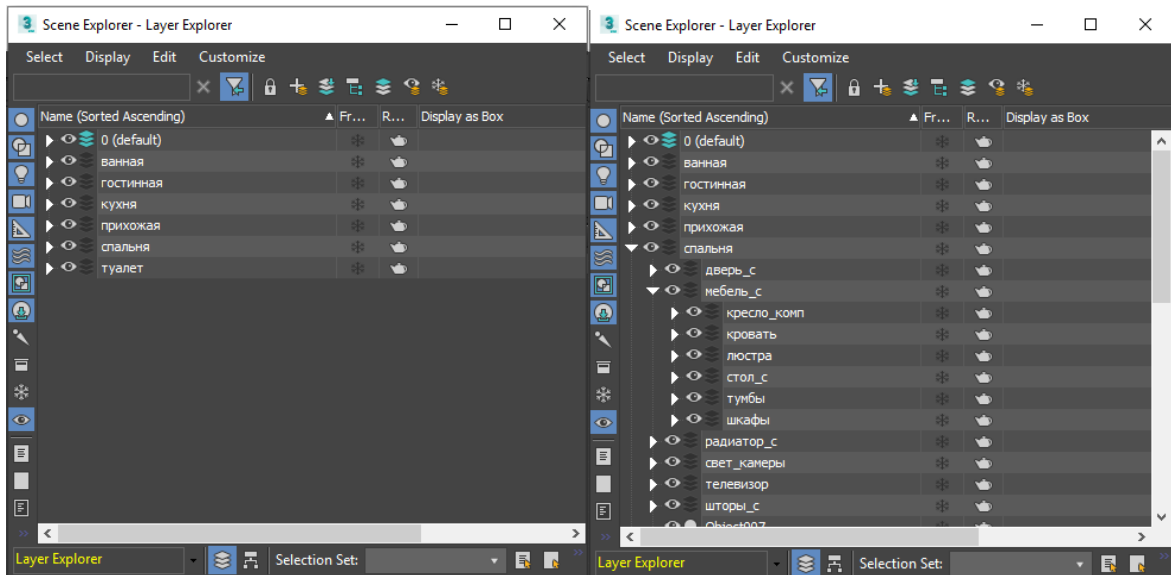


Рисунок 4.11 – Вікно Layer explorer

3.1.3 Налаштування освітлення

До всіх елементів сцени, крім скла у вікнах, застосовано стандартний матеріалу сірого кольору (рис. 4.12). Це дозволить правильно налаштувати розмір, інтенсивність та напрямок джерел освітлення.

Для загального освітлення навколишнього середовища використано CoronaSky та HDRI карту (рис. 4.13). Налаштовано параметри кольору світла, росташування горизонту та фону за вікном.

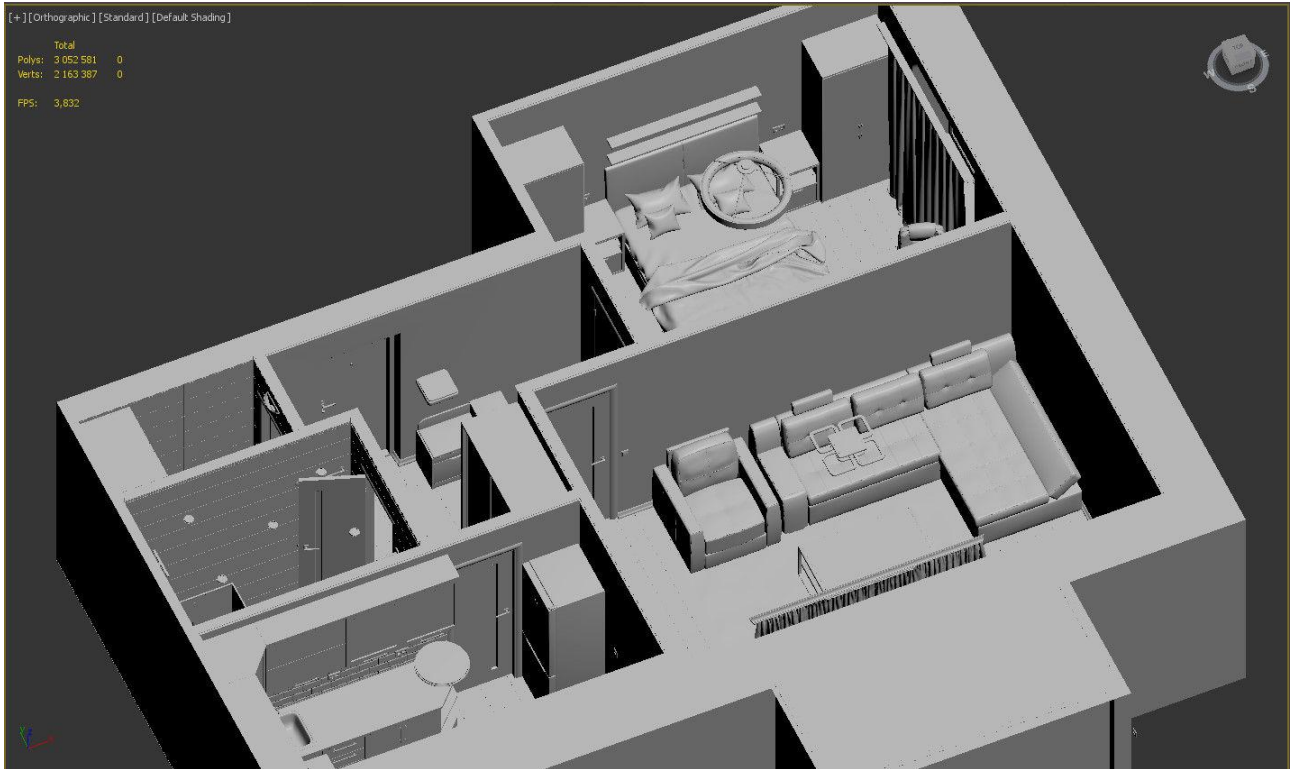


Рисунок 4.12 – Сцена із застосованим стандартним матеріалом

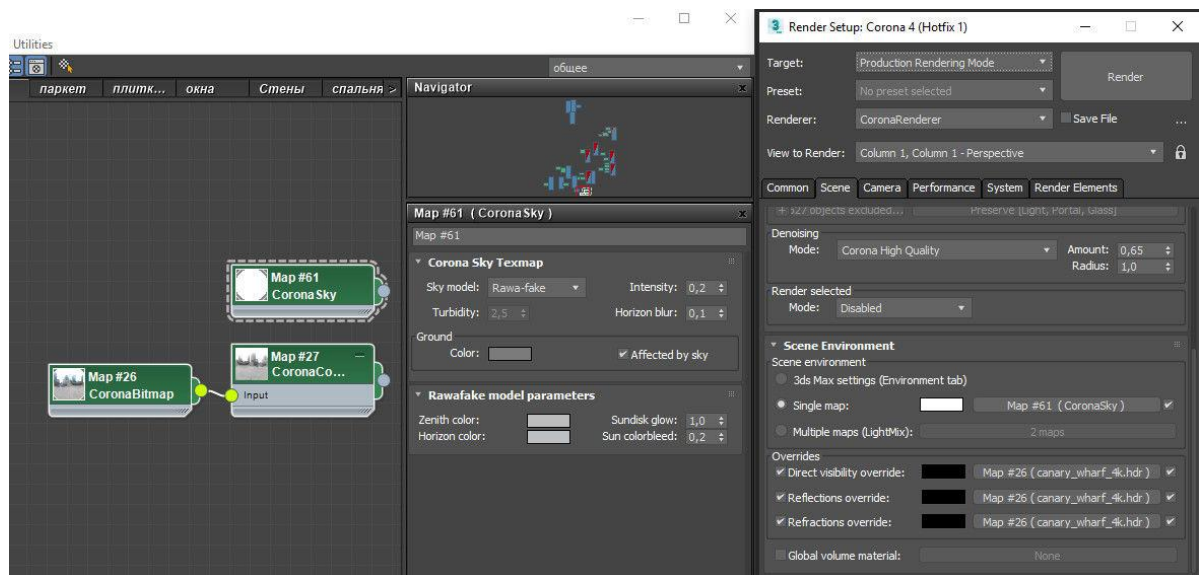


Рисунок 4.13 – Налаштування освітлення навколишнього середовища

Для зменшення шуму при рендерингі та швидшого розрахунку світла, що направлено в приміщення через вікна, створено примітив Plane по розміру вікна і застосовано CoronaPortalMtl (рис. 4.14). Так званий портал не є джерелом світла і не впливає на загальне освітлення.

В сцену додано CoronaSun для налаштування сонячного світла і CoronaLight типу Rectangle по розміру вікна. Налаштовано колір та інтенсивність світла [18]. На рисунку 4.15 зображено сцену з налаштованим природнім освітленням.

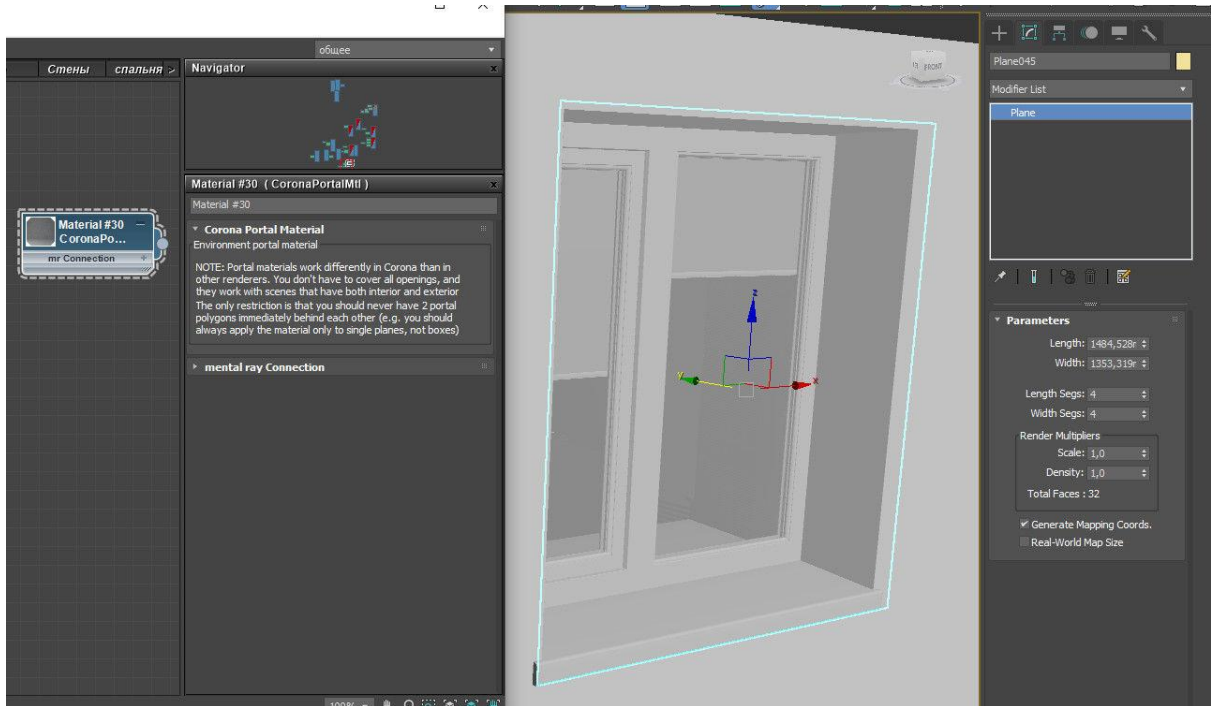


Рисунок 4.14 – Створення порталу

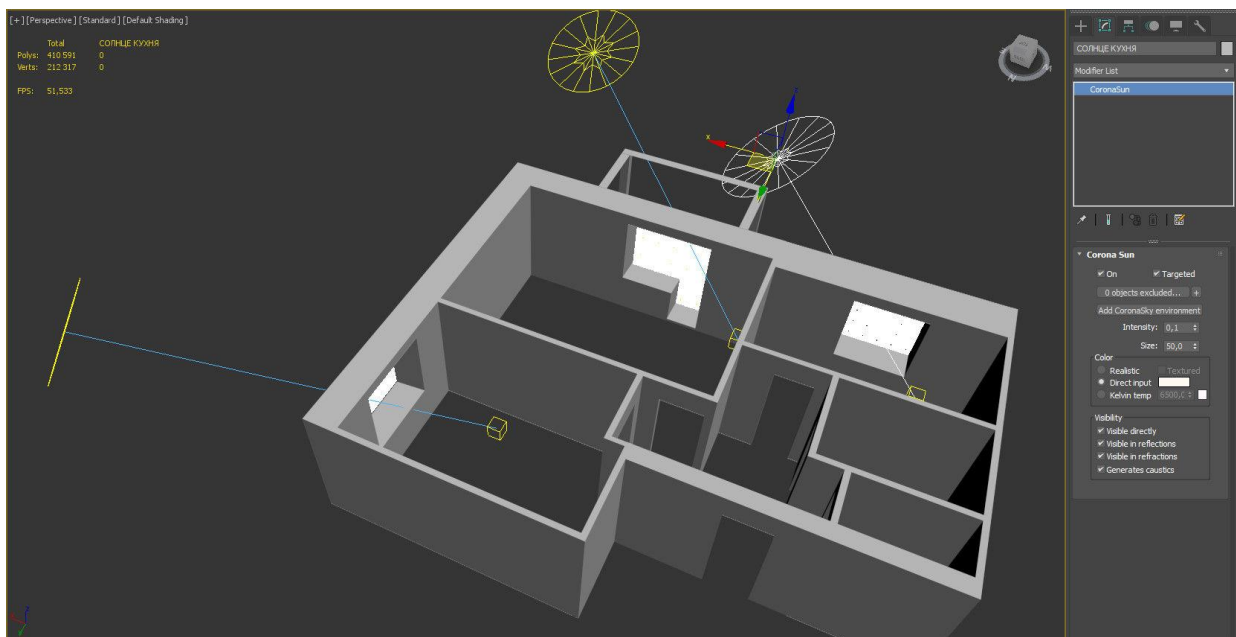


Рисунок 4.15 – Сцена з налаштованим природнім освітленням

Далі проводилось створення та налаштування штучного освітлення. Це можливо зробити застосувавши CoronaLightMtl до ламп в світильнику або використати CoronaLight. Площа приміщення досить велика для використання CoronaLightMtl, бо при збільшенні інтенсивності світла буде з'являтися велика кількість шумів при рендерингі. Тому вирішено використовувати ці джерела світла кінбіновано. CoronaLightMtl з параметром Intensity 5.0 застосовано до ламп, а також створено додаткове джерело світла CoronaLight по розміру світильника. Тип (Sphere, Rectangle, Disk, Cylinder), колір світла та параметр Intensity обирався в залежності від розташування світильника та його характеристик. На рисунку 4.16 зображено сцену з налаштованим штучним освітленням у всіх кімнатах.

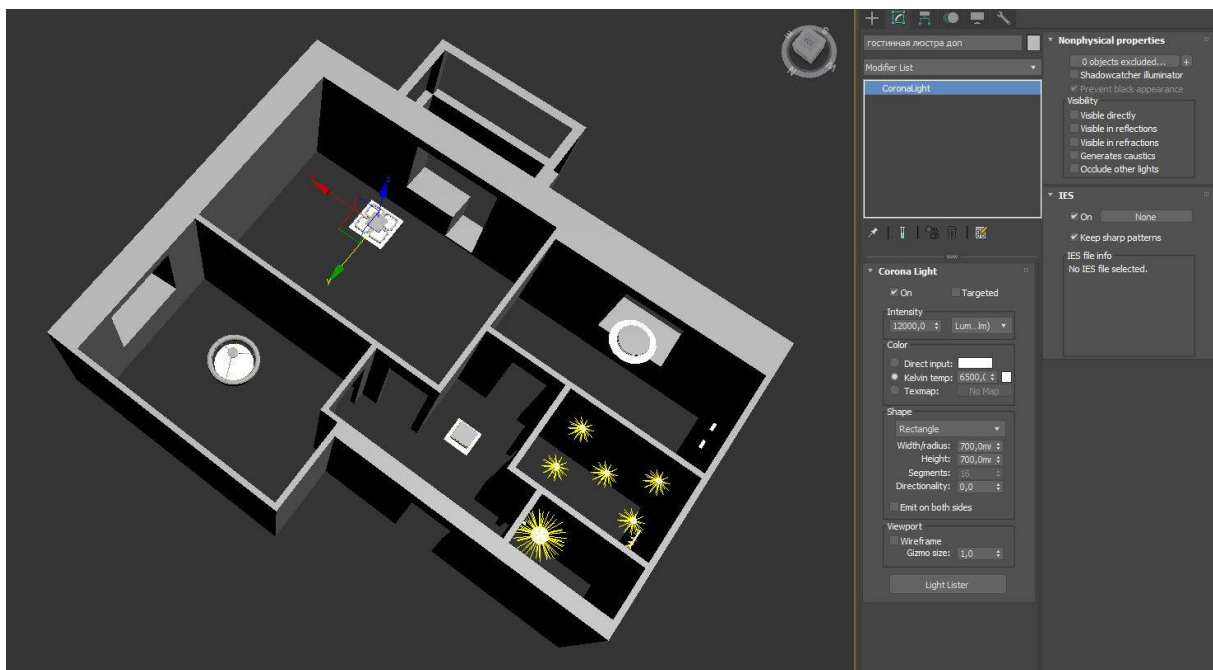


Рисунок 4.15 – Сцена з налаштованим штучним освітленням

3.1.4 Налаштування матеріалів і текстур

Після налаштування освітлення, розпочато етап створення і налаштування матеріалів об'єктів. Матеріали створювались засобами Corona Renderer у вікні

Slate Material Editor (рис. 4.16). Для зручності створено декілька вкладок з матеріалами відповідно до кімнат або об'єктів до яких вони застосовувались.

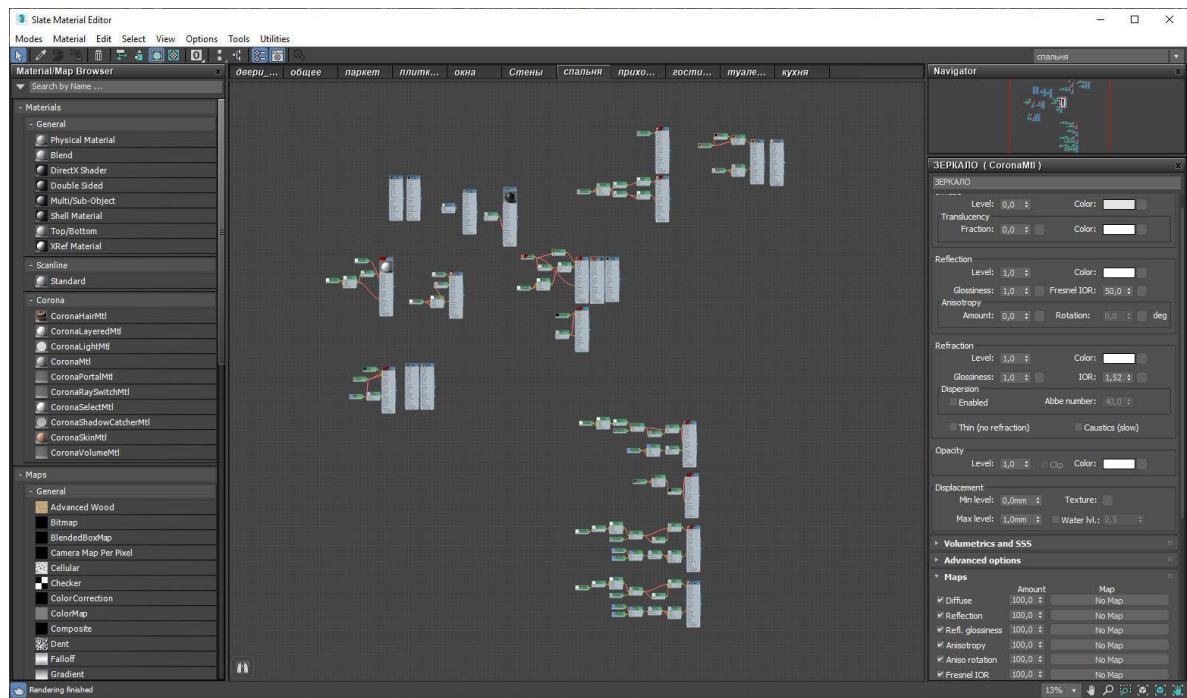


Рисунок 4.16 – Вікно Slate Material Editor

Більшість матеріалів створено з використанням CoronaMtl. Для різних об'єктів налаштовувались колір або текстура в параметрі Diffuse, властивості відображення світла в параметрі Reflection, властивості заломлення для прозорих матеріалів в параметрі Refraction та придання форми рельєфу поверхні в параметрах Bump і Displacement.

Частину матеріалів взято з Corona Material Library, частину створено самостійно.

Для ламінату знайдено необхідну текстуру [19]. В програмі Photoshop створено чорно-білі текстури з різною контрастністю використовуючи інструменти Black & White та Levels з потрібними параметрами. На рисунку 4.17 зображено процес редагування текстури в програмі Photoshop.

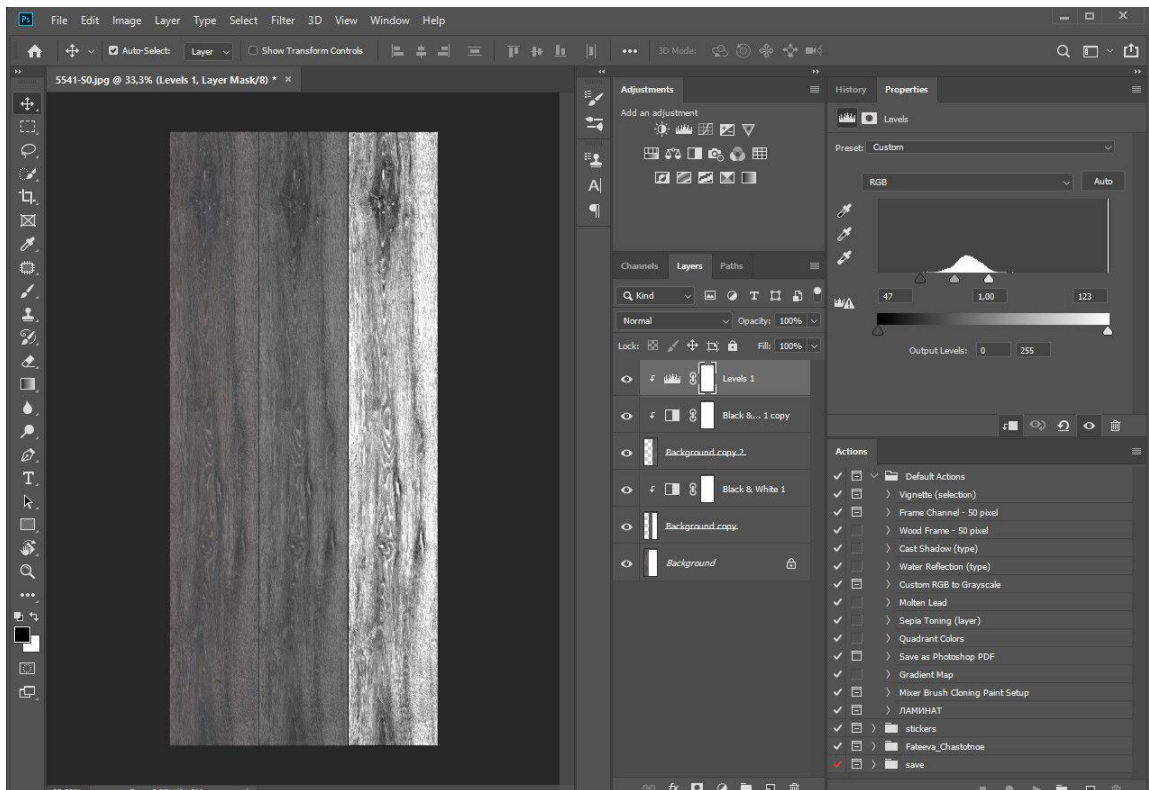


Рисунок 4.17 – Створення текстур в програмі Photoshop

Щоб в кожній дошки ламінату було різна текстура, використано плагін MultiTexture Map [20]. Він коректно працює з FloorGenerator та дозволяє завантажувати декілька текстур і призначає їх випадковим чином по об'єкту або по ідентифікатору матеріалу. В карту MultiTexture завантажено декілька текстур ламінату (рис. 4.18). Карту назначено в канал Diffuse матеріалу CoronaMtl та призначено до моделі ламінату. Також раніше створені чорно-білі текстури призначено в канали Bump, Reflection Color та Reflection Glossiness використовуючи карту MultiTexture. Важливо, щоб текстури в картах були розташовані в однаковому порядку для коректного відображення. На рисунку 4.19 зображено модель ламінату з накладеним матеріалом.

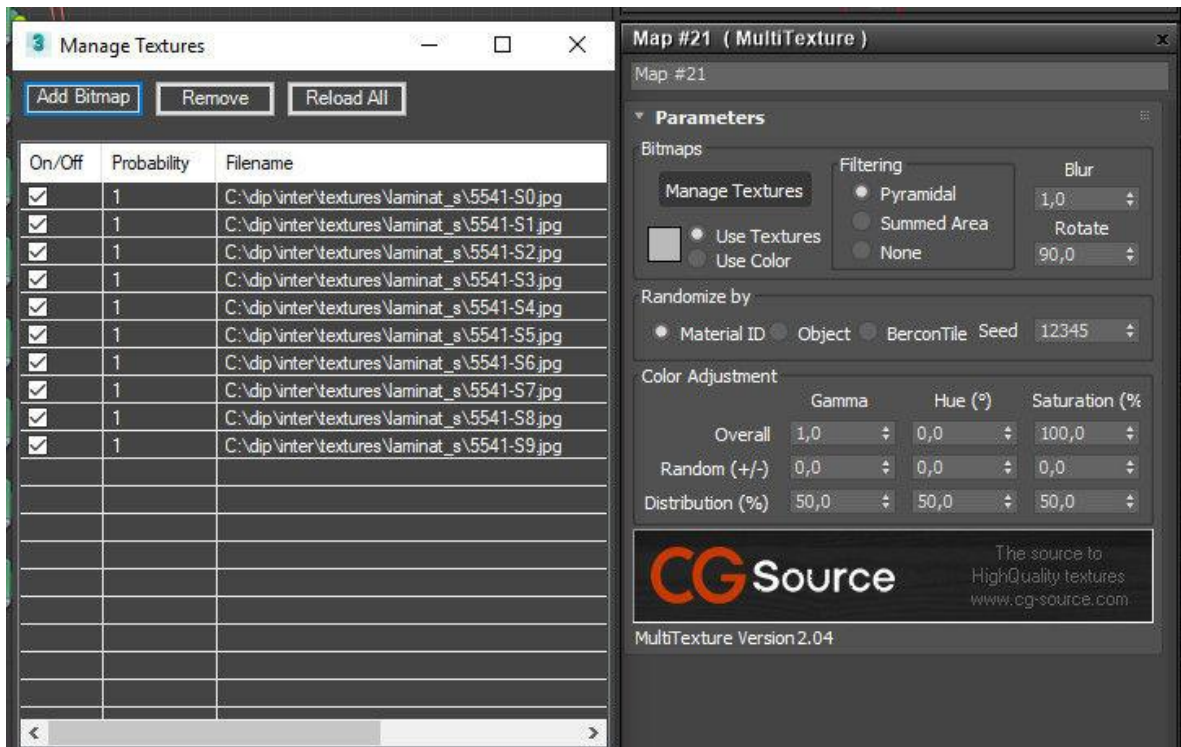


Рисунок 4.18 – Налаштування карти MultiTexture

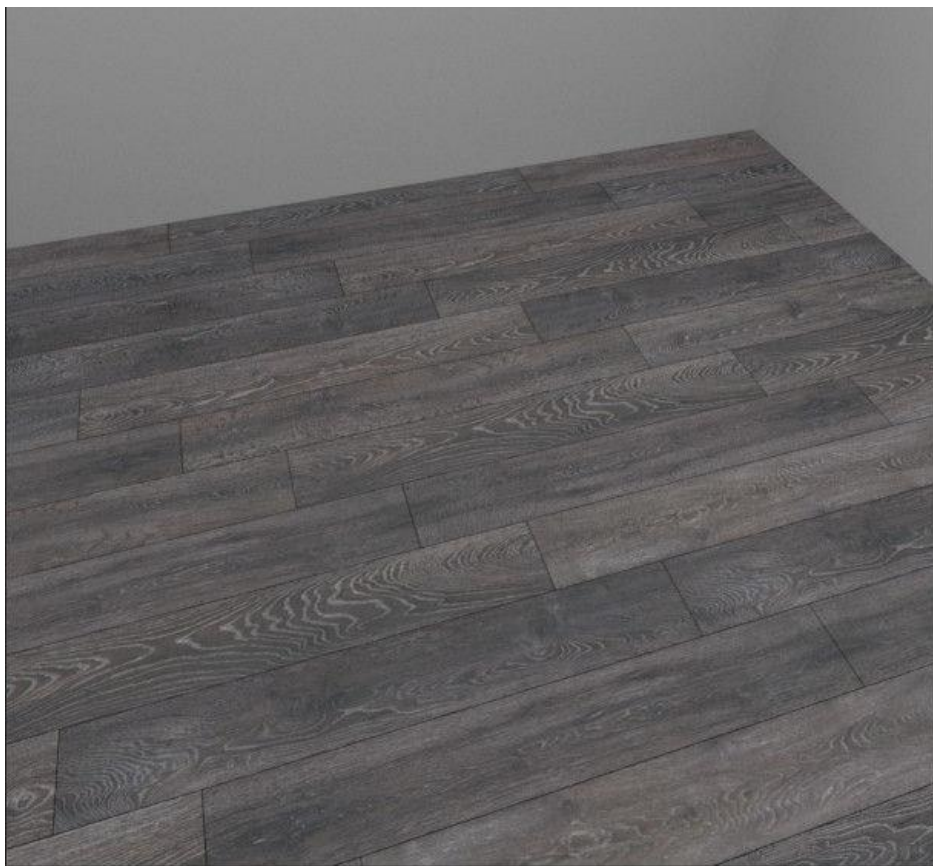


Рисунок 4.19 – Ламінат з накладеними текстурами

Для коректного відображення текстур на моделях, застосовано модифікатор UVW map з параметром Box (рис. 4.20). Його можна застосовувати до цілого об'єкта, або до окремих полігонів. Редагуючи параметри накладання та розмір змінюється відображення текстури.

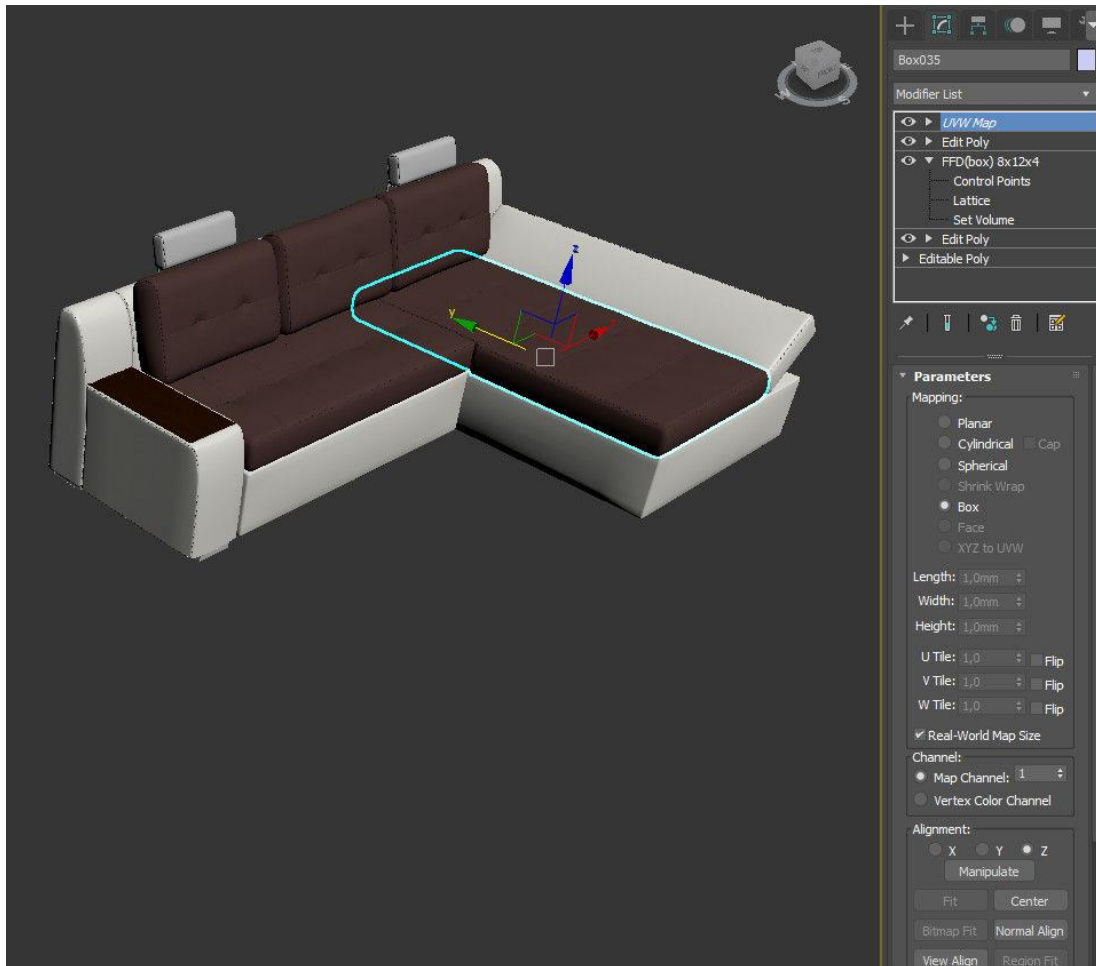


Рисунок 4.20 – Застосування модифікатора UVW map

На рисунку 4.21 показано матеріали, які застосовано до об'єктів в вітальні. Після налаштування матеріалів всіх об'єктів перейдено до етапу візуалізації (рис. 4.22).



Рисунок 4.21 – Використані матеріали у вітальні



Рисунок 4.22 – Сцена з налаштованими матеріалами

3.1.5 Створення візуалізації

Для створення візуалізацію потрібно правильно розташувати та налаштувати камери і параметри рендерингу. Для створення панорамного зображення приміщення використано CoronaCamera типу Spherical 360 [21]. Всього на сцені розташовано 10 камер на висоті 150 см. від підлоги (рис. 4.23). Кінцеве зображення повинне бути в співвідношенні 2:1 для коректного відображення. Розмір зображення встановлено 4500*2250 пікселів.

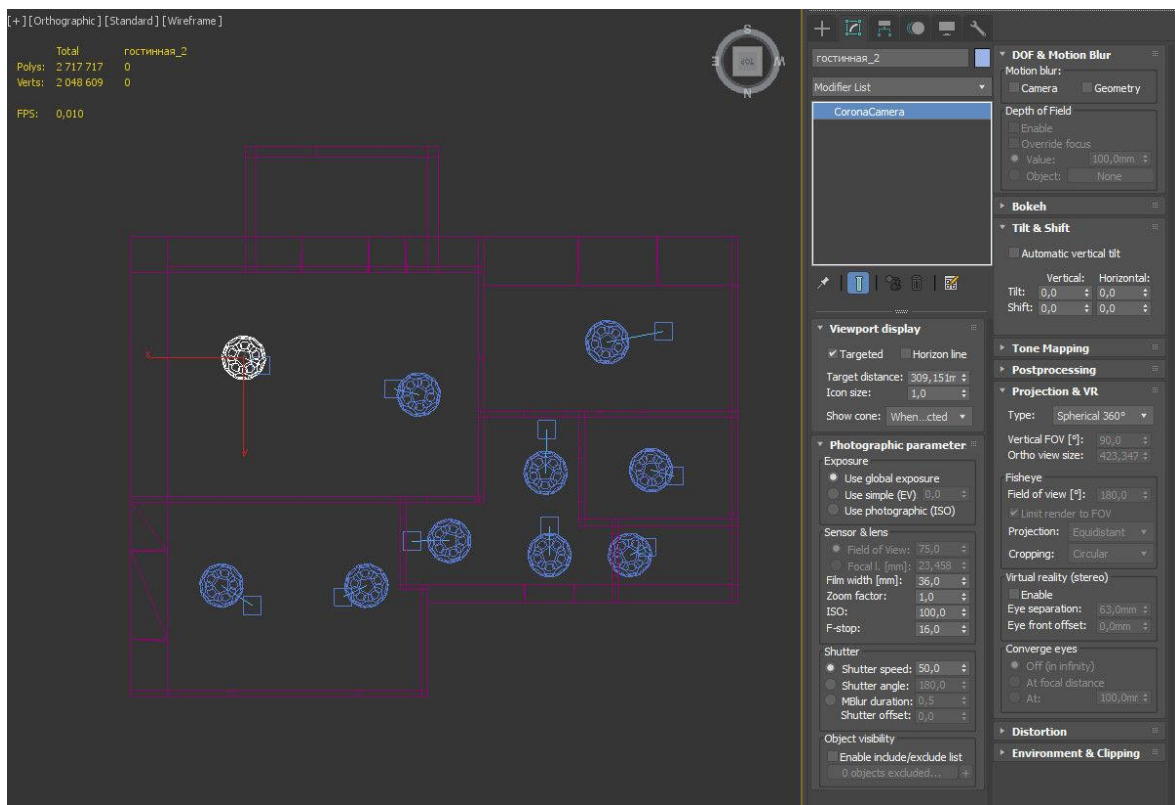


Рисунок 4.23 – Розташування камер та їх параметри

Зважаючи на те, що розмір зображення досить великий, процес рендерингу всіх зображень з різним освітленням займе багато часу. Щоб його скоротити вирішено використати Corona LightMix. При рендерингі створюються декілька зображень з різним освітленням і змішуються. Це надає можливість змінювати

активність джерела, інтенсивність та колір світла на створеному зображенні (рис 4.24). Створено групи джерел світла для кожної кімнати.

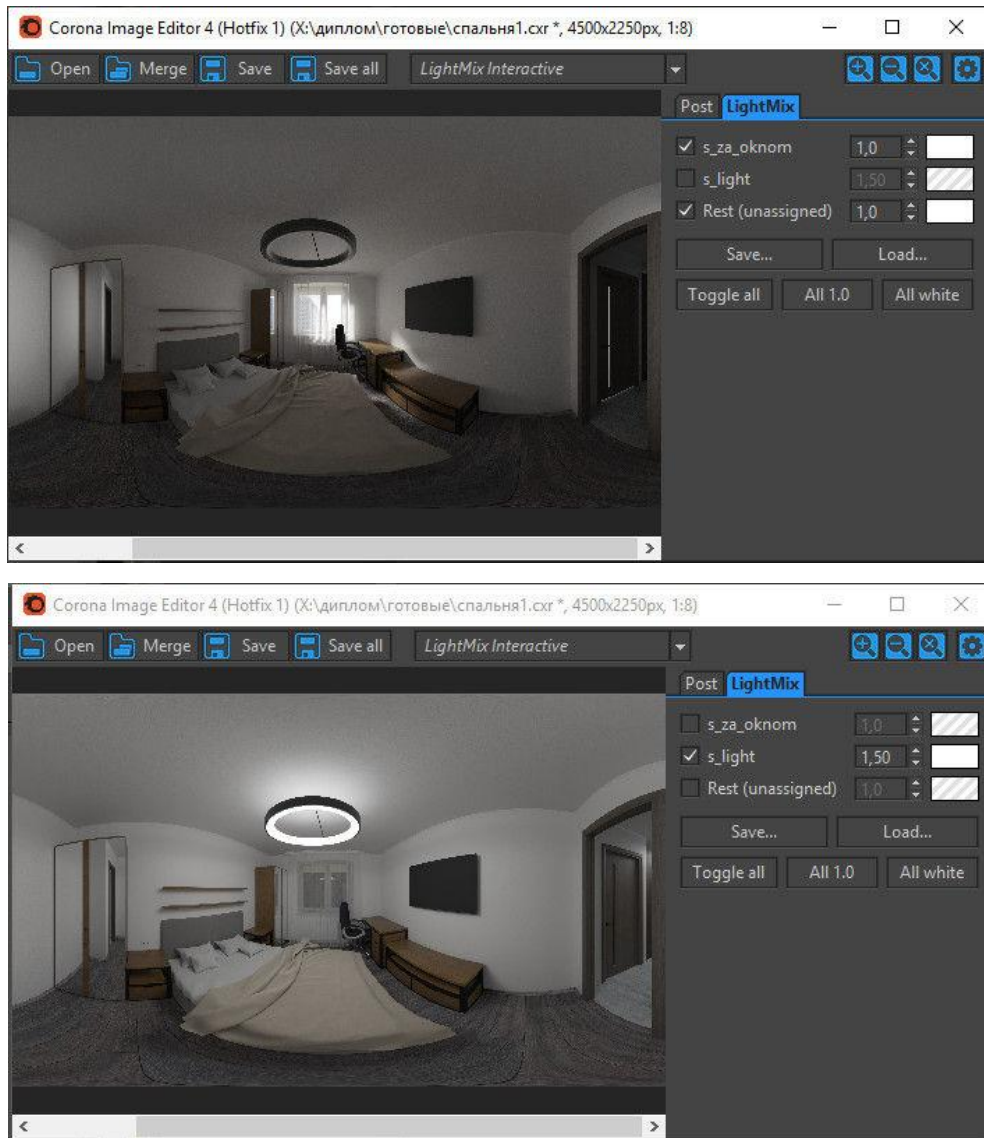


Рисунок 4.24 – Приклад використання LightMix

Після створення потрібних зображень візуалізації, використано плагін Camera Raw програмного забезпечення Photoshop для постобробки зображення. Проведено покращення якості зображення зменшивши шум та зробивши корекцію кольору, тіні та контраста (рис. 4.25).

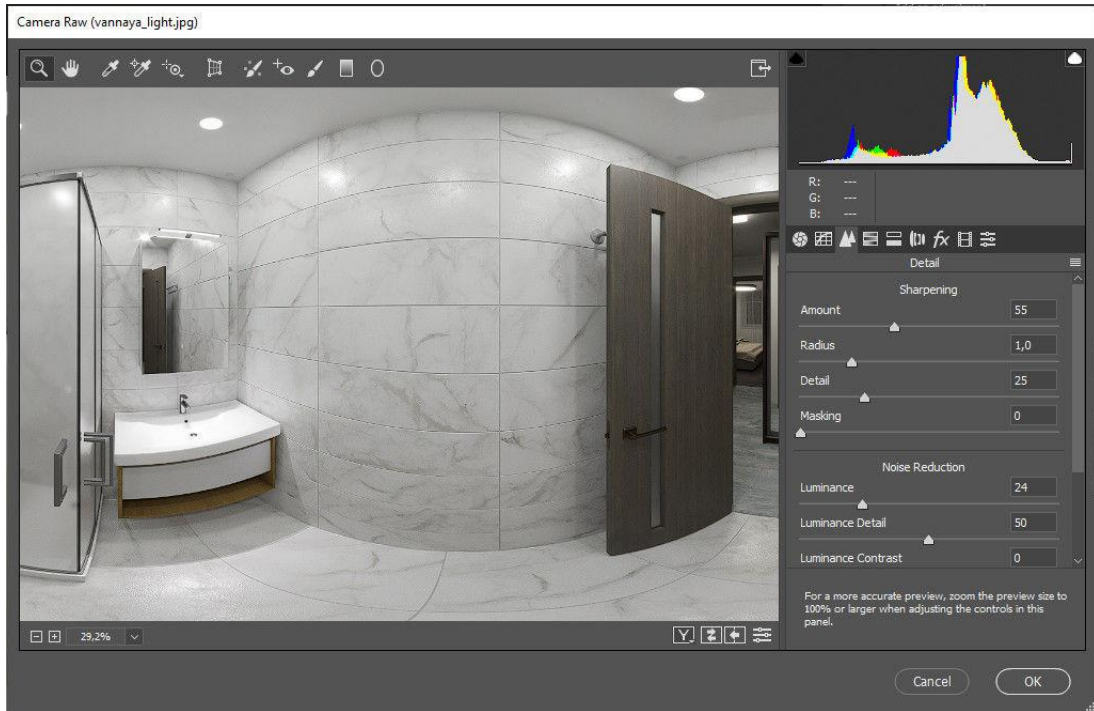


Рисунок 4.25 – Постобробка зображення в Photoshop

3.1.6 Створення web-додатку для перегляду візуалізації

Після отримання зображень візуалізації реалізовано їх відображення в браузері. Для цього використано бібліотеку Three.js. У файлі HTML, мовою JavaScript створено об'єкт SphereGeometry, на який накладаються панорамні зображення. В центрі сфери розташована PerspectiveCamera по розміру вікна браузера. Далі створено функції повороту камери та анімації [22].

Можливість зміни типу освітлення реалізована за допомогою RadioButton. При зміні значення кнопки, функція disp() змінює назву зображення, яке накладається на сферу.

Також створено карту приміщення з зображеннями кімнат. При натисканні на них здійснюється зміна відображуваної кімнати. Реалізовано перехід в повноекранний режим в функції openFull() натиснувши на відповідну кнопку.

Додаток завантажено на хостинг для можливості доступу до нього в мережі інтернет. Лістинг програмного коду наведено в додатку Д.

3.2 Використання візуалізації інтер'єру приватного приміщення

При завантаженні web-додатка відображається початкове зображення кімнати з природнім освітленням (рис. 4.26). Використовуючи комп'ютерну мишу можна повертати камеру для перегляду інтер'єру.

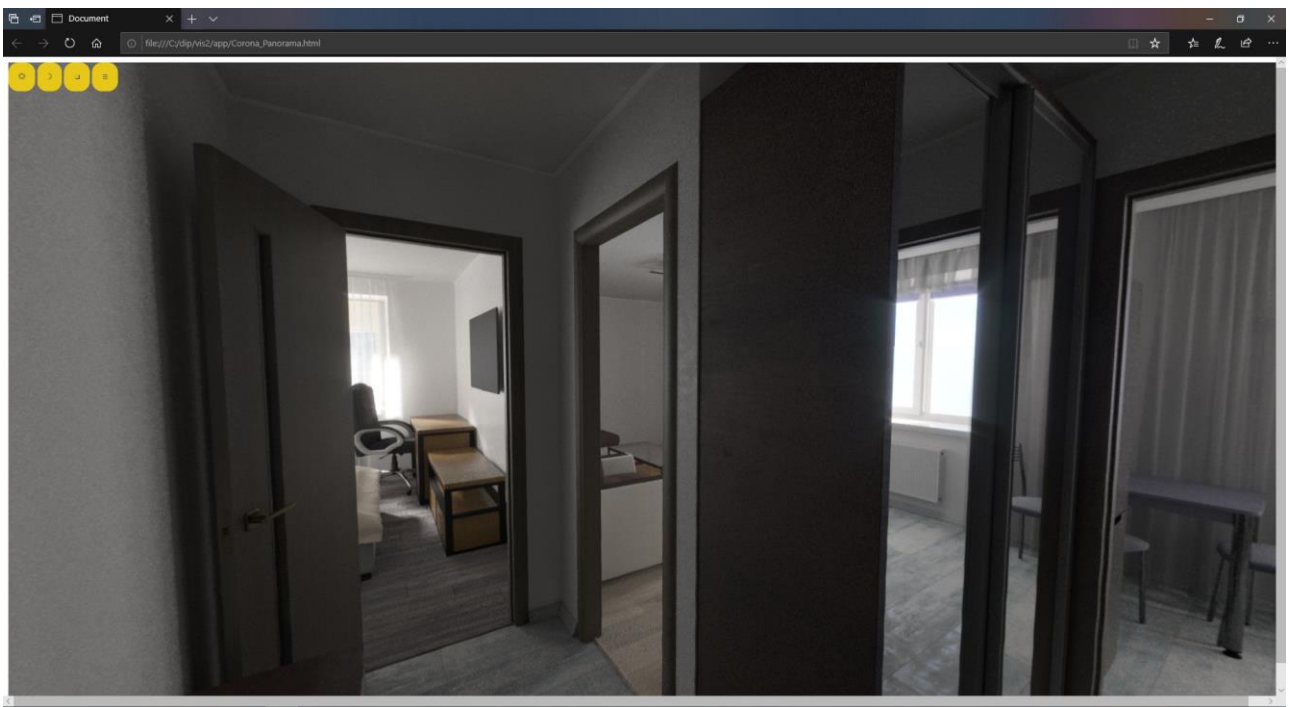


Рисунок 4.26 – Відображення кімнати з природнім освітленням

На рисунку 4.27 зображено меню взаємодії, яке має кнопки переключення типу освітлення на природнє або штучне, переходу в повноекранний режим відображення та карти приміщення відповідно.

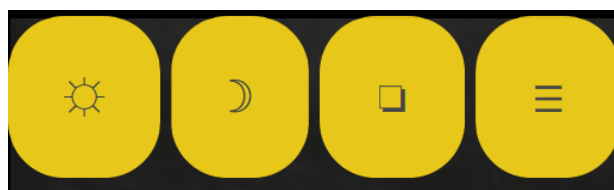


Рисунок 4.27 – Меню взаємодії

Переключення типу освітлення можливе при натисканні відповідної кнопки в меню (рис. 4.28).

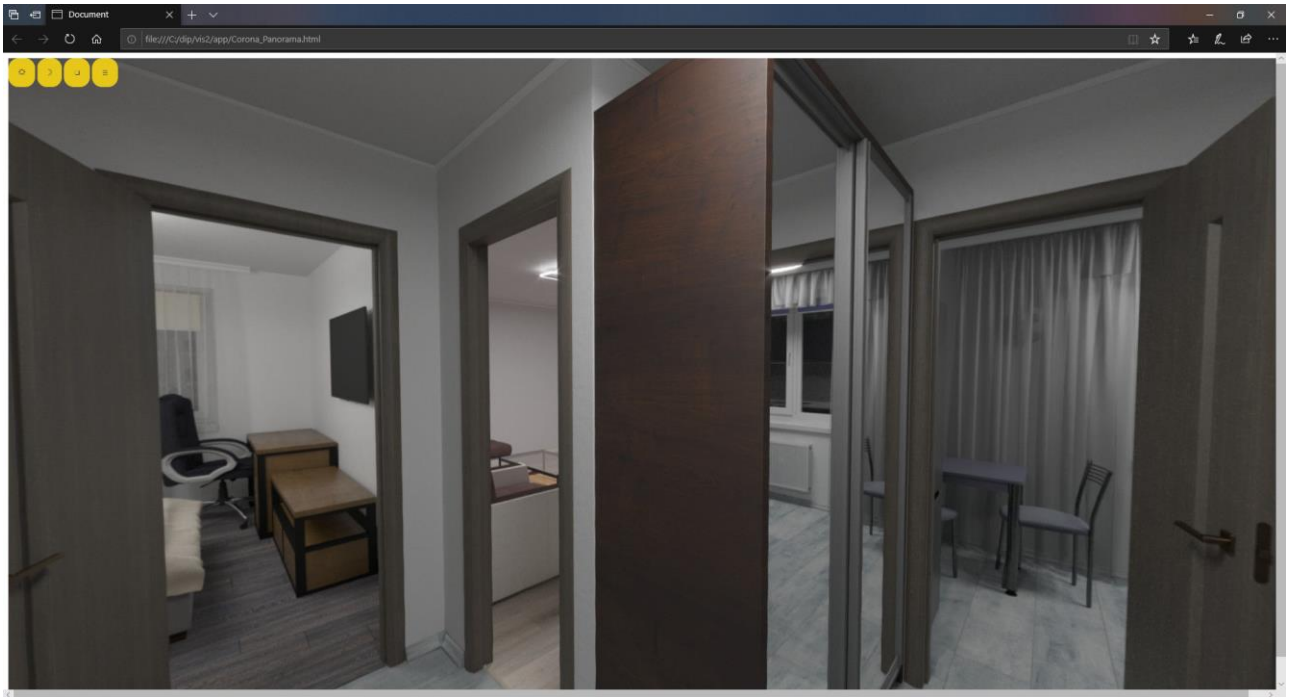


Рисунок 4.28 – Відображення кімнати з штучним освітленням

Переміщення між кімнатами здійснюється за допомогою карти приміщення, на якій розташовані маркери. Їх положення відповідає положенню камери в сцені. На рисунку 4.29 показано відображення карти приміщення після натисканні відповідної кнопки в меню.

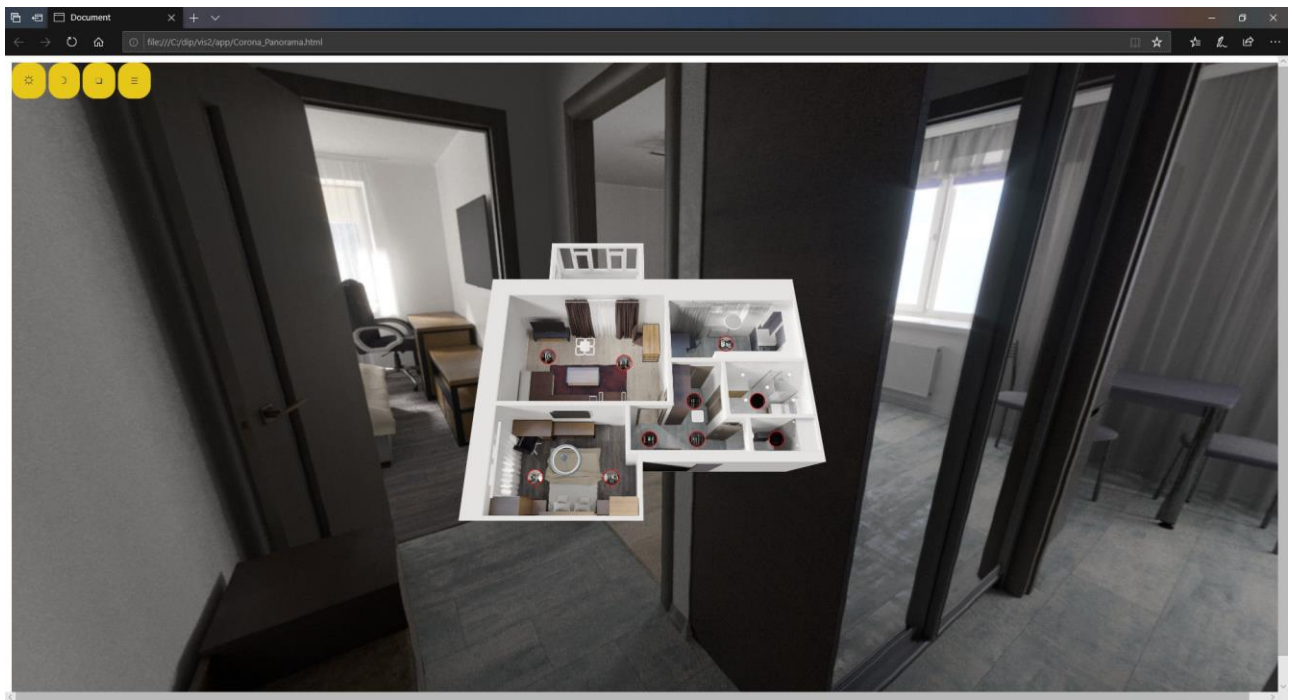


Рисунок 4.29 – Карта приміщення

При натисканні на маркер здійснюється зміна зображення кімнати з врахуванням обраного раніше типу освітлення (рис. 4.30). Також при переході в іншу кімнату карта приміщення закривається.

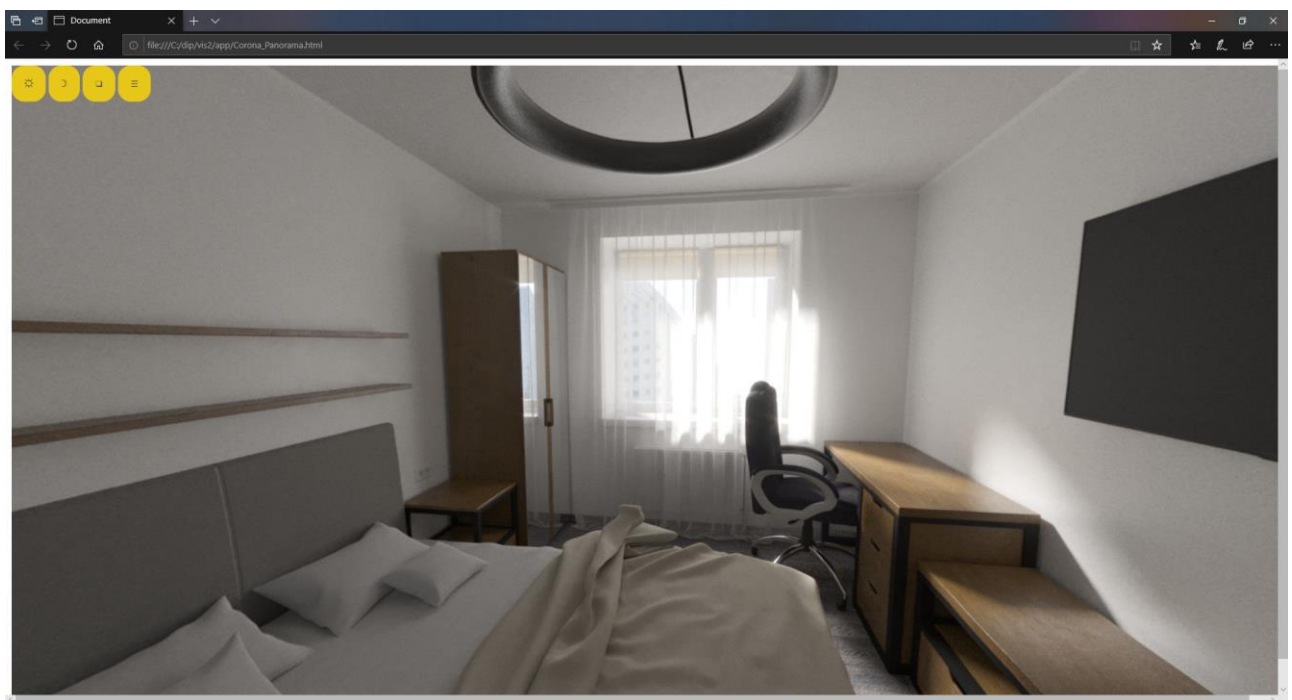


Рисунок 4.30 – Зміна кімнати

При повноекранному режимі перегляду інтерфейс браузера зникає (рис. 4.31).



Рисунок 4.31 – Повноекранний режим перегляду.

ВИСНОВКИ

При виконанні проекту проведено аналіз предметної області та визначено актуальність дипломного проекту. Здійснено аналіз програмних продуктів для створення дизайну інтер'єру та перегляду панорамних зображень, виявлені їх переваги і недоліки. Обрано методи і засоби реалізації проекту.

Метою проекту було створення візуалізації інтер'єру приватного приміщення. Даний проект надасть замовнику змогу оцінити внутрішнє планування та дизайн кімнат перед проведенням ремонтних робіт.

Проведено структурно-функціональне моделювання процесу візуалізації. Виконано декомпозицію етапів розробки візуалізації інтер'єру приватного приміщення. Побудовано діаграму варіантів використання, яка демонструє відношення між прецедентами та акторами в системі.

Створено технічне завдання, в якому наведені вимоги до об'єкту візуалізації і призначення проекту.

Проведено планування робіт, в якому створено календарний план проекту, планування структури робіт і проведена оцінка ризиків.

Створено тривимірну модель приміщення та елементів інтер'єру використовуючи програмне забезпечення Autodesk 3ds Max. Налаштовано освітлення та матеріали сцени. Проведено візуалізацію інтер'єру приміщення за допомогою Corona Renderer.

Створено web-додаток для перегляду візуалізації у режимі панорами 360. Реалізована функція зміни типу освітлення в обраній кімнаті. Створено карту приміщення для здійснення переходу між кімнатами і можливість повноекранного перегляду.

Роботу оприлюднено на конференції ІМА 2020 [23]. Проект має практичну значимість, використовується замовником для власних практичних потреб, це підтверджується наявністю довідки про впровадження, яка наведена у додатку В.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Разновидности и области применения 3d-технологии моделирования и визуализации: веб-сайт. URL: <https://evreye.com/blog/3d360-virtualnyij-tur-i-video-prezentacziya/raznovidnosti-i-oblasti-primeneniya-3d-texnologii-modelirovaniya-i-vizualizaczii> (дата звернення: 29.03.2020).
2. What is 3D Modeling & What's It Used For? : веб-сайт. URL: <https://conceptartempire.com/what-is-3d-modeling/> (дата звернення: 29.03.2020).
3. HomeByMe: веб-сайт. URL: <https://home.by.me/en/> (дата звернення: 30.03.2020).
4. Planner5d: веб-сайт. URL: <https://planner5d.com/ru/> (дата звернення: 30.03.2020).
5. TrueVirtualTours – Виртуальные 3D туры: веб-сайт. URL: <https://truevirtualtours.com/ru> (дата звернення: 30.03.2020).
6. Kuula – 360 Virtual Tours : веб-сайт. URL: <https://kuula.co/> (дата звернення: 30.03.2020).
7. Меженин А.В. Технологии разработки 3D-моделей: навчальний посібник. Санкт-Петербург : Університет ІТМО, 2018. 100с. URL: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2287.pdf> (дата звернення: 30.03.2020).
8. Обзор 3Ds Max: что он умеет и для чего его лучше использовать : веб-сайт. URL: <https://3ddevice.com.ua/blog/3d-printer-obzor/obzor-3ds-max/> (дата звернення: 30.03.2020).
9. Features. *Corona Renderer*: веб-сайт. URL: <https://corona-renderer.com/features> (дата звернення: 30.03.2020).
10. Основы WebGL : веб-сайт. URL: <https://webglfundamentals.org/webgl/lessons/ru/> (дата звернення: 30.03.2020).
11. Постановка SMART цели. Примеры смарт целей и задач : веб-сайт. URL: <https://goal-life.com/page/goals/postanovka-celey-po-metodu-smart> (дата звернення: 05.04.2020).

12. Project Management Institute. A guide to the project management body of knowledge. / Project Management Institute, Inc. Pennsylvania, USA. 2018. С. 37–55.
13. Методологія IDEF0. *Учебная и научная деятельность Анисимова Владимира Викторовича* : веб-сайт. URL: https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/pris/lecture/tema6/tema6_2#p66 (дата звернення: 05.04.2020)
14. Основы UML – диаграммы использования (use-case) *Блог программиста* : веб-сайт. URL: <https://pro-prof.com/archives/2594> (дата звернення: 06.04.2020).
15. Cloth Modifier. *AUTODESK KNOWLEDGE NETWORK* : веб-сайт. URL: <https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/3DSMax/files/GUID-1663898B-7C53-4123-9D54-7B7EE843FB92-htm.html> (дата звернення: 15.04.2020).
16. Моделирование офисного стула : веб-сайт. URL: http://www.3dmir.ru/s_tutor/tutor/331.html (дата звернення: 17.04.2020).
17. FloorGenerator. *CG-Source* : веб-сайт. URL: <https://cg-source.com/FloorGenerator> (дата звернення: 20.04.2020).
18. Освещение в Corona Renderer 3ds Max : веб-сайт. URL: <https://autocad-specialist.ru/uroki-3ds-max/osveshchenie-v-corona-renderer-3ds-max.html> (дата звернення: 01.05.2020).
19. Krono Original : веб-сайт. URL: <http://flooringstudio.esignserver2.com/gallery.do> (дата звернення: 26.04.2020).
20. MultiTexture. *CG-Source* : веб-сайт. URL: <https://cg-source.com/MultiTexture> (дата звернення: 26.04.2020).
21. How to render VR content in Corona Renderer? *Corona Renderer Helpdesk* : веб-сайт. URL: <https://coronarenderer.freshdesk.com/support/solutions/articles/12000004983-how-to-render-vr-content-in-corona-renderer-> (дата звернення: 03.05.2020).

22. Creating a scene. *three.js docs* : веб-сайт. URL: <https://threejs.org/docs/index.html#manual/en/introduction/Creating-a-scene> (дата звернення: 04.05.2020).

23. Ткаченко М.М. Візуалізація інтер'єру приватного приміщення. / Ткаченко М.М., Чибіряк Я.І. // Інформатика, математика, автоматика : матеріали та програма науково-технічної конференції, м. Суми, 2020 р. – Суми : СумДУ, 2020. С. 184.

Додаток А. Технічне завдання

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на розробку проекту «Візуалізація інтер'єру приватного приміщення»

1 Призначення і мета візуалізації інтер'єру приміщення

1.1 Призначення візуалізації інтер'єру приміщення

Програмна візуалізація приміщення повинна у режимі панорами 360 відображати зовнішній вигляд кімнат з об'єктами інтер'єру згідно з наданими кресленнями і схемами замовника.

1.2 Мета візуалізації інтер'єру приміщення

Забезпечення перегляду замовником інтер'єру приміщення з метою оцінювання внутрішнього планування та дизайну кімнат перед проведенням ремонтних робіт.

1.3 Цільова аудиторія

У цільовій аудиторії об'єкту візуалізації можна виділити наступні групи:

1. Замовник.
2. Розробник.

2 Вимоги до моделі приміщення

2.1 Загальні вимоги до моделі

2.1.1 Вимоги до функціонування моделі

Результат роботи повинен бути представлений у вигляді web-додатку, доступного у мережі Інтернет за посиланням.

2.1.2 Вимоги до обслуговування моделі

Внесення будь-яких змін до планування приміщення, об'єктів сцени, елементів дизайну здійснює розробник.

2.1.3 Структура web-додатку

На рисунку А.1 зображено макет web-додатку та типові елементи навігації. З основного меню можна обрати тип освітлення та карту приміщення.

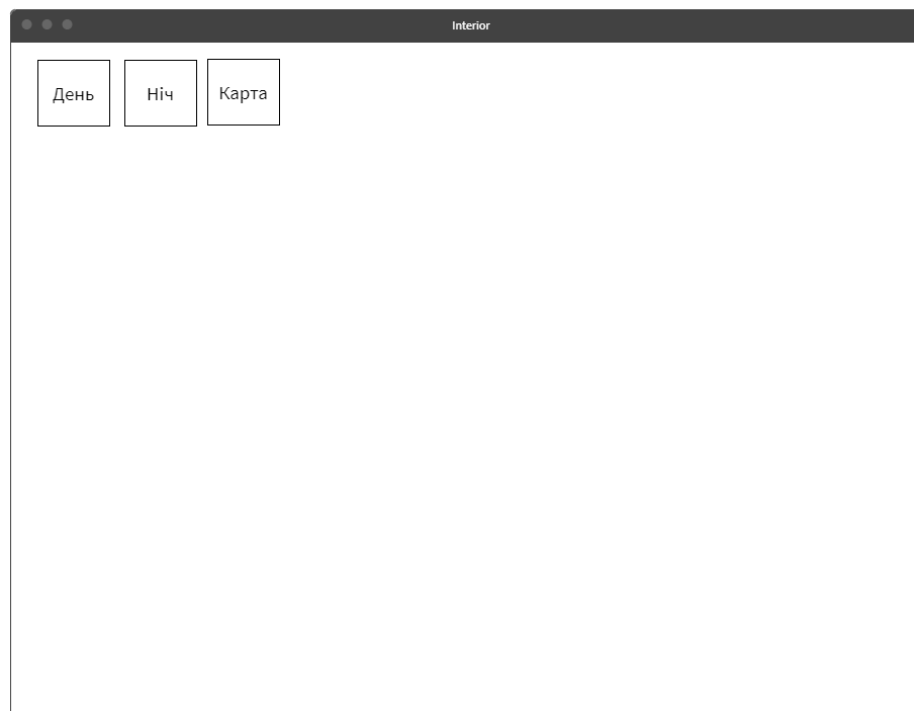


Рисунок А.1 – Макет web-додатку з елементами навігації

На рисунку А.2 показано відображення карти приміщення з маркерами кімнат.

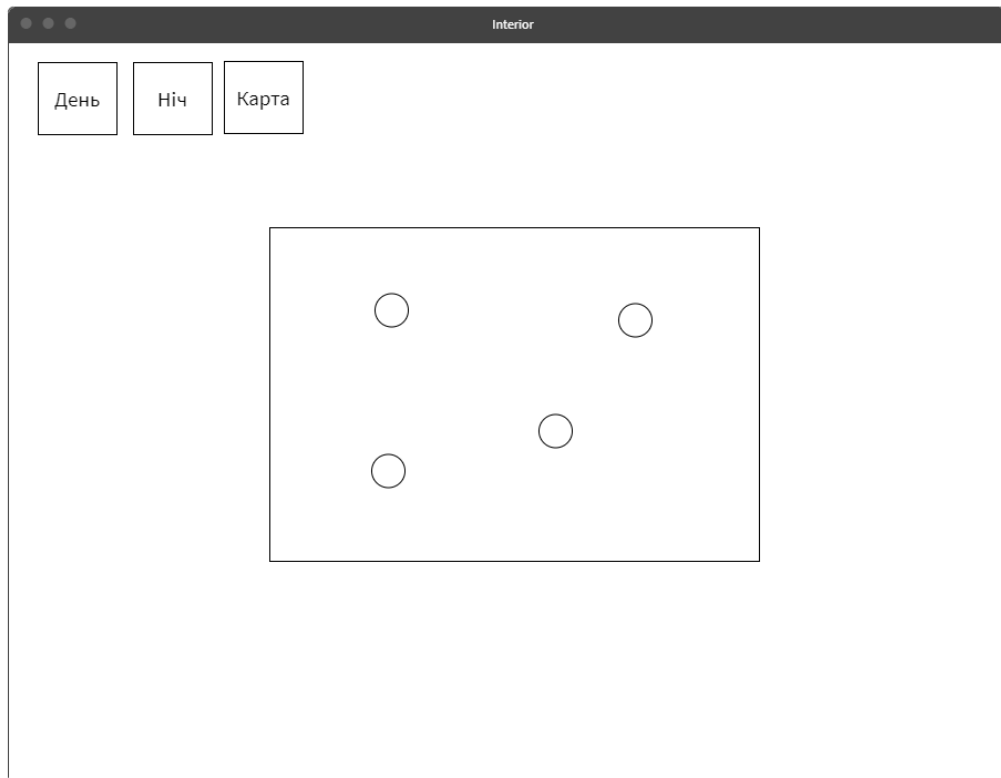


Рисунок А.2 – Карта приміщення

2.2 Вимоги до візуалізації інтер'єру приміщення

2.2.1 Вимоги до 3d сцени

Розміри, текстури, колір та матеріали об'єктів мають бути максимально наближеними до реальності. 3d модель квартири повинна відповідати розмірам, як на рисунку А.3.

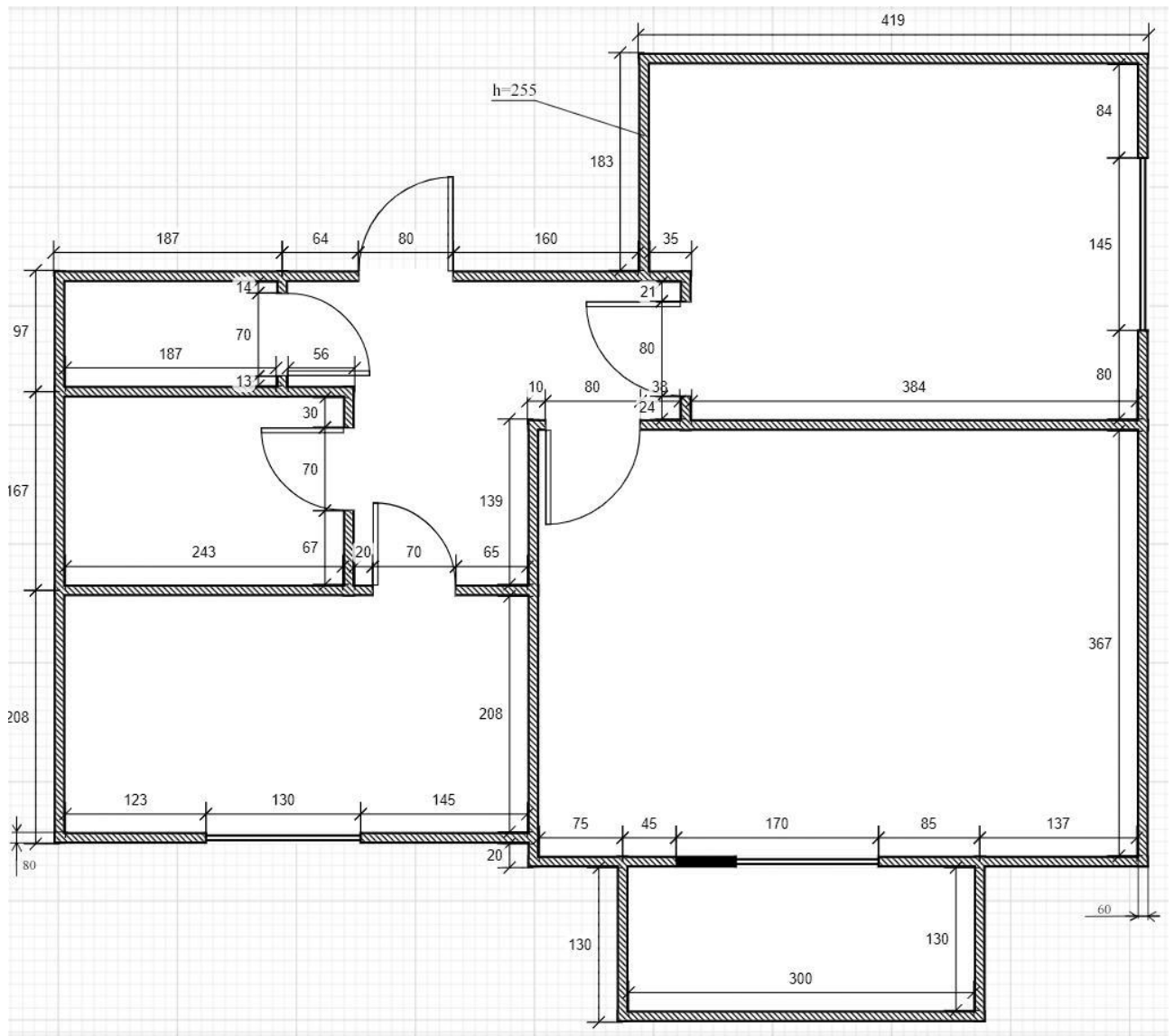


Рисунок А.3 – План квартири

2.2.2 Вимоги до інтер'єру кімнат

На рисунку А.4 представлені вимоги до матеріалів та текстури підлоги, стелі і стін.

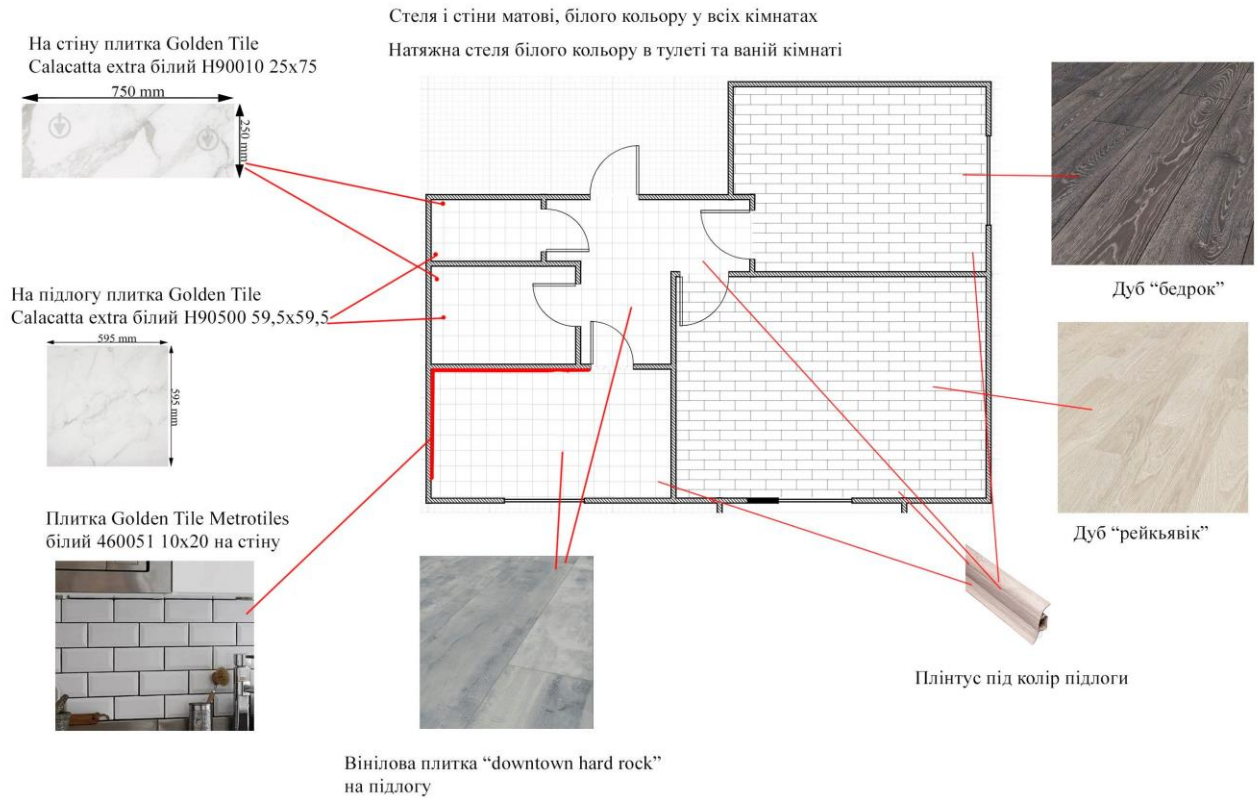


Рисунок А.4 – Матеріали та текстури для підлоги, стелі і стін.

На рисунку А.5 представлені вимоги до моделей загальних об'єктів інтер'єру.

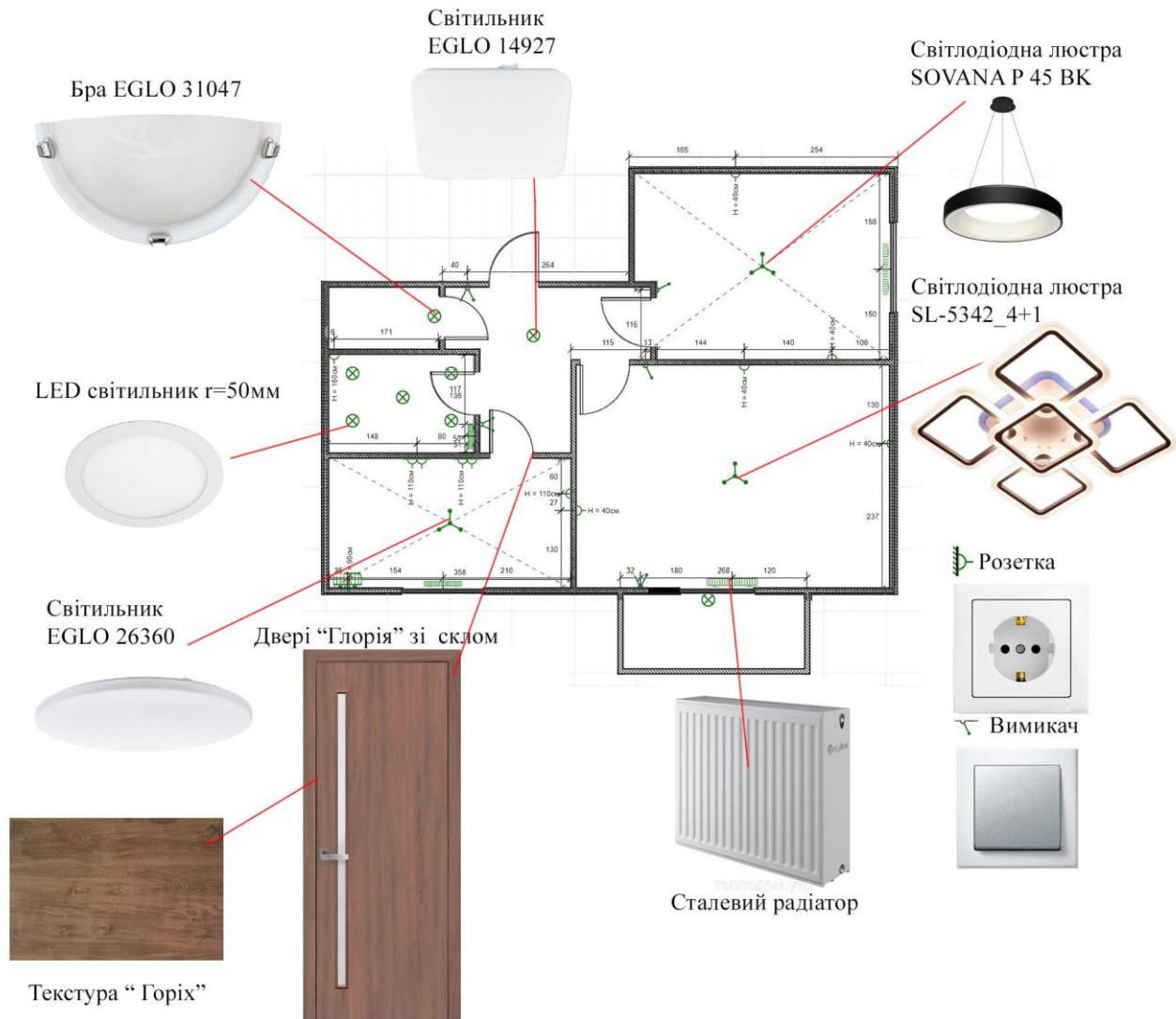


Рисунок А.5 – Загальні об'єкти інтер'єру

На рисунку А.6 представлені вимоги до моделей інтер'єру, що знаходяться у передпокою та їх розташування.

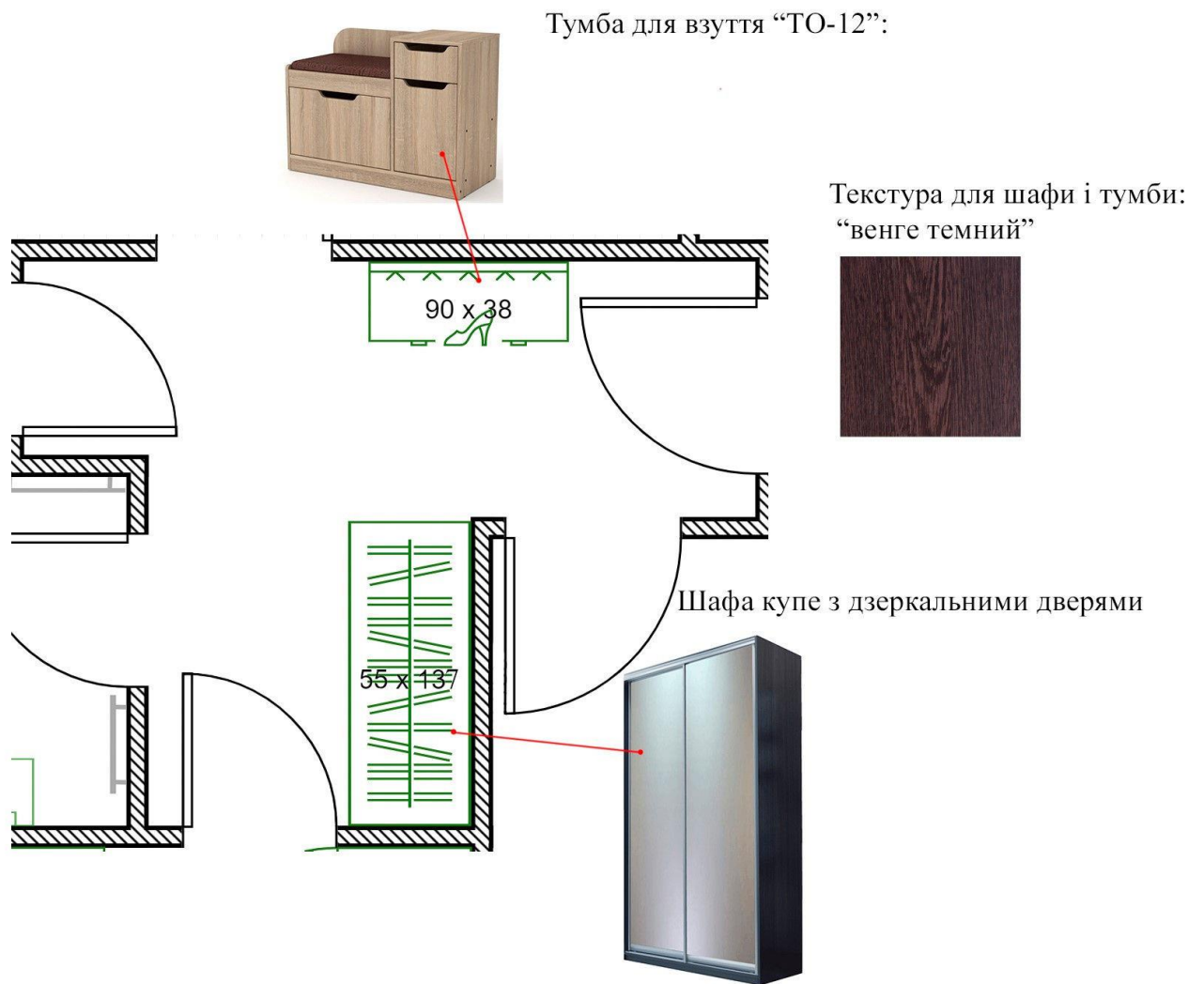


Рисунок А.6 – Об’єкти інтер’єру передпокою

На рисунку А.7 представлені вимоги елементів інтер’єру спальної кімнати та їх розташування.

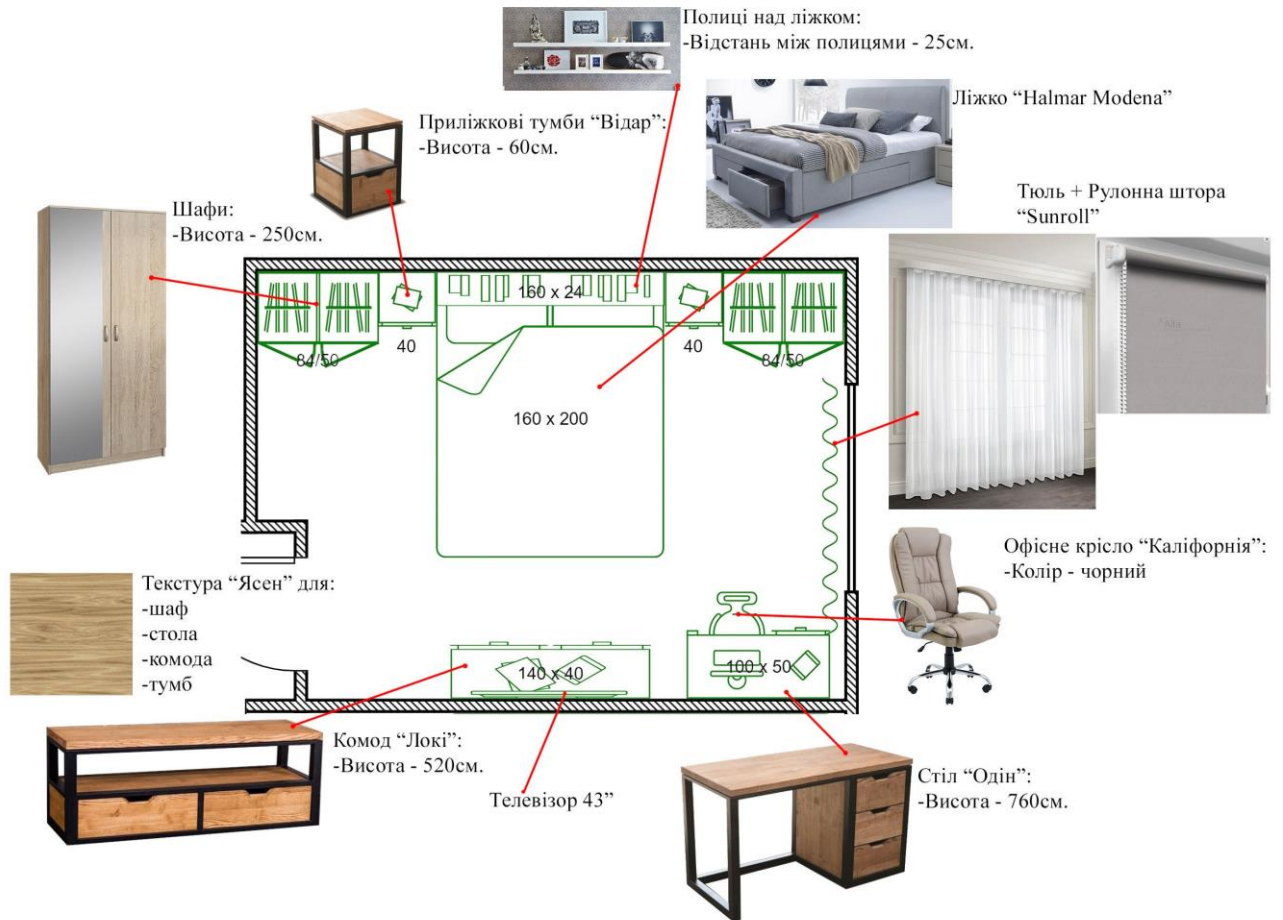


Рисунок А.7 – Об'єкти інтер'єру спальної кімнати

На рисунку А.8 представлені вимоги до елементів інтер'єру вітальні та їх розташування.

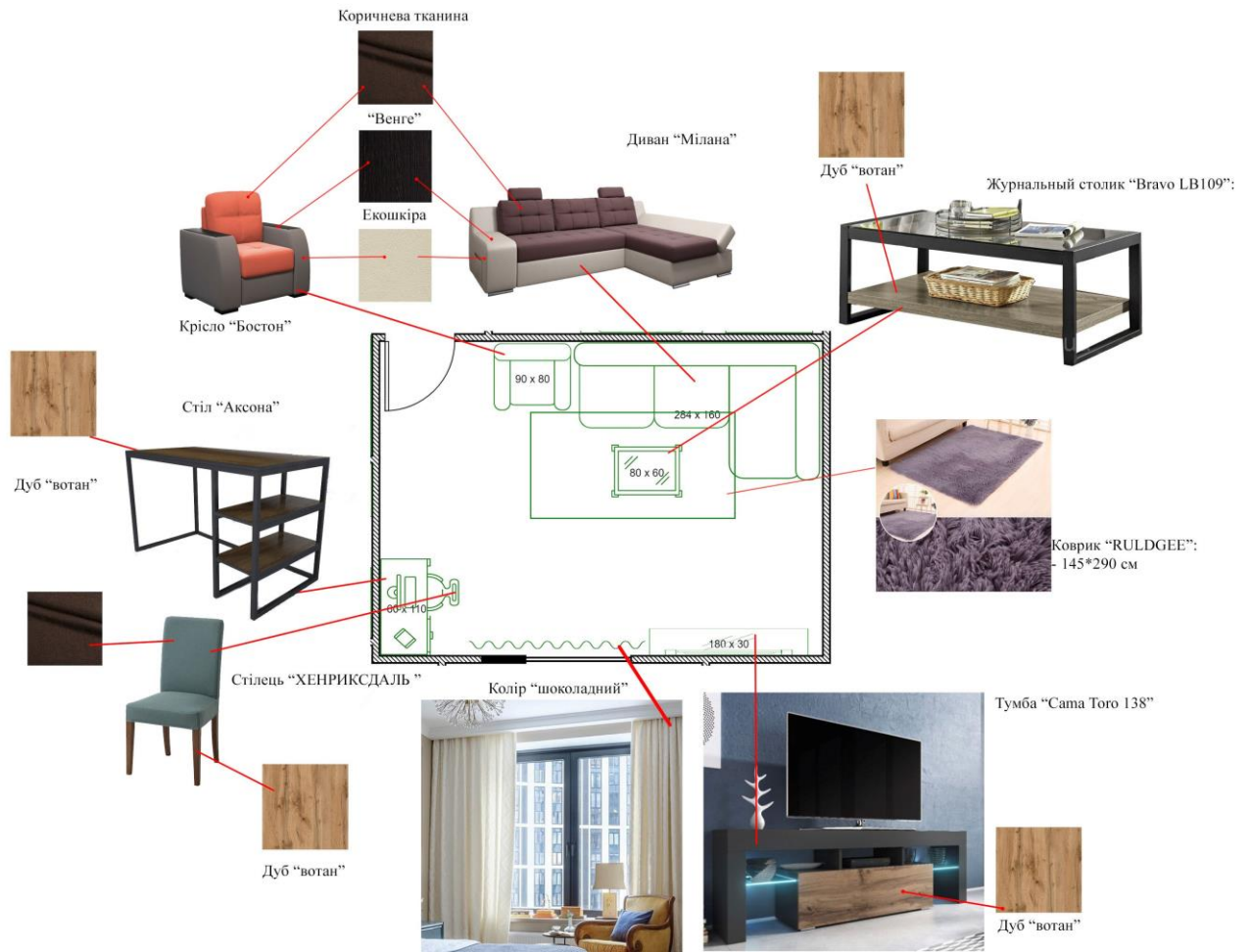


Рисунок А.8 – Об'єкти інтер'єру вітальні

На рисунку А.9 представлені вимоги до інтер'єру кухні.

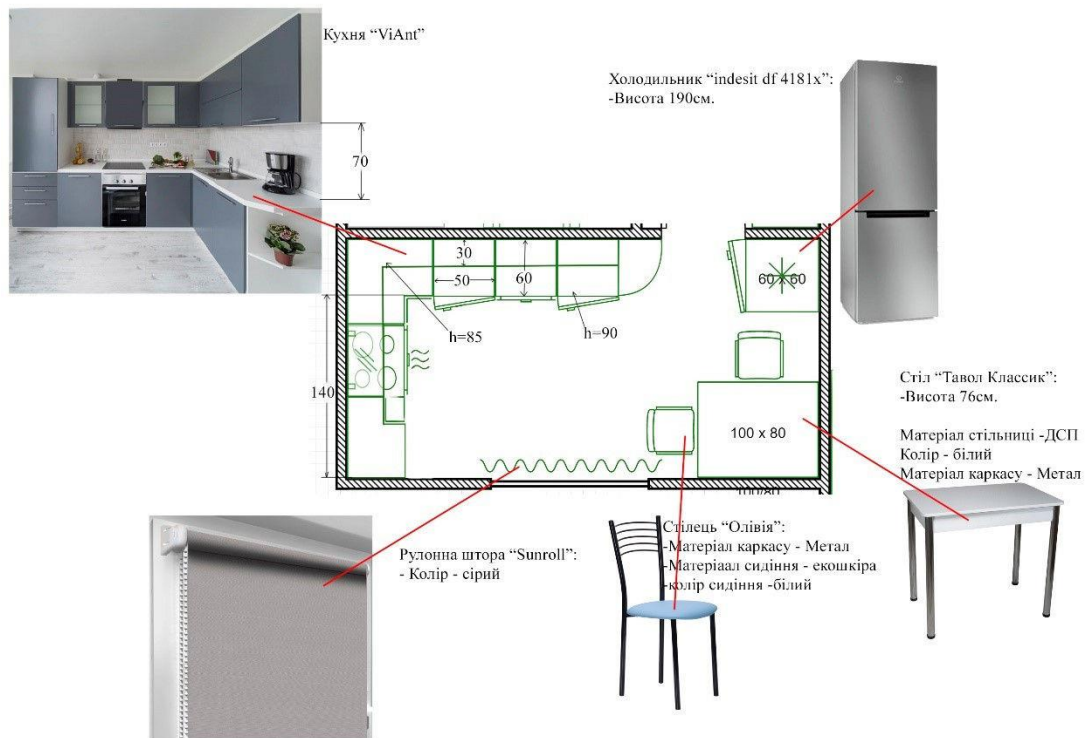


Рисунок А.9 – Елементи інтер'єру кухні

На рисунку А.10 представлені вимоги до елементі ванної кімнати і туалету та їх розташування.

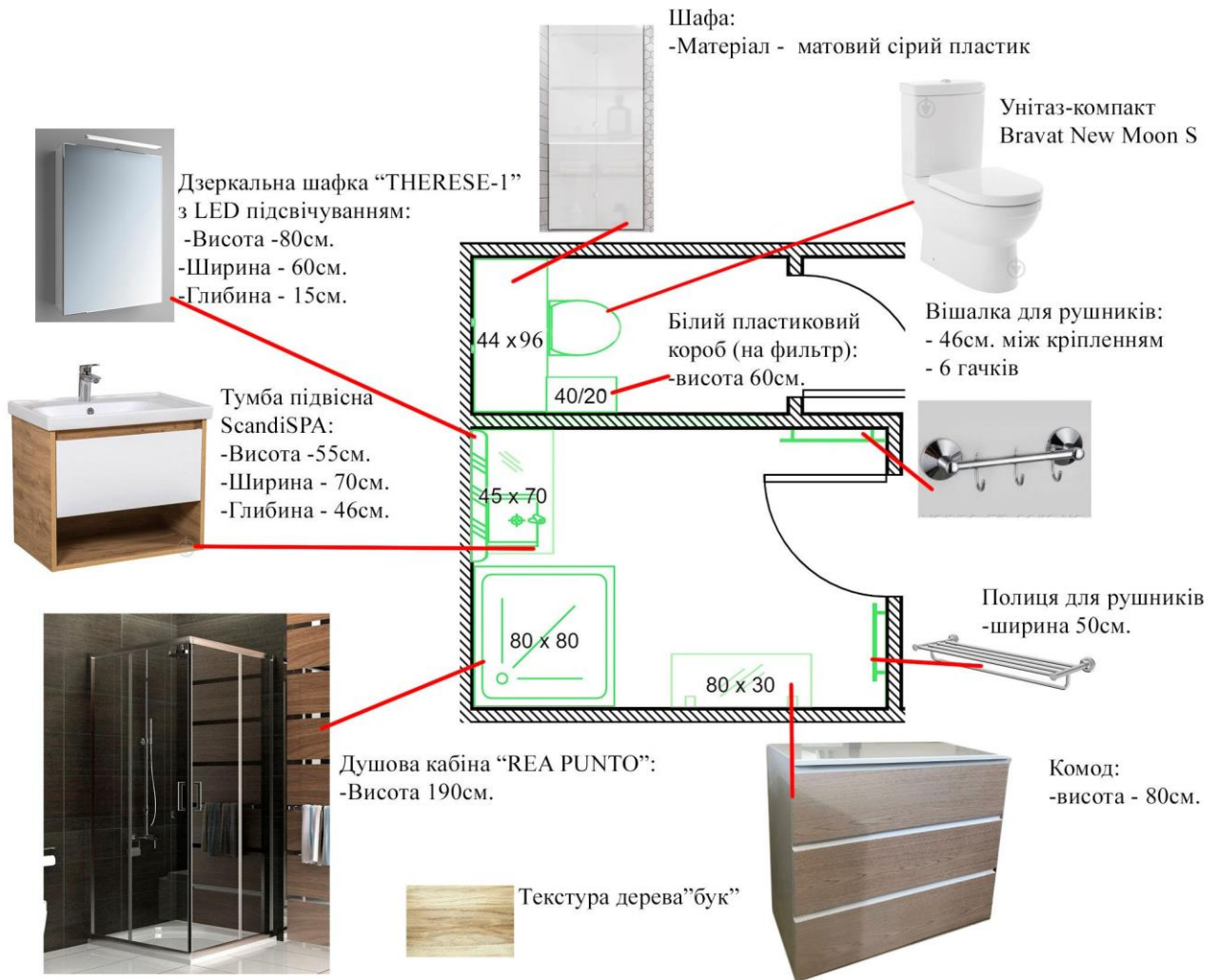


Рисунок А.10 – Елементи інтер'єру ванної кімнати і туалету

2.2.3 Вимоги до результату роботи

Результатом роботи повинна бути візуалізація інтер'єру приватного приміщення, перегляд якої можливий за допомогою web-додатка, з реалізованою навігацією по кімнатах і можливістю їх перегляду у режимі панорами 360.

2.3 Вимоги до видів забезпечення

2.3.1 Вимоги до програмних інструментів створення моделей інтер'єру

Для створення моделей інтер'єру використовується Autodesk 3ds Max. Для налаштування матеріалів та світла – пакет візуалізації Corona Renderer.

2.3.2 Вимоги до програмних інструментів створення web-додатка

Розмітка і дизайн web-додатку створено за допомогою мов розмітки і стилів HTML5 і CSS3. Для реалізації відображення зображення та навігації по приміщенню використовувались мова програмування Javascript та API для 3D графіки WebGL 2.0.

2.3.3 Вимоги до програмного забезпечення перегляду моделі приміщення

Web-додаток можливий до перегляду за допомогою web-браузера з підтримкою javascript.

2.3.4 Вимоги до апаратного забезпечення

Апаратне забезпечення для створення та візуалізації 3d моделей повинно задовольняти наступним системним вимогам:

- Операційна система Windows 7 і вище;
- Процесор 64-bit;
- Оперативна пам'ять 4 GB і більше;
- Пам'ять на диску 6 GB і більше.

3 Склад і зміст робіт зі створення візуалізації

Докладний опис етапів роботи описано в табл. А.1.

Таблиця А.1 – Етапи створення візуалізації

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки, днів
1	Моделювання каркасу квартири за планом	1
2	Моделювання елементів інтер'єру	20
3	Налаштування матеріалів та текстур	5
4	Створення і налаштування освітлення	2
5	Рендеринг сцени	2
6	Створення web-додатку для перегляду результатів візуалізації	2
	Загальна тривалість робіт і строк закінчення проекту	32

Додаток Б. Планування робіт

Деталізація мети методом SMART. Продуктом дипломного проекту є web-додаток, який дозволяє переглядати візуалізовану 3D-модель інтер'єру приватного приміщення. Результати деталізації методом SMART розміщені у табл. Б.1.

Таблиця Б.1 – Деталізація мети методом SMART

Specific (конкретна)	Створити тривимірну модель приміщення за вимогами до планування інтер'єру. Створити web-додаток, для демонстрації результатів візуалізації.
Measurable (вимірювана)	Результатом роботи проекту є оцінка замовника.
Achievable (досяжна)	Розробка тривимірних моделей здійснюється за допомогою програмного забезпечення Autodesk 3ds Max. Налаштування матеріалів і освітлення сцени виконується пакетом візуалізації Corona Renderer. Для створення web-додатка використовуються мови програмування PHP, JavaScript.
Relevant (реалістична)	У наявності є всі необхідні технічні та програмні засоби. Розробники достатньо кваліфіковані для виконання поставлених задач.
Time-framed (обмежена у часі)	Проект обмежений у часі, який було встановлено замовником. Проект повинен бути виконаний згідно з календарним планом.

Планування змісту структури робіт. Для планування задач проекту створюються WBS діаграми – це процес розподілу робіт, які виконуються на кожному етапі проекту, на підзадачі. Вона має ієрархічну структуру з детально описаними задачами, які необхідно виконати для досягнення мети проекту. Діаграма WBS зображена на рисунку Б.1.

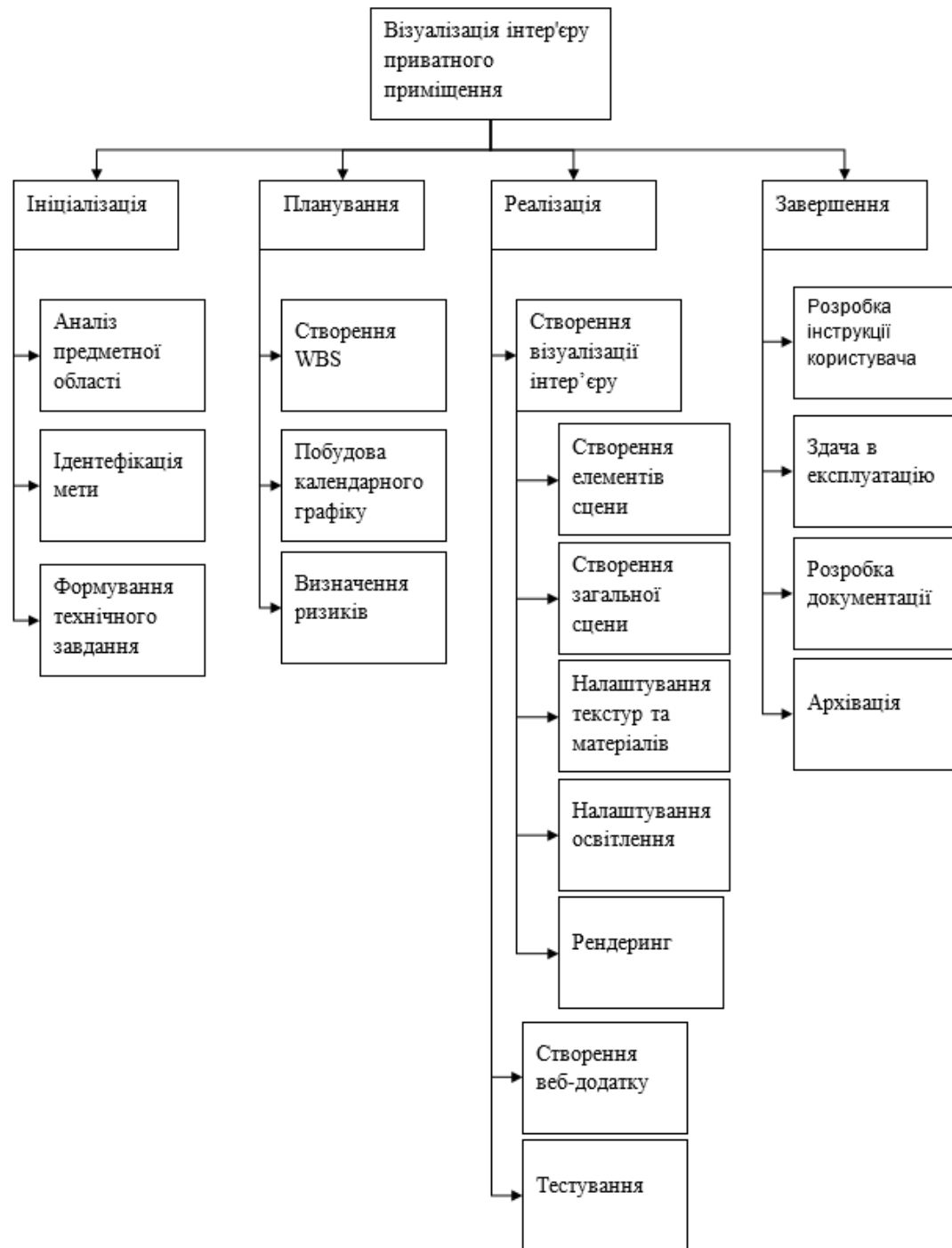


Рисунок Б.1 – WBS структура робіт проекту

Планування структури організації, для впровадження готового проекту (OBS). OBS – це організаційна структура, яка графічно відображає виконавців проекту. OBS діаграма зображена на рисунку Б.2. Список виконавців, що функціонують в проекті знаходиться в табл. Б.2.

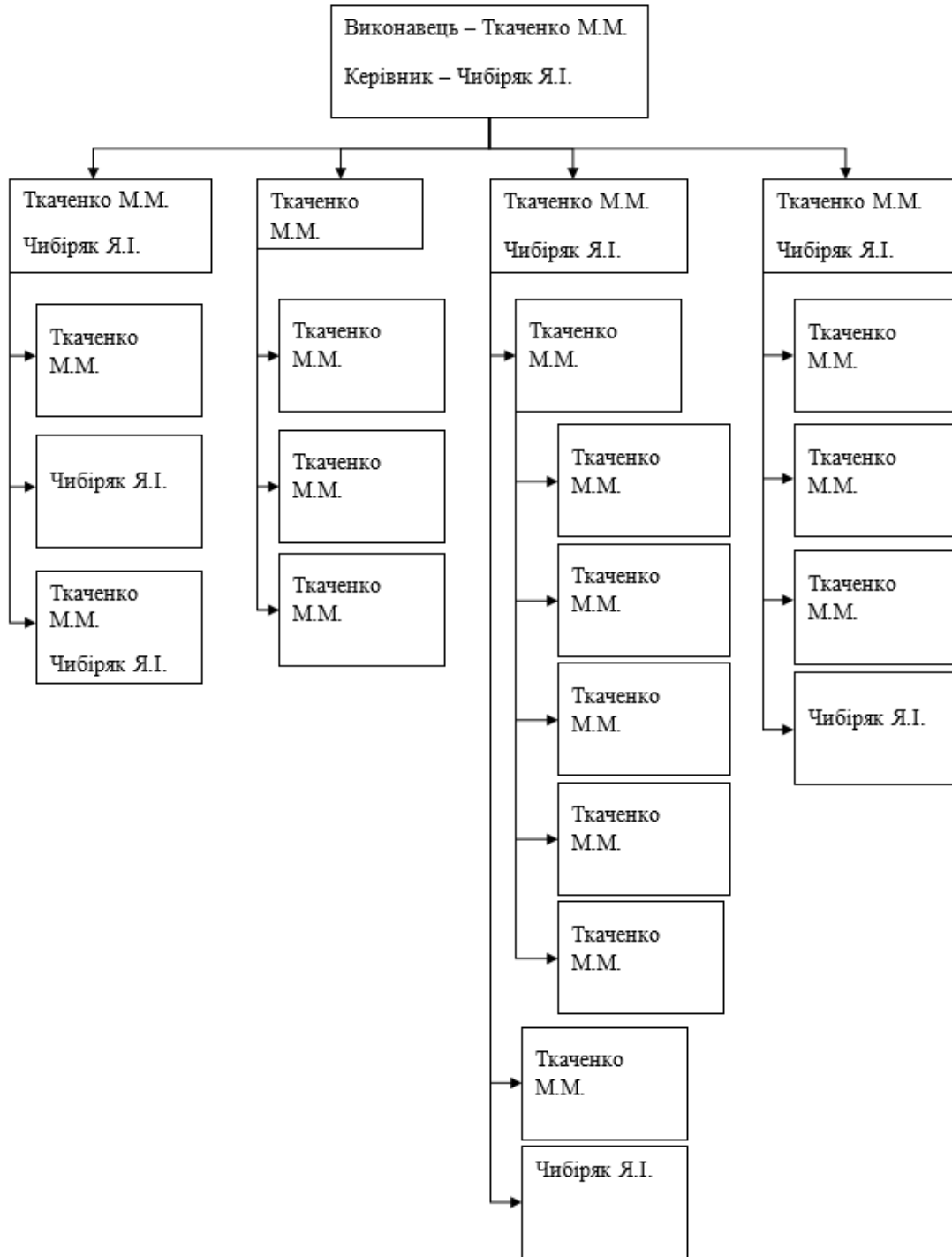


Рисунок Б.2 – Організаційна структура проекту (OBS)

Таблиця Б.2 – Виконавці проекту

Роль	Ім'я	Проектна роль
Розробник	Ткаченко М.М.	Створює 3D моделі та інші елементи тривимірної сцени. Розробляє web-додаток.
Менеджер проекту	Ткаченко М.М.	Відповідає за виконання термінів, розподіл ресурсів та завдань між учасниками.
Тестувальник	Чибіряк Я.І.	Відповідає за тестування функціонування web-додатка.
Керівник проекту	Чибіряк Я.І.	Формує завдання на розробку проекту.

Діаграма Ганта. Діаграма Ганта – це календарний план проекту, який відстежує окремі завдання проекту, ресурси та решту робіт, щоб краще зрозуміти, як проект прогресує. Діаграма Ганта і список робіт зображені на рисунках Б.3 – Б.4.

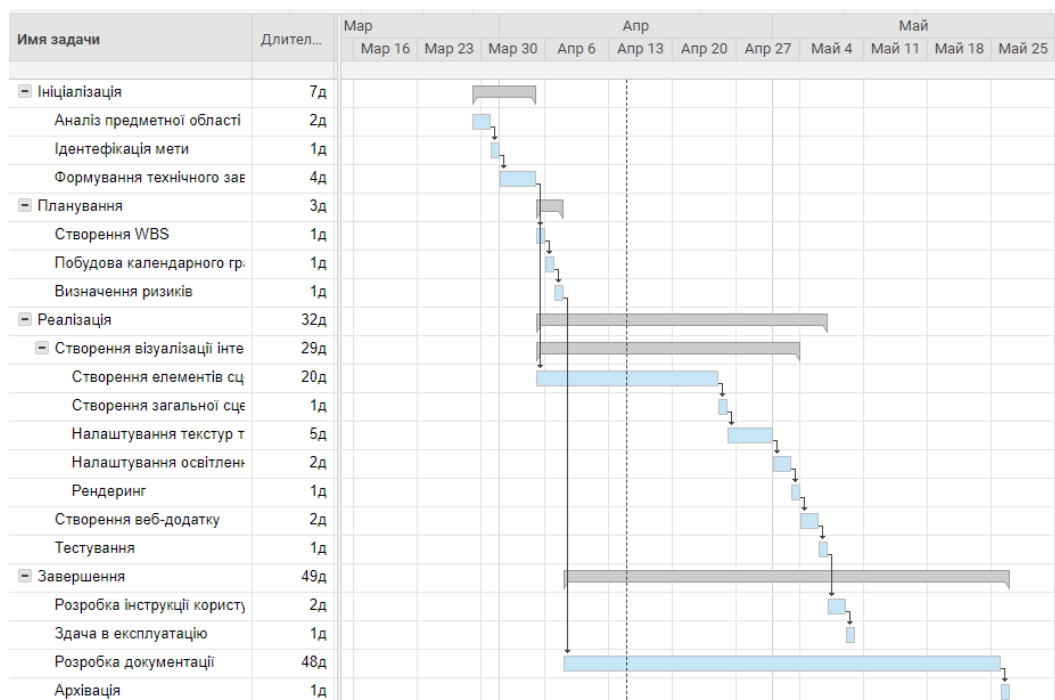


Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта

	🔊	🗨	i	Имя задачи	Длитель...	Начало	Готово	Предшеств...
1				▣ Ініціалізація	7д	29.03.20	04.04.20	
2				Аналіз предметної області	2д	29.03.20	30.03.20	
3				Ідентифікація мети	1д	31.03.20	31.03.20	2
4				Формування технічного зає	4д	01.04.20	04.04.20	3
5				▣ Планування	3д	05.04.20	07.04.20	
6				Створення WBS	1д	05.04.20	05.04.20	4
7				Побудова календарного гр	1д	06.04.20	06.04.20	6
8				Визначення ризиків	1д	07.04.20	07.04.20	7
9				▣ Реалізація	32д	05.04.20	06.05.20	
10				▣ Створення візуалізації інте	29д	05.04.20	03.05.20	
11				Створення елементів сц	20д	05.04.20	24.04.20	4
12				Створення загальної сце	1д	25.04.20	25.04.20	11
13				Налаштування текстур т	5д	26.04.20	30.04.20	12
14				Налаштування освітлен	2д	01.05.20	02.05.20	13
15				Рендеринг	1д	03.05.20	03.05.20	14
16				Створення веб-додатку	2д	04.05.20	05.05.20	15
17				Тестування	1д	06.05.20	06.05.20	16
18				▣ Завершення	49д	08.04.20	26.05.20	
19				Розробка інструкції користу	2д	07.05.20	08.05.20	17
20				Здача в експлуатацію	1д	09.05.20	09.05.20	19
21				Розробка документації	48д	08.04.20	25.05.20	8
22				Архівація	1д	26.05.20	26.05.20	21

Рисунок Б.4 – Список робіт для побудови діаграми Ганта

Аналіз ризиків. Управління ризиками орієнтоване на виявлення та оцінку ризиків для проекту та управління ними для мінімізації впливу на проект. Не існує безризикових проектів, оскільки існує багато подій, які можуть негативно впливати на проект. Управління ризиками полягає не у усуненні ризику, а у визначенні та оцінці їх впливу на проект. Оцінка ризиків за показниками описана в таблиці Б.3.

Таблиця Б.3 – Шкала ймовірності виникнення та впливу ризику

Оцінка	Ймовірність виникнення	Вплив
1	Низька	Низький
2	Середня	Середній
3	Висока	Високий

Матриця ймовірності виникнення та впливу ризиків описана в таблиці Б.4, де зелений колір – прийнятні ризики, жовтий колір – виправданні ризики, червоний колір – недопустимі ризики.

Таблиця Б.4 – Матриця ймовірності виникнення ризиків та впливу ризику

Ймовірність виникнення	3			R5
	2			R2, R3
	1		R1, R4	
		1	2	3
	Вплив ризику			

На підставі значень індексу ризиків, розроблено шкалу оцінювання ризику та план дій у разі їх виникнення (табл. Б.5).

Таблиця Б.5 – Шкала оцінювання за рівнем ризику

ID	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Рівень ризику	План дій
R1	Нечітке завдання на розробку	Низька	Середній	Виправданий	Чітко визначити всі вимоги із замовником та скласти технічне завдання.
R2	Помилки в розробці	Середня	Високий	Виправданий	Співпрацювати із замовником та здійснювати проміжний контроль результатів в ході виконання проекту.
R3	Збої в роботі програмного забезпечення	Середня	Високий	Недопустимий	Створювати резервні копії проекту в процесі розробки.

R4	Зміна вимог розробника в процесі розробки проекту	Низька	Середній	Виправданий	Переоцінка проекту після внесення змін.
R5	Неоптимальний розподіл часу	Висока	Високий	Недопустимий	Провести аналіз найважливіших етапів розробки. Чітко дотримуватись календарного плану.

Додаток В. Довідка про впровадження

42500, Україна, Сумська обл.,
сmt. Липова Долина,
вул. Полтавська 3/а,
ФОП Клець Віктор Олексійович
моб.тел. 066 257 62 08

ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

Виконана студентом групи ІТ-62 факультету електроніки та інформаційних технологій Сумського державного університету Ткаченко М.М. дипломна робота на тему «Візуалізація інтер'єру приватного приміщення» відповідає замовленню, має певну практичну значимість і планується до впровадження.



М.П.

ФОП Клець В.О.


(підпис)

Додаток Д. Лістинг програмного коду

home.html

```

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <title>Document</title>
    <link rel="stylesheet" href="style.css">
</head>
<body>
    <div id="full">

        <div class="light">
            <label for="light_off"><input type="radio" name="lightning"
id="light_off" value="prihozhaya_1.jpg">&#9788;</label>
            <label for="light_on"><input type="radio" name="lightning"
id="light_on" value="prihozhaya_1_light.jpg">&#9789;</label>
            <button onclick="openFull();">&#10063;</button>
            <button id="map_btn">&#9776;</button>
        </div>
        <div id="minimap" hidden="true">
            <div class="map">
                
                
                
                
                
                
                
                
            </div>
        </div>
    </div>

```

```

        
        
    </div>
</div>
<div id="main_container">
    <div id="container"></div>
</div>
</div>
<script src="three.min.js"></script>
<script>

    document.getElementById('map_btn').addEventListener('click', (e)=>{

        let hide = document.getElementById('minimap').hidden;
        if (hide) {
            document.getElementById('minimap').hidden = false;
        } else {
            document.getElementById('minimap').hidden = true;
        }

    });

    /*
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
        img name:

            - Without light -> example bathroom.jpg
            - with light -> example bathroom_light.jpg

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
        */

        //                fullscreen                block
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

    var elem = document.getElementById("full");

```

```

let fullscreen = false;

function openFull(){
    if(!fullscreen){
        fullscreen = true;
        openFullscreen();
    }
    else{
        fullscreen = false;
        closeFullscreen();
    }
}

function openFullscreen() {
    if (elem.requestFullscreen) {
        elem.requestFullscreen();
    } else if (elem.mozRequestFullScreen) { // Firefox
        elem.mozRequestFullScreen();
    } else if (elem.webkitRequestFullscreen) { // Chrome, Safari and
Opera
        elem.webkitRequestFullscreen();
    } else if (elem.msRequestFullscreen) { // IE/Edge
        elem.msRequestFullscreen();
    }
}

function closeFullscreen() {
    if (document.exitFullscreen) {
        document.exitFullscreen();
    } else if (document.mozCancelFullScreen) { // Firefox /
and Opera /
        document.mozCancelFullScreen();
    } else if (document.webkitExitFullscreen) { // Chrome, Safari
        document.webkitExitFullscreen();
    } else if (document.msExitFullscreen) { // IE/Edge
        document.msExitFullscreen();
    }
}

```

```

//                display                render                block
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

var displayImg = 'prihozhaya_1.jpg';
document.querySelector('#light_off').checked = true;

console.log('dispimg',displayImg);

reDraw(displayImg);

function disp(obj) {
    displayImg = obj.getAttribute('src');
    document.querySelector('#container').innerHTML = '';
    document.querySelector('#light_off').value = displayImg;

    document.querySelector('#light_on').value =
displayImg.replace('.jpg', '').concat('_light.jpg');
    if (document.querySelector('#light_off').checked) {
        document.querySelector('#light_off').checked = true;
        displayImg = document.querySelector('#light_off').value;
        document.getElementById('minimap').hidden = true;
    } else {
        document.querySelector('#light_on').checked = true;
        displayImg = document.querySelector('#light_on').value;
        document.getElementById('minimap').hidden = true;
    }

    reDraw(displayImg);
    console.log('dispimg',displayImg);
}

document.querySelector('#light_off').addEventListener('click',
function(){
    displayImg = document.querySelector('#light_off').value;
    document.querySelector('#container').innerHTML = '';
    reDraw(displayImg);
    console.log('dispimg',displayImg);
});

document.querySelector('#light_on').addEventListener('click',
function(){

```

```

displayImg = document.querySelector('#light_on').value;
document.querySelector('#container').innerHTML = '';
reDraw(displayImg);
console.log('dispimg',displayImg);
});

function reDraw(obj) {
    var camera, scene, renderer;

    var texture_placeholder,
    isUserInteracting = false,
    onMouseDownMouseX = 0, onMouseDownMouseY = 0,
    lon = 0, onMouseDownLon = 0,
    lat = 0, onMouseDownLat = 0,
    phi = 0, theta = 0;

    init(obj);
    animate();

    function init(imageDraw) {

        var container, mesh;

        container = document.getElementById( 'container' );

        camera = new THREE.PerspectiveCamera( 75,
window.innerWidth / window.innerHeight, 1, 1100 );
        camera.target = new THREE.Vector3( 0, 0, 0 );

        scene = new THREE.Scene();

        var geometry = new THREE.SphereGeometry( 500, 60, 40 );
        geometry.applyMatrix( new THREE.Matrix4().makeScale( -1,
1, 1 ) );

        var material = new THREE.MeshBasicMaterial( {
            map: THREE.ImageUtils.loadTexture( imageDraw )
        } );

        mesh = new THREE.Mesh( geometry, material );

        scene.add( mesh );

```

```

        renderer = new THREE.WebGLRenderer();
        if (window.innerWidth > 560) {
            renderer.setSize(                window.innerWidth,
window.innerHeight );
        } else {
            renderer.setSize( 200,250 );
        }
        container.appendChild( renderer.domElement );

        document.addEventListener(                'mousedown',
onDocumentMouseDown, false );
        document.addEventListener(                'mousemove',
onDocumentMouseMove, false );
        document.addEventListener( 'mouseup', onDocumentMouseUp,
false );
        //        document.addEventListener(                'mousewheel',
onDocumentMouseWheel, false );
        //        document.addEventListener(                'DOMMouseScroll',
onDocumentMouseWheel, false);
        window.addEventListener( 'resize', onWindowResize, false
);

    }

    function onWindowResize() {

        camera.aspect = window.innerWidth / window.innerHeight;
        camera.updateProjectionMatrix();

        renderer.setSize( window.innerWidth, window.innerHeight
);

    }

    function onDocumentMouseDown( event ) {

        event.preventDefault();

        isUserInteracting = true;

        onPointerDownPointerX = event.clientX;

```

```

        onPointerDownPointerY = event.clientY;

        onPointerDownLon = lon;
        onPointerDownLat = lat;

    }

    function onDocumentMouseMove( event ) {

        if ( isUserInteracting === true ) {

            lon = ( onPointerDownPointerX - event.clientX ) *
0.1 + onPointerDownLon;
            lat = ( event.clientY - onPointerDownPointerY ) *
0.1 + onPointerDownLat;

        }

    }

    function onDocumentMouseUp( event ) {

        isUserInteracting = false;

    }

    function onDocumentMouseWheel( event ) {

        // WebKit

        if ( event.wheelDeltaY ) {

            camera.fov = Math.min(Math.max(15.0, (camera.fov -
event.wheelDeltaY * 0.05)), 130.0);

            // Opera / Explorer 9

        } else if ( event.wheelDelta ) {

            camera.fov = Math.min(Math.max(15.0, (camera.fov -
event.wheelDelta * 0.05)), 130.0);

```



```
        // Firefox

        } else if ( event.detail ) {

            camera.fov = Math.min(Math.max(15.0, (camera.fov +
event.detail * 1.0)), 130.0);

        }

        camera.updateProjectionMatrix();

    }

    function animate() {

        requestAnimationFrame( animate );
        update();

    }

    function update() {

        if ( isUserInteracting === false ) {

            lon +=0.1;

        }

        lat = Math.max( - 85, Math.min( 85, lat ) );
        phi = THREE.Math.degToRad( 90 - lat );
        theta = THREE.Math.degToRad( lon + 180 );

        camera.target.x = 500 * Math.sin( phi ) * Math.cos( theta );
        camera.target.y = 500 * Math.cos( phi );
        camera.target.z = 500 * Math.sin( phi ) * Math.sin( theta );

        camera.lookAt( camera.target );

        renderer.render( scene, camera );

    }

}
```

```
</script>
</body>
</html>
```

style.css

```
* {
  margin: 0;
  padding: 0;
  box-sizing: border-box;
  outline: none;
}

#main_container {

  display: -webkit-flex;
  display: -moz-flex;
  display: -ms-flex;
  display: -o-flex;
  display: flex;
  flex-flow: row wrap;
  justify-content: center;

}

#minimap {
  width: 600px;
  height: 500px;
  position: absolute;
  top: calc(50% - 250px);
  left: calc(50% - 300px);
}

.map {
  height: 100%;
  background-image: url('background_.png');
  background-repeat: no-repeat;
  -moz-background-size: 100%;
  background-size: 100%;
```

```
}

.light {
  top: 10px;
  left: 10px;
  position: absolute;
}

[type='radio'] {
display: none;
}

.light > label, .light > button {
  background: #e7c81a;

  border: none;
  color: #444444;
  border-radius: 20px;
  padding: 20px;
  cursor: pointer;
}

.room {
  width: 25px;
  height: 25px;
  border-radius: 50%;
  border: 1px solid #ff0000;
  cursor: pointer;
}

#room1 {
  position: absolute;
  top: 340px;
  left: 375px;
}

#room2 {
  position: absolute;
  top: 340px;
```

```
    left: 300px;
}

#room3 {
    position: absolute;
    top: 280px;
    left: 370px;
}

#room4 {
    position: absolute;
    top: 400px;
    left: 240px;
}

#room5 {
    position: absolute;
    top: 400px;
    left: 120px;
}

#room6 {
    position: absolute;
    top: 210px;
    left: 140px;
}

#room7 {
    position: absolute;
    top: 220px;
    left: 260px;
}

#room8 {
    position: absolute;
    top: 190px;
    left: 420px;
}

#room9 {
    position: absolute;
    top: 280px;
```

```
    left: 470px;  
}
```

```
#room10 {  
    position: absolute;  
    top: 340px;  
    left: 500px;  
}
```