

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
**Факультет електроніки та інформаційних технологій**  
**Кафедра інформаційних технологій**

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Світлана ВАЩЕНКО

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,

освітньо-професійної програми «Інформаційні технології проектування»

на тему: 3D модель концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям

Здобувача (ки) групи ІТ-03 Дудченко Катерини Олександрівни  
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

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

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Катерина ДУДЧЕНКО  
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н., доцент Ірина БАРАНОВА

(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Суми – 2024**

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В. о. зав. кафедри ІТ

\_\_\_\_\_ Світлана ВАЩЕНКО

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ**

*Дудченко Катерини Олександрівни*

**1 Тема роботи** 3D модель концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям

**керівник роботи** Баранова Ірина Володимирівна, к.т.н., доцент,

затверджені наказом по університету від « 07 » травня 2024 р. №0588-VI

**2 Строк подання студентом роботи** « 30 » травня 2024 р.

**3 Вхідні дані до роботи** технічне завдання

**4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** аналіз предметної області, моделювання процесу розробки, практична реалізація проєкту

**5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** аналіз предметної області, огляд останніх дослідження, аналізування продуктів-аналогів, постановка завдання, моделювання процесу розробки, практична реалізація 3D моделі приватного будинку з вбудованим укриттям, візуалізація, висновки

## 6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 08.04.2024 \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Дослідження предметної області	08.04.2024 – 09.04.2024	
2	Визначення актуальності роботи	10.04.2024 – 11.04.2024	
3	Аналіз існуючих продуктів аналогів	12.04.2024 – 14.04.2024	
4	Ідентифікація ідей	15.04.2024 – 17.04.2024	
5	Розділення проекту на складові частини моделювання	18.04.2024 – 19.04.2024	
6	Створення основного каркасу будинку	20.05.2024 – 13.05.2024	
7	Розташування камери	13.05.2024 – 13.05.2024	
8	Налаштування освітлення	14.05.2024 – 15.05.2024	
9	Текстурування об'єктів моделі	16.05.2024 – 20.05.2024	
10	Створення візуалізації	21.05.2024 – 24.05.2024	
11	Виправлення помилок	27.05.2024 – 28.05.2024	
12	Підготовка документації	29.05.2024 – 29.05.2024	
13	Публікація проекту	30.05.2024 – 30.05.2024	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Катерина ДУДЧЕНКО

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

к.т.н., доц. Ірина БАРАНОВА

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «3D модель концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям».

Пояснювальна записка складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел із 26 найменувань, додатків. Загальний обсяг роботи – 62 сторінки, у тому числі 42 сторінки основного тексту, 3 сторінки списку використаних джерел, 17 сторінок додатків.

Актуальність роботи полягає в забезпеченні швидкого та ефективного моделювання за допомогою інноваційних візуалізації та 3D моделювання задля підвищення рівня безпеки проекту приватного будинка.

Мета роботи: створення 3D моделі типового будинку, який адаптований до умов українського ландшафту та відповідає потребам сучасності, зокрема, забезпеченням безпеки мешканців та екологічності.

В першому розділі розглянуто аналіз предметної області розробки 3D-проектів будинків з укриттями, актуальність цієї проблеми, огляд існуючих проектів-аналогів, розроблено постановку завдання та обрано засоби реалізації.

У другому розділі представлено моделювання структури та функціонування процесу створення 3D моделі у форматі контекстної діаграми IDEF0, діаграм декомпозиції та варіантів використання.

У третьому розділі описується практична реалізація проекту, включаючи створення 3D моделей елементів будинка та їх текстуровання у програмному середовищі 3ds Max, використання додатка Corona Render, що полегшує процес візуалізації сцени у фото- та відео- форматах.

Ключові слова: 3D модель, проектування, моделювання, анімація, візуалізація, 3dsMax, Corona Render.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз предметної області розробки 3D-проєктів будинків з укриттями.....	8
1.1 Огляд останніх досліджень .....	8
1.2 Аналіз аналогічних моделей .....	11
1.3 Постановка задачі.....	15
1.4 Вибір засобів реалізації .....	15
2 Проєктування 3D моделі концепту приватного будинка майбутнього з вбудованим укриттям.....	18
2.1 Структурно-функціональне моделювання проєкта .....	18
2.2 Діаграма варіантів використання.....	20
3 Створення 3D моделі приватного будинка.....	22
3.1 Моделювання корпусу та об'єктів сцени .....	22
3.2 Налаштування віртуальних камер та освітлення сцени.....	30
3.3 Створення матеріалів та текстур .....	32
3.4 Створення анімації та візуалізації.....	35
Висновки .....	42
Список використаних джерел .....	43
Додаток А. Технічне завдання .....	46
Додаток Б. Планування робіт .....	51

## ВСТУП

Тривимірне моделювання грає ключову роль у сучасному суспільстві на різних рівнях, включаючи науку, промисловість, медицину, розваги та інші галузі. Це процес створення об'єктів у тривимірному просторі за допомогою комп'ютерних програм.

Дана технологія не лише актуальна методика у архітектурному проектуванні, вона відкриває можливості відновлення втрачених будівель у віртуальному середовищі. Крім того, тривимірне моделювання сприяє кращому розумінню простору та функціональності будівель. Завдяки детальним віртуальним моделям, спеціалісти можуть оптимізувати використання простору, забезпечуючи оптимальний розмір кімнат, ергономіку та комфорт для майбутніх користувачів.

Тому візуалізація 3D моделі концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям є актуальною задачею, оскільки вона дозволить не лише відобразити новаторський підхід до архітектурного проєкту, але й врахувати специфіку географії України та сучасні вимоги до безпеки та екологічності.

Об'єктом дослідження є процес розробки та візуалізації 3D моделі приватного будинку.

Предметом дослідження є 3D модель концепту такого будинку майбутнього з вбудованим укриттям з урахуванням вимог безпеки, екологічності та функціональності

Метою даної роботи є створення 3D моделі типового будинку, який адаптований до умов українського ландшафту та відповідає потребам сучасності, зокрема, забезпеченням безпеки мешканців та екологічності.

Для досягнення мети проєкту необхідно виконати наступні задачі:

- Визначити актуальність виконуваної роботи, провести дослідження предметної області та аналіз аналогів 3D візуалізацій моделей;
- Розробити технічне завдання та планування IT-проєкта;

- Розробити структуру моделі, враховуючи особливості концепту будинку майбутнього та вимоги безпеки та екологічності;
- Реалізувати модель будинку, звертаючи увагу на деталі та функціональність;
- Створити матеріали для усіх моделей проекту та виконати текстурування, забезпечуючи реалістичний вигляд;
- Виконати 3D візуалізацію інтер'єру та екстер'єру готової моделі, щоб продемонструвати її вигляд та функціональність.

Результати роботи були представлені та обговорені на Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених «Інформатика, математика, автоматика, ІМА-2024» (м. Суми).

Практичне значення даного проекту полягає в тому, що він дозволить не лише візуалізувати ідею приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям, але й дослідити можливості його у сфері тривимірного моделювання. Такий підхід дозволить максимально оптимізувати проект, зменшити час і витрати на його розробку.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ РОЗРОБКИ 3D-ПРОЄКТІВ БУДИНКІВ З УКРИТТЯМИ

## 1.1 Огляд останніх досліджень

В останні роки спостерігається зростаючий інтерес до інтеграції стійких до природних катастроф систем безпеки у приватні будинки. Ця тенденція виникає в зв'язку зі збільшенням кількості природних лих, таких як урагани, землетруси, пожежі та воєнних дій, таких як, збройна агресія, теракти, війни тощо. Дослідники та дизайнери працюють над розробкою концепцій, які об'єднують сучасні технології та інженерію з міцними та естетичними будівельними рішеннями.

Для досягнення повноти та ефективності плану евакуаційних заходів традиційний план може обмежуватися текстовим описом ключових об'єктів, фотографіями з місця події та кресленнями будівельної структури, але не може прямо відображати конкретну інформацію про місце події лиха. У той час як план евакуаційних заходів інтегрованої 2D та 3D візуалізації може більш наглядно та всебічно відобразити реальну ситуацію на місці події [1].

Створення приватних будинків майбутнього з вбудованим укриттям є одним з напрямків розвитку, який здобуває все більшу популярність серед науковців та практиків будівництва [2]. Такі будинки мають захищати мешканців від небезпек. Їхні концепції включають в себе використання стійких матеріалів, ефективні системи енергозбереження та водопостачання, а також вбудовані системи безпеки та комунікацій, які дозволяють мешканцям виживати та функціонувати у випадку екстремальних ситуацій [3].

З дослідження Д. Касьянкової [4] можна розглянути порівняння підходів до захисту від військових загроз у Ізраїлі та Україні. У Ізраїлі використовуються мамеди як житлові приміщення, що забезпечують захист від ракетних загроз. В цій статті з посиланням на українського конструктора Дмитра Макагона зазначено про необхідність адаптації старих бомбосховищ та створення нових,



оскільки російські загрози можуть бути більш сильними, ніж військові загрози, що відбуваються в Ізраїлі [4].

Для адаптації старих бомбосховищ та створення нових потрібно нові рішення [5]. Тому комплексне проектування, як у сфері будівництва бункерів і укриттів, так і в розробці концепту приватного будинку, є важливим етапом. 3D модель дозволяє візуалізувати всі аспекти будівництва, враховуючи особливості території, потреби замовника та вимоги до безпеки. Така модель може включати в себе не лише архітектурні елементи будинку, але й деталі укриття, бункерів та безпечних кімнат, які інтегруються в основну структуру будівлі або розташовуються окремо на ділянці. Поєднуючи інноваційні матеріали та технології з урахуванням потреб замовника, 3D модель допомагає оптимізувати процес будівництва та забезпечити максимальний рівень безпеки та комфорту для майбутніх мешканців.

Вже існуючий досвід у сфері моделювання захисту інфраструктури енергетики можна екстраполювати, і використати у моделюванні і проектуванні сховищ у приватних будинках. Розглянемо дослідження Дж. Мохона [6] щодо моделювання проєкту модернізації безпеки енергетичних установок шляхом використання передових технологій в процесі проектування. Використовуючи 3D моделі, можна детально відобразити нове обладнання, розширення існуючих систем, оптимальне розташування та взаємодію елементів, а також аналізувати просторові параметри для забезпечення їхньої відповідності технічним вимогам та нормативам безпеки. Такий підхід надає зручний спосіб для аналізу та прийняття рішень щодо модернізації систем безпеки електростанцій, дозволяючи краще розуміти просторові відносини та взаємодію елементів системи.

Стаття від Сінгапурської студії моделювання [7] розкриває деталі створення бомбосховищ HDB в Сінгапурі, їх функціональність та безпеку. Дослідження надає цінну інформацію про структурні аспекти та обмеження бомбосховищ, включаючи проблеми з вентиляцією, обмеження на модифікації та звукоізоляційні властивості для архітекторів та дизайнерів, які працюють з

3D-моделями будинків з бомбосховищами. Ці знання можуть бути корисними для процесу проектування та забезпечити відповідність правилам під час створення 3D-моделей або візуалізацій будівель із бомбосховищами.

Також при створенні проєктів використовуються технології віртуальної реальності. Саме за допомогою віртуальної реальності 3D-моделювання може надати повне занурення при розробці продукту та виявити помилки, які не видно на екрані. В роботі Ф. Дініса [8] пропонується метод покращення комунікації в будівельних проєктах, особливо між фахівцями без навичок роботи з програмними продуктами, які потрібні. Шляхом поєднання лазерного сканування та віртуальної реальності, вона охоплює весь процес від отримання даних на місці до їх обробки та аналізу, закінчуючи розробкою інструментів для взаємодії у віртуальному середовищі. Результати перевірено на концепції, де обговорено успішність, обмеження та оптимізацію цього підходу.

Якщо розглянути 3D друк, то на сьогоднішній день вже винайшли 3D-принтери, що доповнюють тривимірне моделювання в адитивному виробництві. Це дозволяє візуалізувати об'єкт і передати його форму та розміри принтеру. Більш того, є можливість змінювати та удосконалювати модель до тих пір, поки вона не відповідатиме вашим вимогам. У дисертації М. Ансарі [9] представлено використання 3D-принтера при будівництві аварійних укриттів для критичних ситуацій. У цьому проєкті 3D-принтер використовується для виготовлення житла або укриття у критичних ситуаціях, таких як війна та тероризм. Він забезпечує можливість швидкої та ефективного виробництва необхідних конструкцій без значних витрат на транспортування та складання, які зазвичай потрібні при використанні традиційних матеріалів та методів будівництва.

У проєкті І. Лабуди [10] 3D-принтер використовується для виробництва житлових одиниць безпосередньо на місці будівництва. Він використовується для друкування зовнішніх перегородок притулку з піску, заповненого у проміжку. Ця технологія дозволяє швидко та ефективно виготовляти житло за допомогою комп'ютерно-керованого промислового маніпулятора, що вбудований у 3D-принтер. Такий підхід дозволяє підвищити доступність житла

за рахунок залучення біженців до процесу будівництва та використання місцевих ресурсів, таких як пісок.

Безпека житлових приміщень стає все більш актуальною проблемою нашого часу. Ефективним заходом вважається облаштування локальних бомбосховищ у населених пунктах, оскільки вони забезпечують швидкий доступ і зручність використання мешканців. Розробка моделі оцінки доцільності такого проекту є важливим кроком до швидкого та комплексного визначення потреби у переобладнанні приміщень з урахуванням вимог до бомбосховищ [11].

Підсумовуючи проаналізовані матеріали, проектування 3D моделі концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям є актуальною задачею в сфері проектування і архітектури, а саме, застосування інноваційних технологій візуалізації, включаючи 3D моделювання. Це дозволить не лише підвищити рівень безпеки, внаслідок попереднього моделювання, але й забезпечити швидке та ефективне будівництво, використовуючи доступні ресурси та сучасні технології.

## **1.2 Аналіз аналогічних моделей**

Для проведення аналізу було обрано дві конкретні моделі будинків, які представляють різні стилі та архітектурні концепції. Вибір цих двох моделей для порівняння зумовлений їхньою різницею у стилістиці, що дозволяє здійснити аналіз, охоплюючи різноманітні аспекти та переваги кожної моделі. Такий підхід також допомагає визначити відповідність кожної моделі конкретним вимогам та задачам.

Розглянемо концепцію будинку з власним бомбосховищем від Sense Architects [12]. На рисунку 1.1 представлено будинок-бункер, що відповідає сучасним вимогам при побудові приватних будинків.



Рисунок 1.1 – Bunker House [12]

Даний проєкт демонструє будинок з сучасним дизайном, який виглядає стильно та привабливо завдяки геометричним формам і простим лініям. Він вражає якісною візуалізацією, але через недоопрацювання з освітленням та текстурами будинок виглядає пластиковим. Через наявність великої кількості дерев на задньому плані, візуалізація має природну атмосферу. Використані матеріали відповідають сучасним стандартам, такі як бетон, скло, можливо, метал, і вони відтворені з мінімальною складністю, здебільшого складаючись з прямих ліній і гладких поверхонь. Також важливим аспектом оцінювання є наявність візуалізації бомбосховища, але це у проєкті, на жаль, відсутнє.

Дослідимо проєкт моделювання бункеру-укриття для однієї сім'ї від УКРЫТТІА [12]. Важливо зазначити, що дане підприємство розробило 3D-тур,

що дозволяє користувачу більш детально дослідити 3D-модель. На рисунках 1.2 – 1.3 представлено зображення даного укриття.

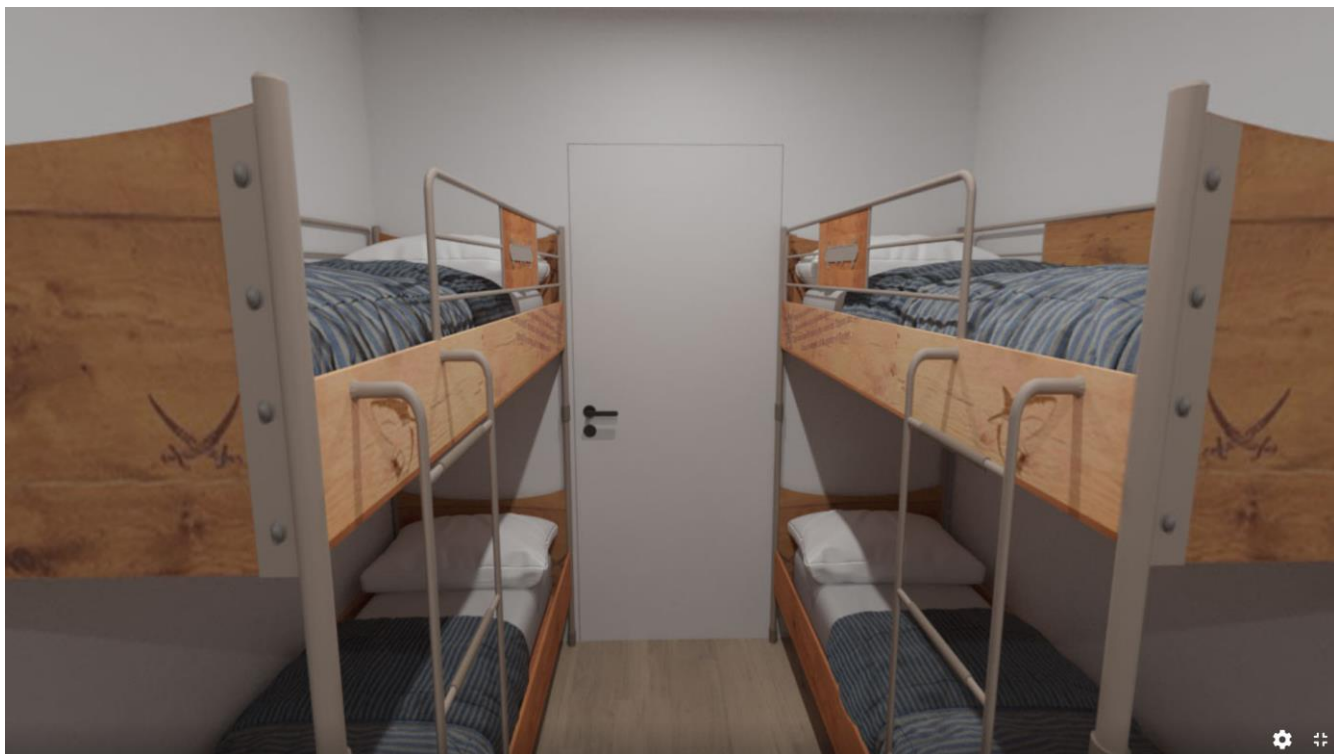


Рисунок 1.2 – Бункер-укриття від UKRYTTIA [13]

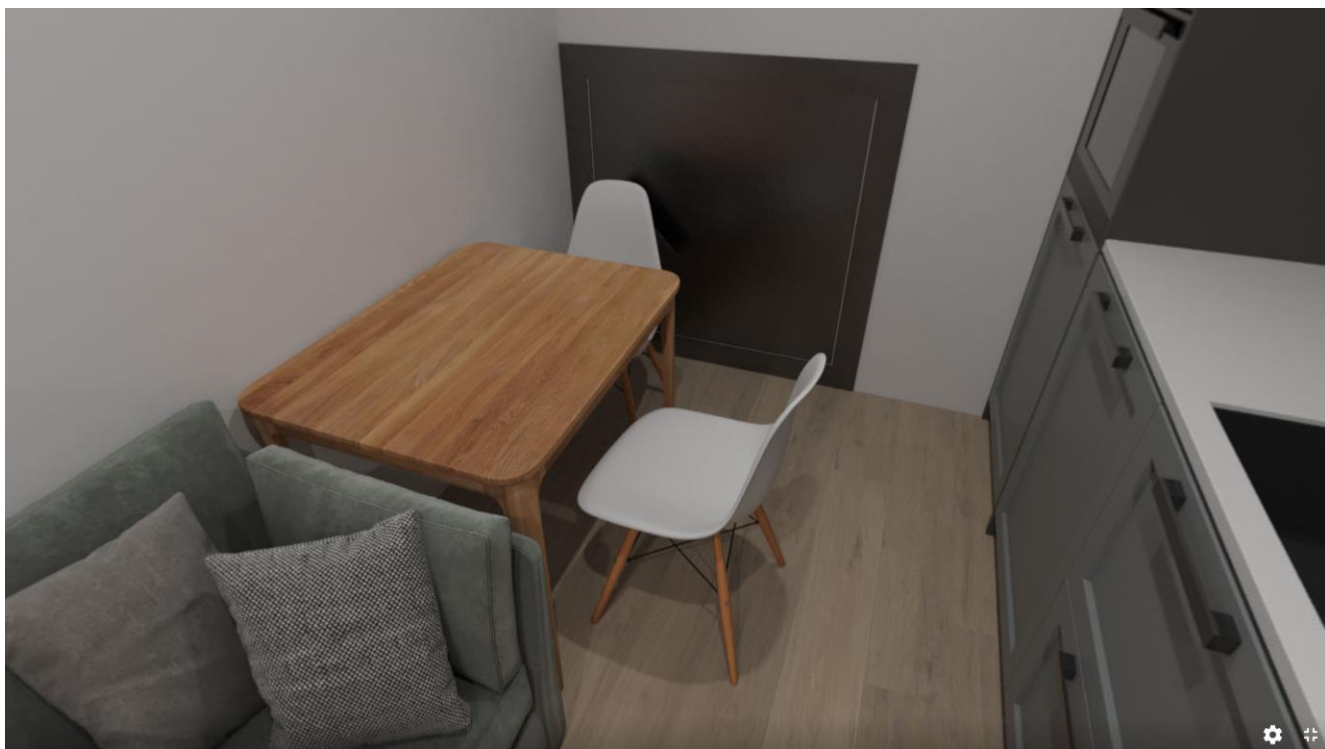


Рисунок 1.3 – Вигляд з іншої сторони бункеру-укриття від UKRYTTIA [13]

Дизайн кімнати є звичайним та стандартним, без яскравих архітектурних рішень або елементів. Візуалізація в цілому не вражає своєю якістю, оскільки текстури виглядають неякісно та мало-деталізовано. Однак, матеріали, які використовуються у кімнаті, відповідають сучасним стандартам, а їх складність є невеликою, оскільки переважно вони складаються з простих матеріалів, таких як дерево та метал.

Проаналізувавши представлені 3D моделі, було визначено їх сильні та слабкі сторони та представлено у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика аналогічних 3D моделей

Критерії порівняння	3D моделі	
	Візуалізація від Sence Architects	Візуалізація від UKRYTTIA
Сучасний дизайн	+	+
Якісна візуалізація	+	-
Якість текстур	-	-
Складність матеріалів будинку	+	-
Використання сучасних матеріалів	+	+

Інформація з таблиці 1.1 дає можливість під час розробки звернути увагу на очікуваний результат проекту та уникнути можливих помилок у процесі його втілення. Очікується, що проект матиме сучасний дизайн і високоякісну візуалізацію з чіткими текстурами та сучасними матеріалами. Також передбачається наявність візуалізацій екстер'єру та інтер'єру.



### 1.3 Постановка задачі

Ціль цього проекту полягає в розробці тривимірної моделі типового будинку, яка враховує особливості українського ландшафту та відповідає сучасним вимогам, таким як забезпечення безпеки мешканців та дотримання екологічних стандартів.

Для досягнення результату треба вирішити наступні питання:

- сформулювати технічні вимоги та план проекту з використанням ІТ-засобів;
- розробити структуру моделі, враховуючи концепцію майбутнього будинку та вимоги безпеки та екологічності;
- втілити модель будинку, наголосивши на деталях та функціональності;
- підготувати матеріали для всіх моделей проекту та здійснити текстурування для досягнення реалістичного зовнішнього вигляду;
- виконати 3D візуалізацію інтер'єру та екстер'єру готової моделі для демонстрації її зовнішнього вигляду та функціональності.

Модель 3D локації повинна мати елементи внутрішнього та зовнішнього оформлення будинку з урахуванням реалістичних пропорцій. Також обов'язковим пунктом є наявність моделювання бомбосховища.

Більш детальні вимоги до проекту описані у технічному завданні на розробку проекту (додаток А).

### 1.4 Вибір засобів реалізації

Для ефективного моделювання і обробки даних важливо обрати належні інструменти та програмне забезпечення, яке відповідає специфіці постановці задачі. Наприклад, при розробці візуальної 3D моделі будь-якого об'єкта важливо вибрати програмне забезпечення, яке буде легким у використанні,

функціональним та сумісним з різними операційними системами. Для цього потрібно провести огляд доступних програмних продуктів, визначити їх переваги та недоліки для визначення оптимального варіанту.

Розглянемо 3 програмних продукта, з допомогою яких можна реалізувати поставлене раніше завдання:

1. Blender;
2. Unreal Engine;
3. 3dsMax.

Blender – це потужний безкоштовний програмний продукт для комп'ютерного моделювання, анімації та візуальних ефектів. Він має широкий функціонал, включаючи 3D моделювання, анімацію, рендеринг, та інше. Також, варто підмітити, що цей програмний продукт має відкрите програмне забезпечення з активною спільнотою користувачів і розробників, гнучкою модульною системою та підтримкою всіх основних платформ. Хоча Blender потужний, він має свої недоліки. Інтерфейс може бути складним для новачків, деякі функції вимагають потужного обладнання, а нові версії можуть мати проблеми зі стабільністю. Підтримка не завжди швидка, і деякі плагіни можуть працювати нестабільно [14].

Unreal Engine відомий як могутній інструмент для розробки відеоігор та інтерактивних додатків, проте він має як переваги, так і недоліки. До переваг варто віднести його потужний графічний рушій, можливість безкоштовного використання для особистих проєктів, наявність активної спільноти користувачів, широкі можливості розробки на різних платформах та різноманітність функцій. Проте слід зазначити його складність для новачків, високі вимоги до обладнання та тривалість процесу розробки [15].

3ds Max – це визнаний лідер серед програм для комп'ютерного моделювання, візуалізації та анімації від Autodesk. Його широкий функціонал включає інструменти для створення 3D-моделей, текстурування, анімації, освітлення та рендерингу, що дозволяє розробникам створювати вражаючі візуальні ефекти. Програма знаходить застосування у різних галузях, таких як



відеоігри, кіно, архітектура, дизайн та реклама. Її легка інтеграція з іншими продуктами Autodesk, такими як AutoCAD і Maya, сприяє ефективному процесу роботи. Хоча вартість програми може бути високою для окремих користувачів або невеликих студій, але університетам надається безкоштовна ліцензія для навчальних цілей [16].

Щоб зробити порівняння графічних редакторів більш зрозумілим, була створена таблиця, яка містить характеристики всіх програм для моделювання (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Порівняння додатків для моделювання

Характеристика	Програми		
	3ds MAX	Blender	Unreal Engine 4
Функціональність	+	+	+
Зручність використання	+	+	-
Інтерфейс додатку	+	-	-
Потреба потужного обладнання	-	-	+
Обізнаність у використанні	+	-	-
Наявність безкоштовної ліцензії	-	+	+

На основі проведених вище досліджень програмного забезпечення визначено, що програмний продукт 3ds Max є найбільш відповідним з усіх інших програм за своїм функціоналом та методикою проектування.

## 2 ПРОЄКТУВАННЯ 3D МОДЕЛІ КОНЦЕПТУ ПРИВАТНОГО БУДИНКА МАЙБУТНЬОГО З ВБУДОВАНИМ УКРИТТЯМ

### 2.1 Структурно-функціональне моделювання проєкта

Для структурно-функціонального моделювання обрано методологію IDEF0 [17], яка завдяки своєму структурному підходу дозволяє легко розбити складні процеси на прості функціональні блоки. Стандартизовані символи та діаграми спрощують візуалізацію й аналіз процесів, та сприяють також універсальності застосування методології для моделювання різних аспектів будівництва.

Для візуалізації функцій та їх взаємозв'язків методологія IDEF0 використовує стандартизовані символи та діаграми. Це спрощує сприйняття та аналіз інформації, а також ефективне спілкування з учасниками проєкту. Крім того, універсальність застосування методології IDEF0 дозволяє моделювати різноманітні види процесів та систем, від виробничих до управлінських, та здійснювати аналіз ефективності робочих процесів для виявлення можливостей оптимізації. На рисунку 2.1 представлена контекстна діаграма проєкту.

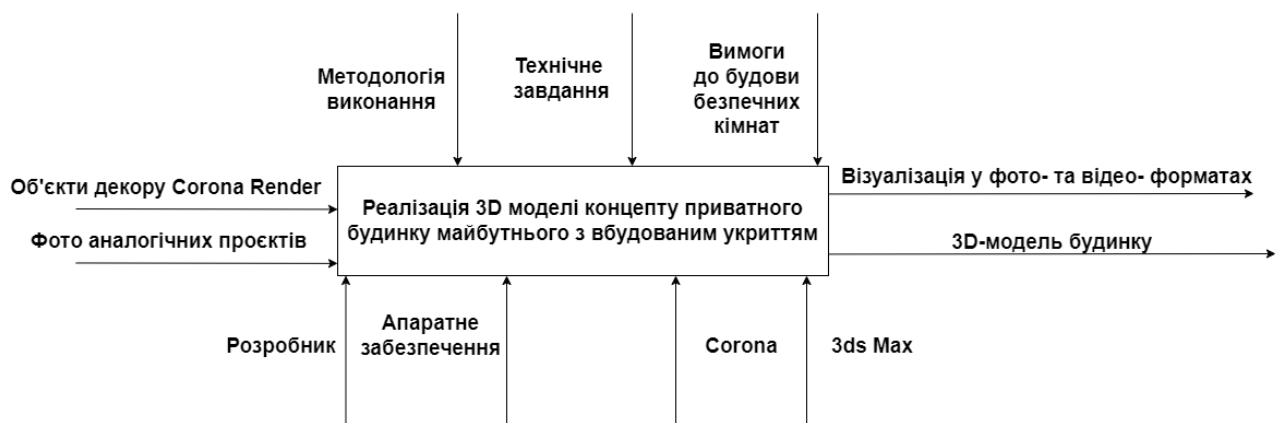


Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма проєкту

Вхідними даними у контекстній діаграмі є об'єкти декору бібліотеки «Corona Render» та фото аналогічних проєктів. Далі виконується моделювання

та візуалізація тривимірної сцени, що дотримуються технічного завдання, методології виконання та вимог до виконання. Механізмами виступають розробник, апаратне та програми «3ds Max», «Corona». У підсумку, отримуємо візуалізацію у фото- та відео- форматах та тривимірну модель будинку.

Декомпозиція першого рівня розкриває поетапність моделювання в даному проєкті. Представлено декомпозицію на рисунку 2.2.

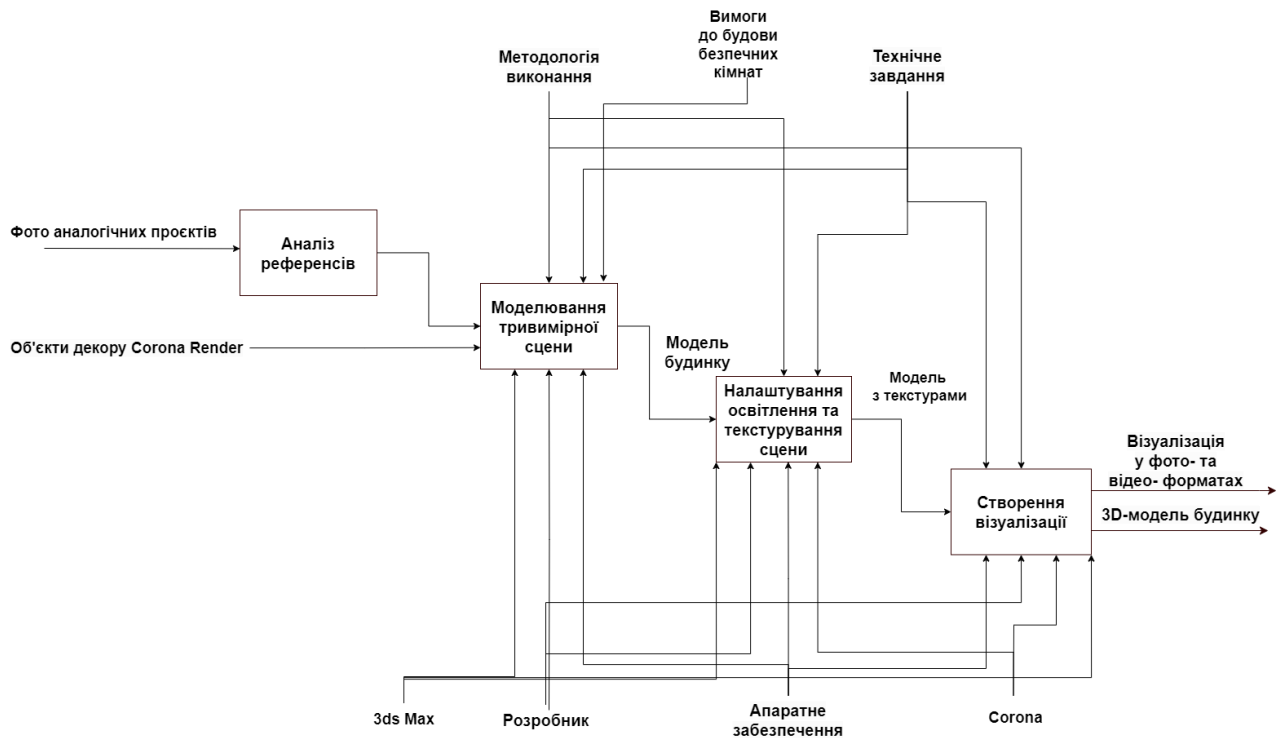


Рисунок 2.2 – Діаграма декомпозиції 1-го рівня

У першому блоці виконується аналіз референсів. У другому безпосередньо моделювання тривимірної сцени. В третьому блоці налаштовується освітлення сцени та виконується текстурівання об'єктів. В останньому четвертому блоці виконується візуалізація.

Структурно-функціональне моделювання є необхідним етапом у процесі проєктування 3D моделі концепту будинку майбутнього з вбудованим укриттям, що допомагає забезпечити ефективність, комфорт та функціональність проєкта.

## 2.2 Діаграма варіантів використання

Для розуміння функціонування проєкта розглянемо наступний пункт, а саме діаграму варіантів використання. Методологія UML (Unified Modeling Language) є стандартом в галузі програмної інженерії, що дозволяє розробникам візуалізувати, специфікувати та документувати складні системи програмного забезпечення [18]. Використовуючи набір графічних елементів, UML допомагає командам розробників зрозуміти архітектурні аспекти системи, взаємозв'язки між її компонентами та їх поведінку. Завдяки стандартизованій нотації та гнучкості у виборі типів діаграм, методологія UML забезпечує ефективну співпрацю та однорідність в способі представлення моделей для всієї команди розробників, що сприяє якості та продуктивності розробки програмного забезпечення.

На рисунку 2.3 представлена діаграма варіантів використання проєкта.

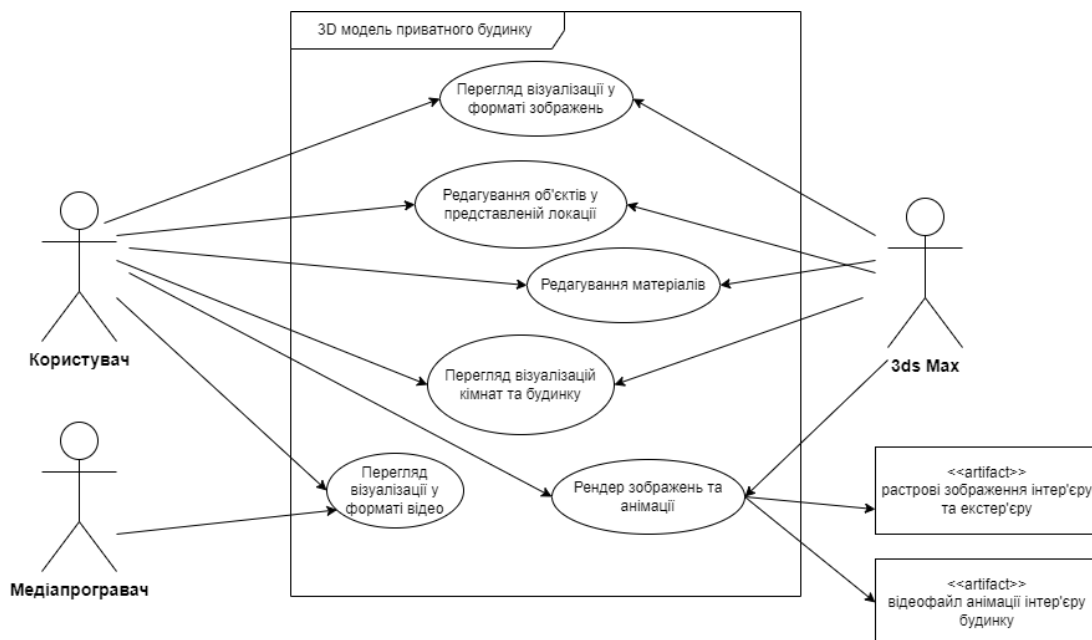


Рисунок 2.3 – Діаграма варіантів використання

Користувач може переглянути результати візуалізації у форматі растрових зображень, що показують тривимірну сцену зі змінною погоди та порами року.

Також є можливість перегляду відео, в якому буде розповідатися про сам проєкт та представлена 3D модель. Користувачу надається ще і текстовий файл, в якому зазначається мету проєкта та які технології використовувалися в роботі. Також є можливість перегляду 3D моделі будинку у програмному середовищі 3dsMax.

## 3 СТВОРЕННЯ 3D МОДЕЛІ ПРИВАТНОГО БУДИНКА

### 3.1 Моделювання корпусу та об'єктів сцени

Все моделювання виконувалося у програмі 3ds Max 2023. Каркас будівлі будувався за стандартними розмірами, що затверджено у Державних будівельних нормах України [19]. На рисунку 3.1 представлено макет кімнат в будинку. Для створення стін використовувалося примітив «Plane». Вся модифікація з цим об'єктом відбувалася в режимі «Edit Poly», що надало можливість редагування у полігональному режимі даного об'єкта. Використано модифікатор «Shell» для підняття висоти стін та «Extrude» для витягування примітиву до бажаного результату.

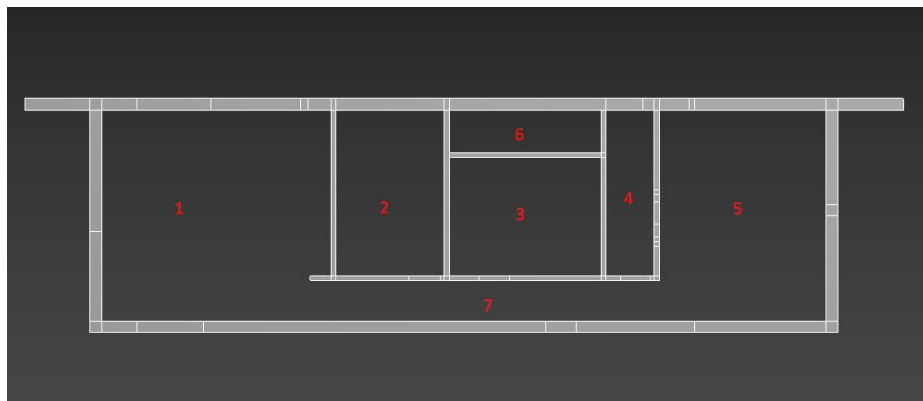


Рисунок 3.1 – Макет будинку (1 – вітальня та кухня, 2 – ванна, 3 - захисна кімната, 4 – гардеробна, 5 – спальня, 6 – комора, 7 – коридор)

Дах створено за допомогою модифікації примітиву «Box», а саме використання модифікатору «Extrude» та прив'язуванням «Snaps Toggle», щоб точно позиціонувати об'єкти та їх частини, прив'язуючи їх до певних точок. Використано саме налаштування «3D Snaps», що дозволило прив'язати дах в тривимірному просторі до каркасу будинку (рис. 3.2).

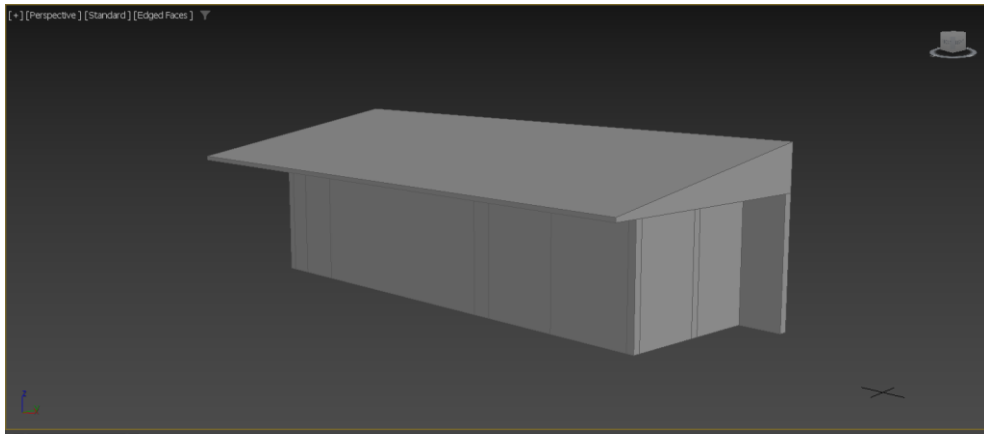


Рисунок 3.2 – Створення даху

Для створення підлоги використовувалося модифікатор «FloorGenerator», що дозволяє створення підлоги з різними типами плитки або дощок [20]. Для того, щоб використати даний модифікатор потрібно створити примітив «Plane», бо плагін працює тільки на плоских поверхнях, які не мають товщини. Ламінат створений у всіх кімнатах, окрім ванної кімнати (рис. 3.3).

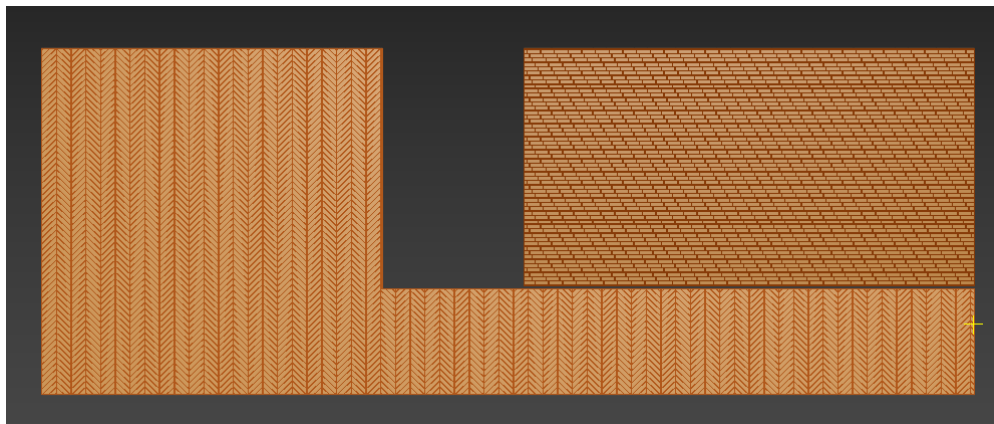


Рисунок 3.3 – Створення підлоги

Підлога у ванній виконана за допомогою налаштувань, що надаються в програмі, а саме за допомогою «Polygon Modelling». Для цього створено примітив «Plane» з кількістю полігонів 15x15. Після цього знаходимо у функціях «Polygon Modelling» режим «Topology» (режим надає можливість редагування топології полігональної сітки) та обираємо малюнок підлоги. Для деталізації

підлоги використаємо модифікатори «Bevel» та «Extrude». Модифікатор «Bevel» дозволяє створювати фаски для реалістичності моделі (рис. 3.4).

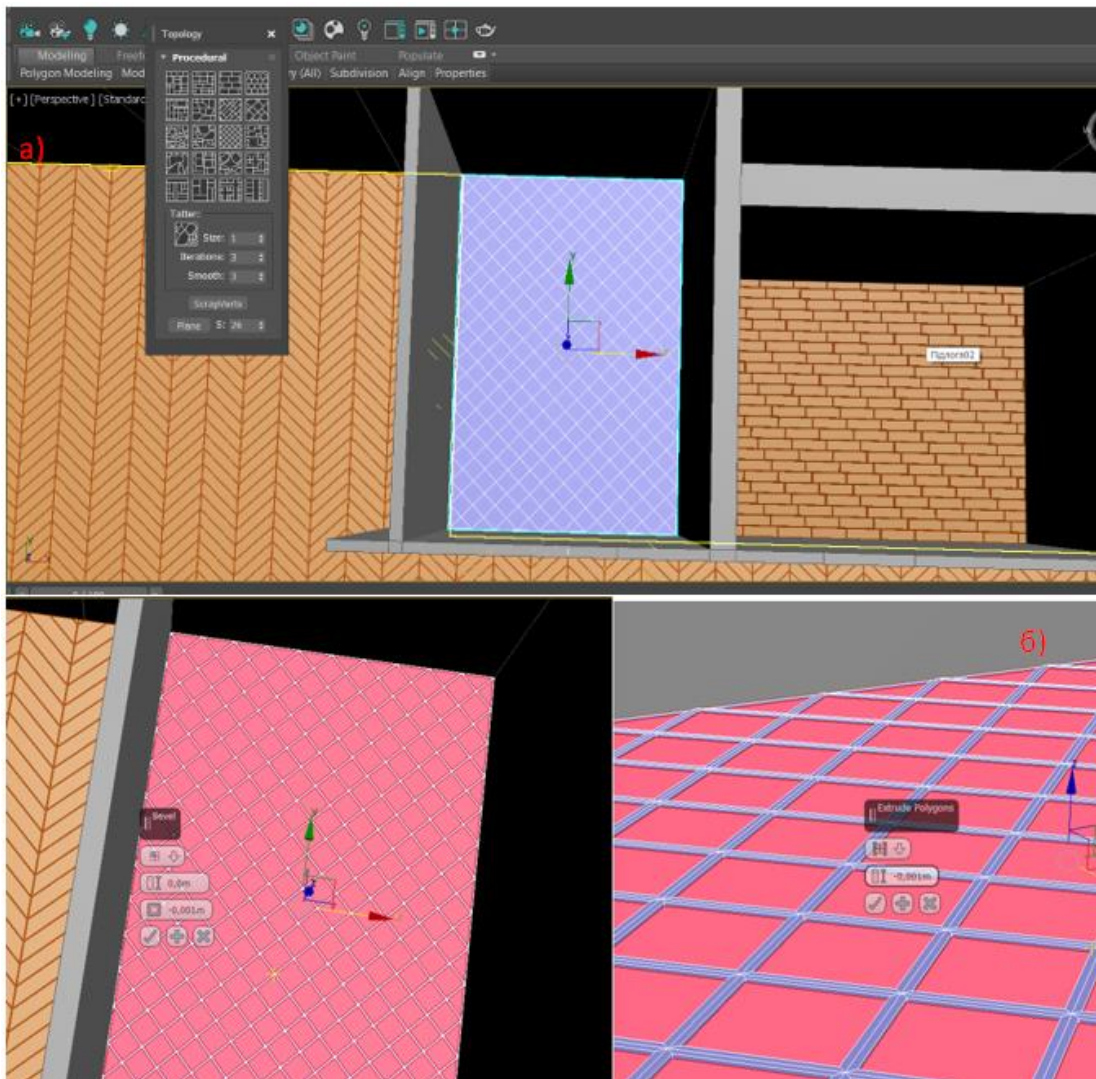


Рисунок 3.4 – Створення підлоги для ванної (а) – Використання режиму «Topology», б) – Використання модифікаторів «Bevel» та «Extrude»)

Вікна та двері створені за допомогою використання модифікатора «Bevel», «Extrude» на примітиві «Box» (рис. 3.5). Також використовувався інструмент «Attach» для приєднання інших елементів до основної моделі. Зміна розмірів вікон відбувалася за допомогою інструменту «Масштабування».



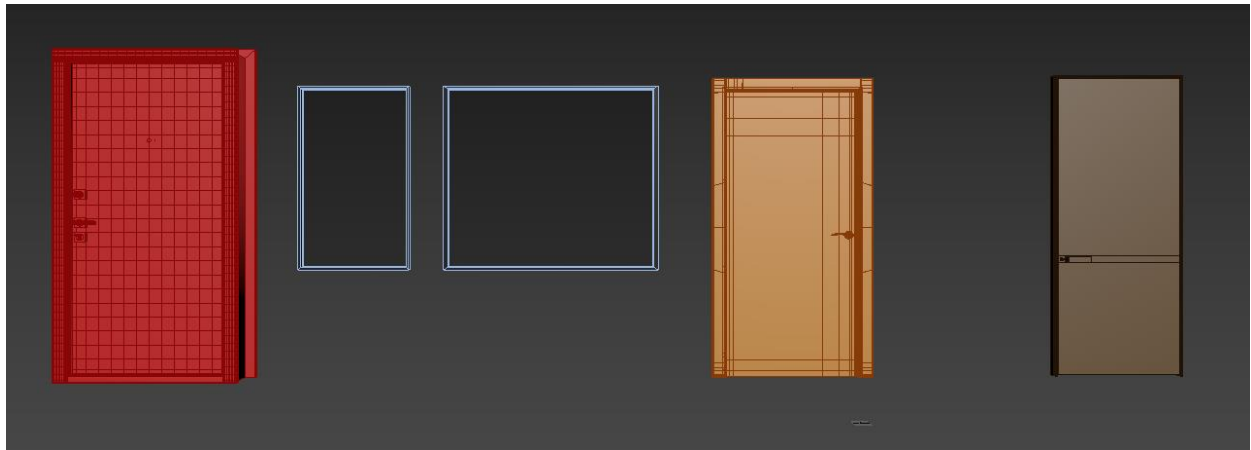


Рисунок 3.5 – Створення вікон та дверей

Опорні точки у дверях налаштовані таким чином, щоб двері правильно відкривалися. Це зображено на рисунку 3.6.

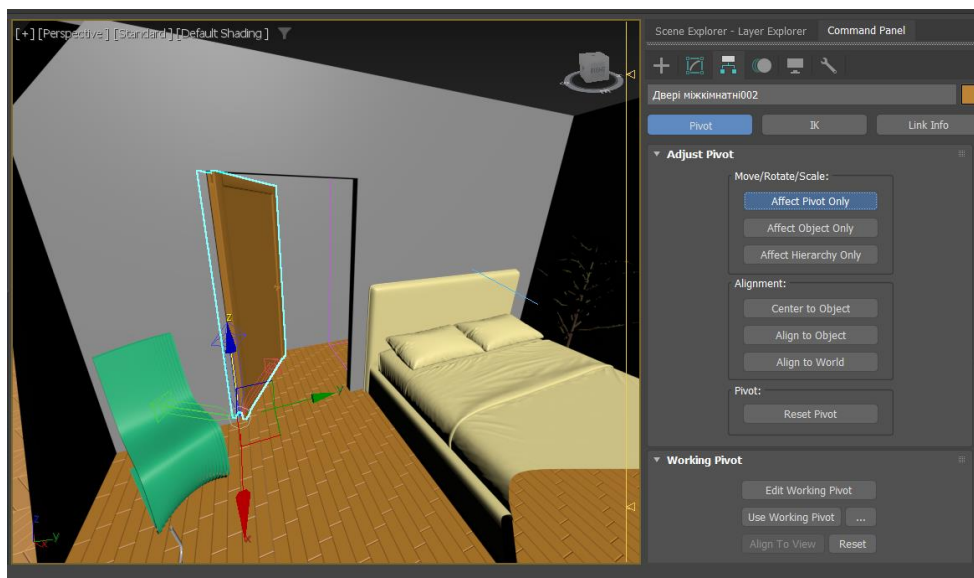


Рисунок 3.6 – Зміна опорної точки у моделі дверей

Щоб створити отвори для вікон та стін, знадобиться інструмент «ProBoolean». Він використовується для створення об'єктів через булеві операції: об'єднання, віднімання, перетин і злиття об'єктів. В проєкті цей інструмент використовувався для отворів у стіні для дверей та вікон. Алгоритм роботи такий: створено додатковий примітив «Box», що співпадав з довжиною та висотою обраного об'єкта, а ширина перетинала з двох боків стіну. Після

цього примітив розташовувався посеред стіни та використовувався інструмент «ProBoolean», а саме опція «Віднімання». Після цього можна встановлювати двері та вікна (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – Створення отворів для вікон та дверей

У захисній кімнаті встановлено площу 9 квадратних метрів, стіни товщиною 20 сантиметрів, також поставлені металеві герметичні двері, що можуть витримати вибухову хвилю, і фільтр захисту від атак хімічною зброєю, який зроблено за допомогою модифікації примітиву «Cube» (рис. 3.8).

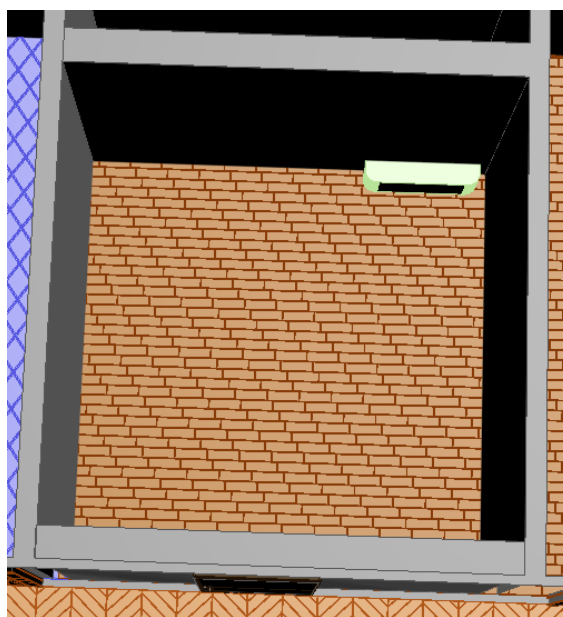


Рисунок 3.8 – Створення захисної кімнати

На зображенні 3.9 представлено моделювання дивану. Його створено, починаючи з базових примітивів «Box» для подушок, спинки та підлокітників. Після цього застосовано модифікатор «Edit Poly» для редагування полігонів, додавання деталей та швів на диван. Модифікатор «Noise» використовувався для додавання природних нерівностей на поверхнях подушок. Для згладжування поверхонь застосували «TurboSmooth», налаштувавши кількість ітерацій для досягнення бажаної гладкості.

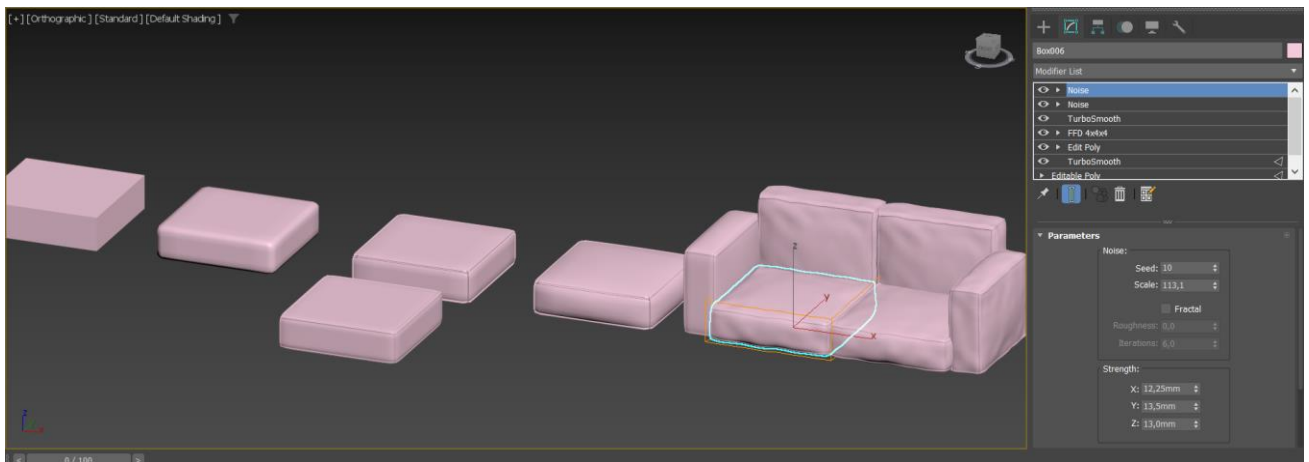


Рисунок 3.9 – Створення дивану

Для створення тканинних об'єктів, таких як штори та ковдра (рис. 3.10), використовувався примітив «Plane», який модифікувався за допомогою модифікатора «Cloth». Спочатку було створено «Plane» потрібного розміру з високою кількістю сегментів для забезпечення деталізації. Після цього «Plane» було налаштовано як тканину через параметри «Cloth». Далі застосовувалися сили, такі як гравітація, і додавалися обмеження для фіксації частин тканини. Запуск симуляції дозволив тканині природно спадати і складатися, після чого модель згладжувалася за допомогою модифікатора «TurboSmooth» для досягнення реалістичного вигляду.

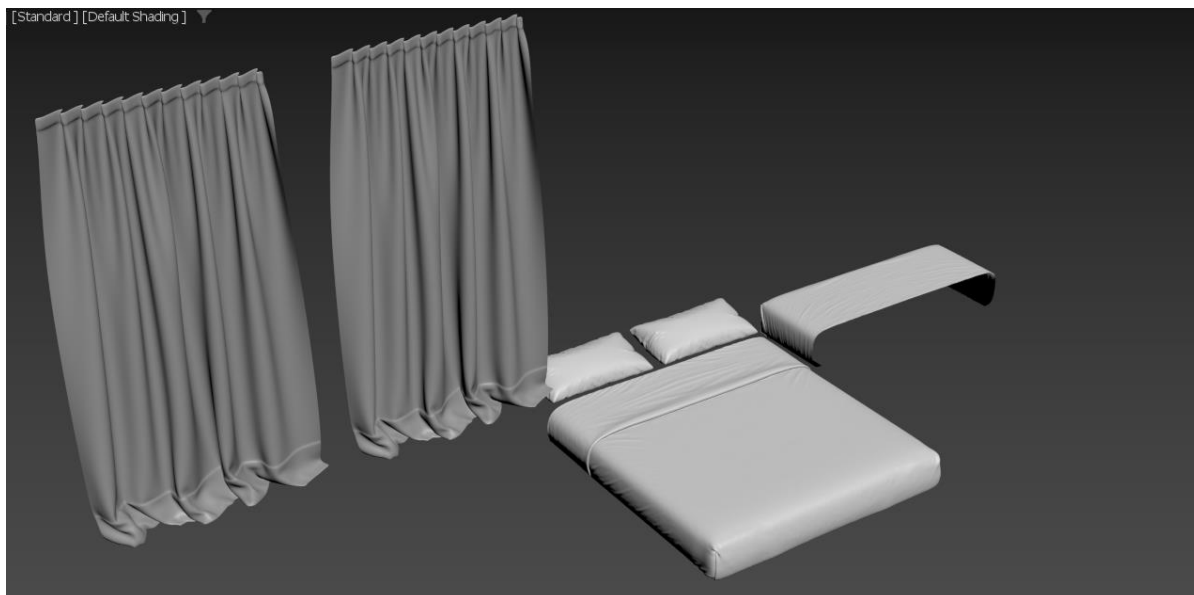


Рисунок 3.10 – Створення тканиних об'єктів

Для створення стільця використано метод сплайнового моделювання (рис. 3.11). Для початку створено лінію, яка повторює вигин стільця, після цього додано товщину у властивостях примітиву «Line» за допомогою відповідного параметра відображення у рендері. Далі було продубльовано ці лінії за допомогою інструменту «Snapshot», що відповідає за створення статичних копій об'єктів на основі їх поточного стану.

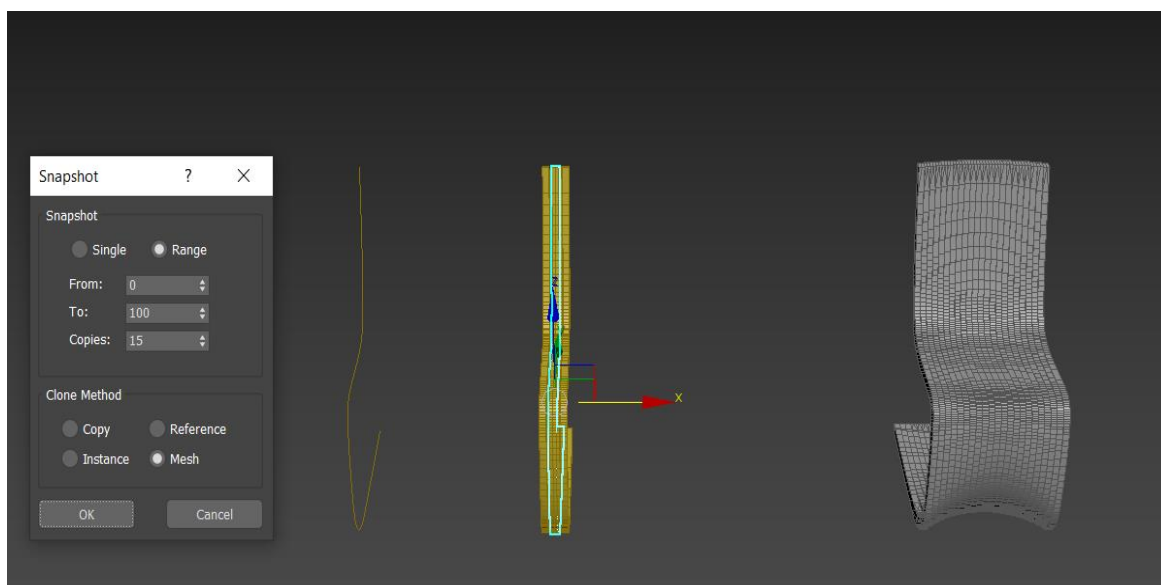


Рисунок 3.11 – Створення стільця

Якщо розглянути полігональне моделювання, то за допомогою цього методу створено такі об'єкти як телевізор, комод, стіл (рис. 3.12).

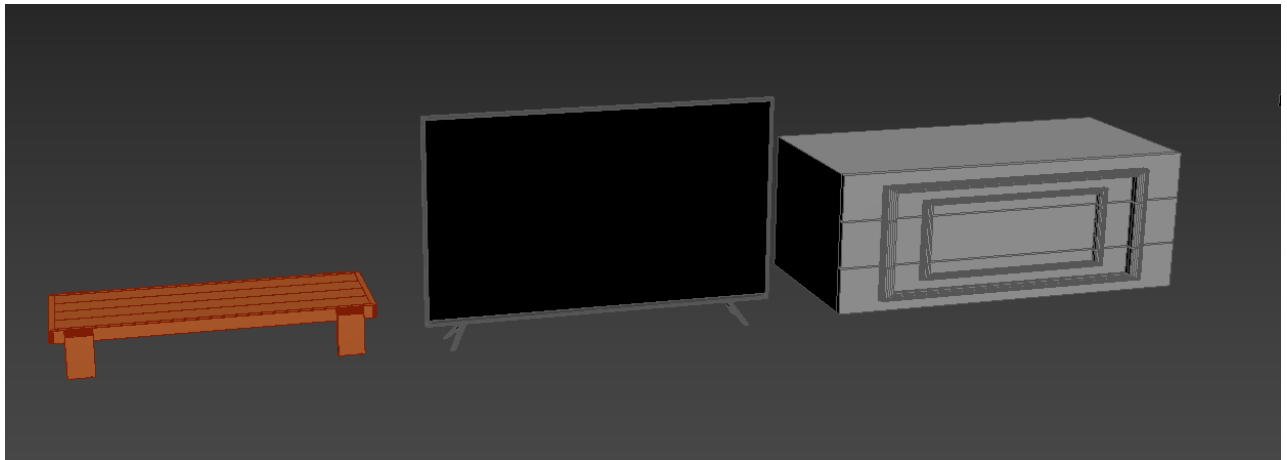


Рисунок 3.12 – Створення об'єктів інтер'єру

Після моделювання всіх об'єктів було зібрано в одну сцену, що показано на рисунку 3.13.



Рисунок 3.13 – Зібрана сцена

### 3.2 Налаштування віртуальних камер та освітлення сцени

Для візуалізації сцени потрібно встановити віртуальні камери, налаштувати композицію сцени, що забезпечить реалістичний вигляд рендеру. Використовувалися камери «CoronaCam». На рисунках 3.14 – 3.15 показано ракурси для рендерингу внутрішніх кімнат та будинку ззовні.

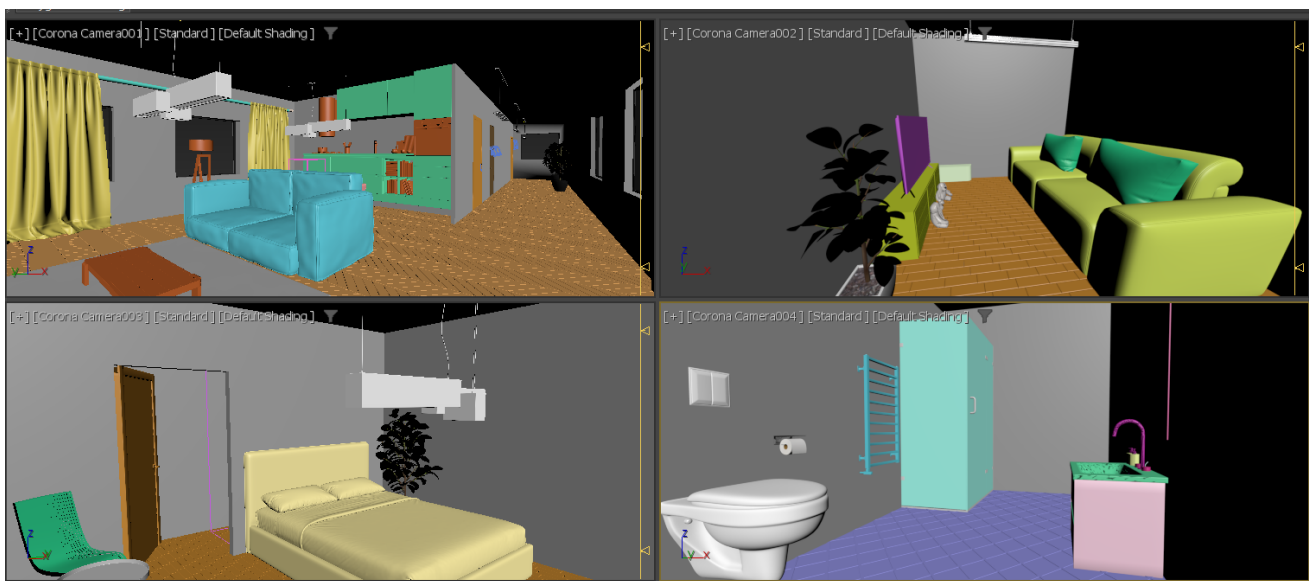


Рисунок 3.14 – Ракурси камер показу кімнат будинку



Рисунок 3.15 – Ракурс камери для показу будинку

Для налаштування освітлення за межами будинку додано карту «CoronaSky», що додає HDRI карту у вигляді неба та яку можна налаштувати в панелі матеріалів «Slate Material Editor». Щоб дана карта відображалась на рендері, її підключено до навколишнього середовища сцени (рис. 3.16).

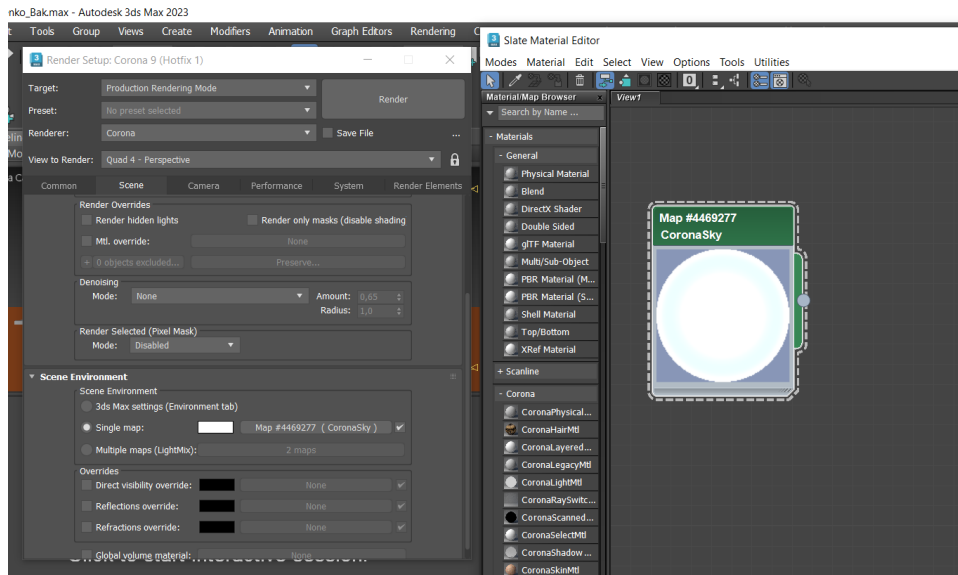


Рисунок 3.16 – Налаштування неба в сцені

Також додано джерела точкового світла «Corona Light» для освітлення кімнат та «Corona Sun», що імітує сонячне світло, для освітлення навколишнього середовища (рис. 3.17).

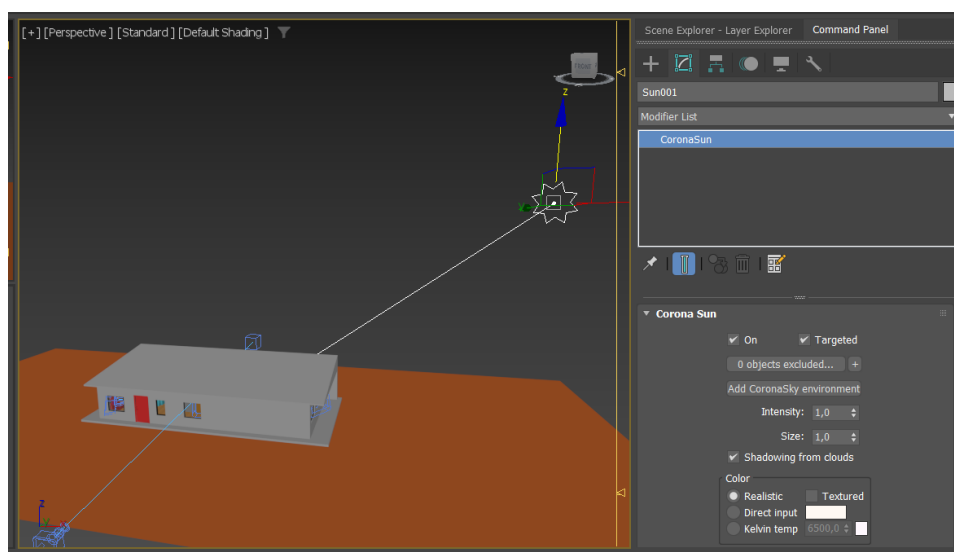


Рисунок 3.17 – Налаштування неба в сцені



На рисунку 3.18 показано, як відображається освітлення під час рендеру.



Рисунок 3.18 – Налаштування неба в сцені

### 3.3 Створення матеріалів та текстур

Після налаштування освітлення можна розпочати налаштування матеріалів об'єктів та їх текстуризацію. Матеріали створені за допомогою редактора матеріалів, специфічні саме для візуалізатора «Corona Renderer». Також використано матеріали з бібліотеки «CoronaMaterial».



Для налаштування килиму потрібні карта нормалей, яка додає рельєфності килиму, налаштована у програмному додатку Photoshop, та фото самого килима. Дані фотографії підключені за допомогою карти «BitMap». На рисунку 3.19 представлено створення та налаштування текстури килима, та як він виглядає на рендерингу.

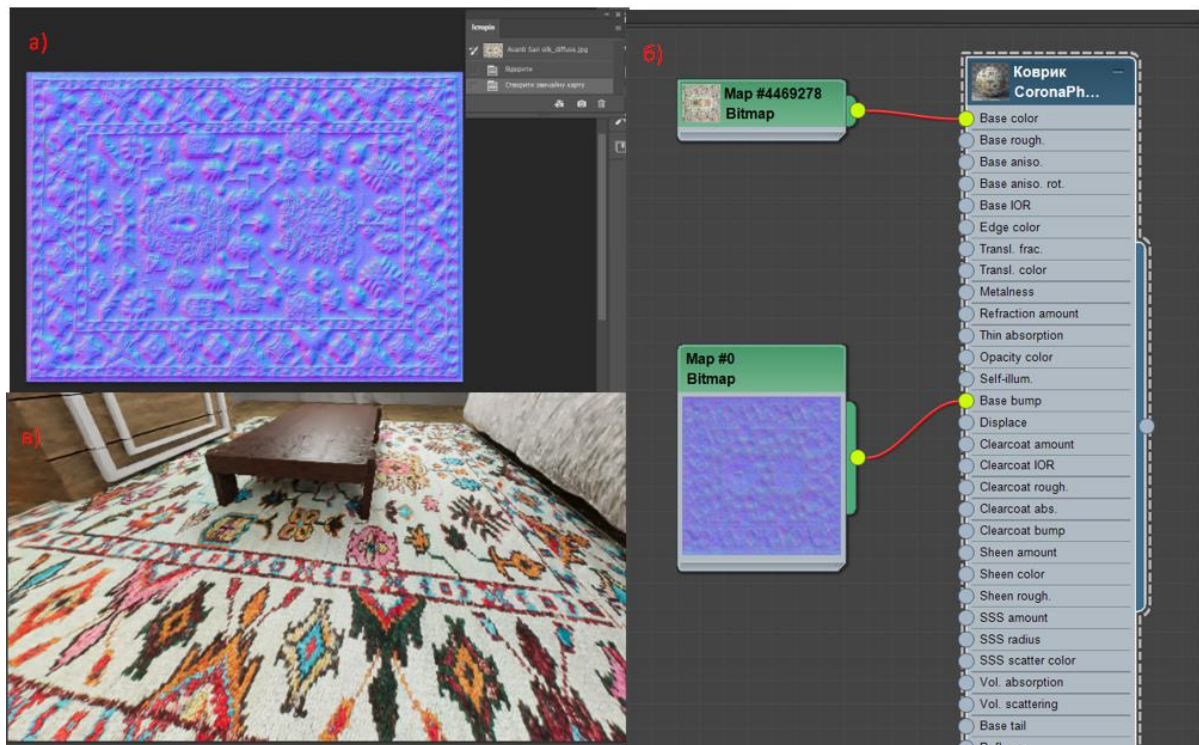


Рисунок 3.19 – Текстуризація килима: а) – створення карти нормалей для реалістичного відображення, б) – налаштування матеріалу килима, в) – рендеринг килима

Для накладання матеріалів на об'єкти, що повинні мати декілька різних текстур, використовувалась матеріал «Multi/Sub Material», який дає можливість застосувати декілька текстур на різних полігонах об'єктів. Щоб це зробити, потрібно в налаштуваннях об'єкта «Edit Poly» обрати режим редагування секцій полігонів та знайти пункт «Material IDs» та надати різним полігонам різні ID-номери. Потім у редакторі текстур з'єднати матеріали в єдиний матеріал «Multi/Sub Material». На рисунку 3.20 представлена послідовність створення матеріала столу за допомогою даного алгоритму.

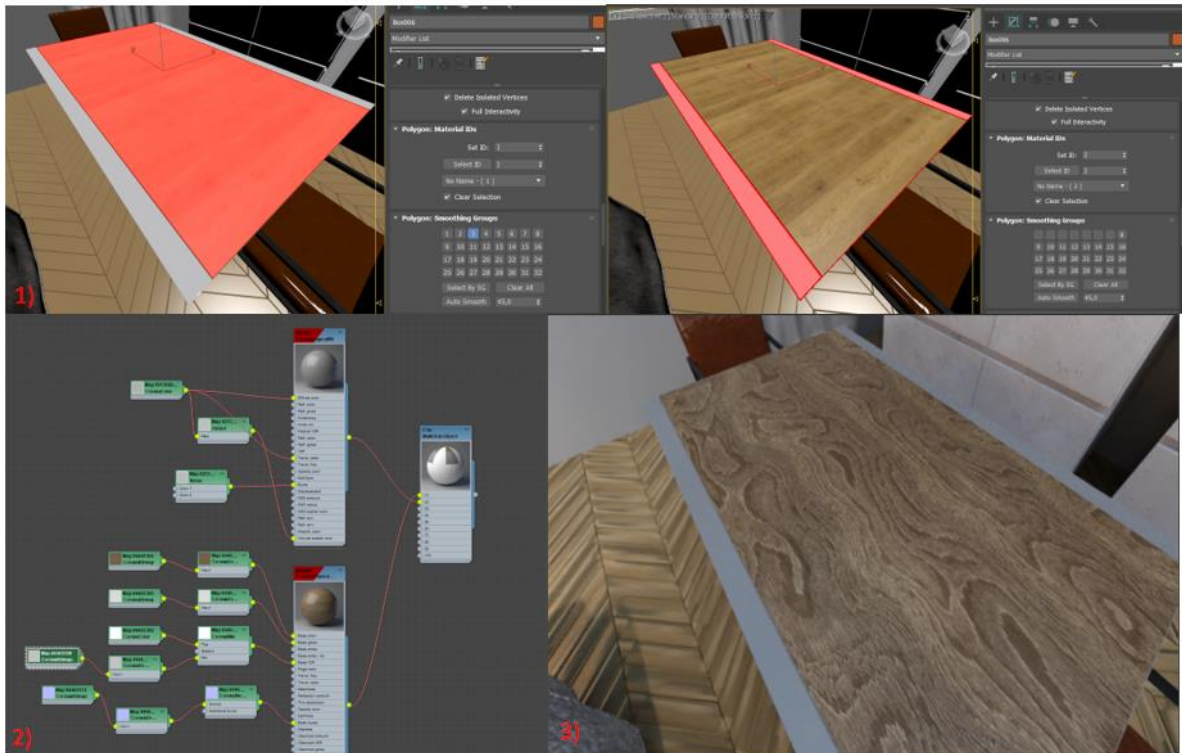


Рисунок 3.20 – Налаштування матеріала столу

Для правильного відображення текстур на моделях потрібно використати модифікатор «UVW Map» та обрати параметр, який підходить до обраного об'єкта. Розглянемо використання даного модифікатору на моделі дивану (рис. 3.21). Без модифікатору текстура на дивані виглядає нерівномірно та спотвореною, що може бути результатом неправильного накладення текстури на геометрію об'єкта. З використанням модифікатора «UVW Map» текстура рівномірно розподіляється по поверхні дивану, що надає моделі більш реалістичного вигляду.

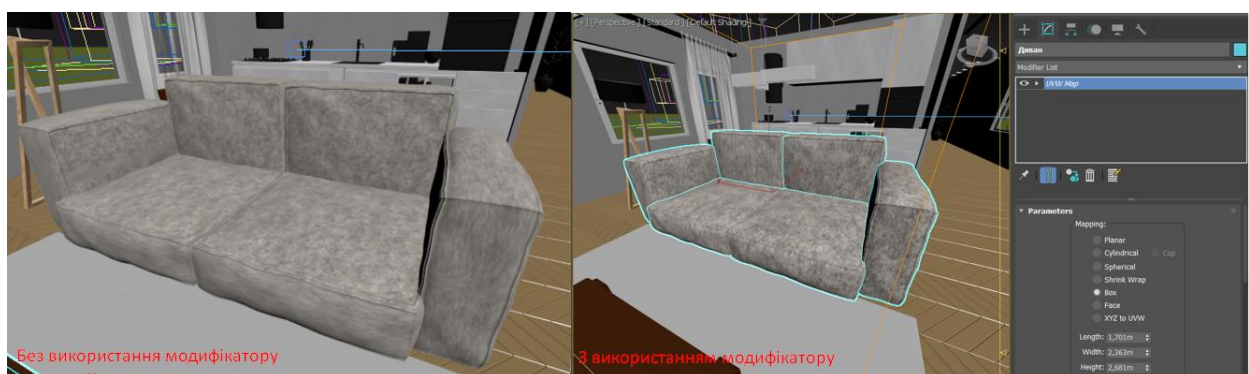


Рисунок 3.21 – Використання модифікатора «UVW Map»

Після налаштування всіх матеріалів сцена виглядає як на малюнку 3.22.



Рисунок 3.22 – Локація з матеріалами

### 3.4 Створення анімації та візуалізації

Для представлення моделі будинка створено анімацію обльоту камери по будинку з урахуванням, що анімація кожної кімнати має 150 кадрів (з частотою 30 кадрів/сек). Для цього на тайм-слайдері встановлено параметр на 150 кадрів та розміщено камеру на перший початковий кадр (рис. 3.23). Загалом було виконано рендер 4 кімнат із загальною кількістю у 600 кадрів.



Рисунок 3.23 – Налаштування анімації першої кімнати



Далі увімкнено інструмент «Auto Key», та встановлено на останній кадр зі зміненою позицією камери (рис. 3.24). Повторюємо дані дії з іншими кімнатами.

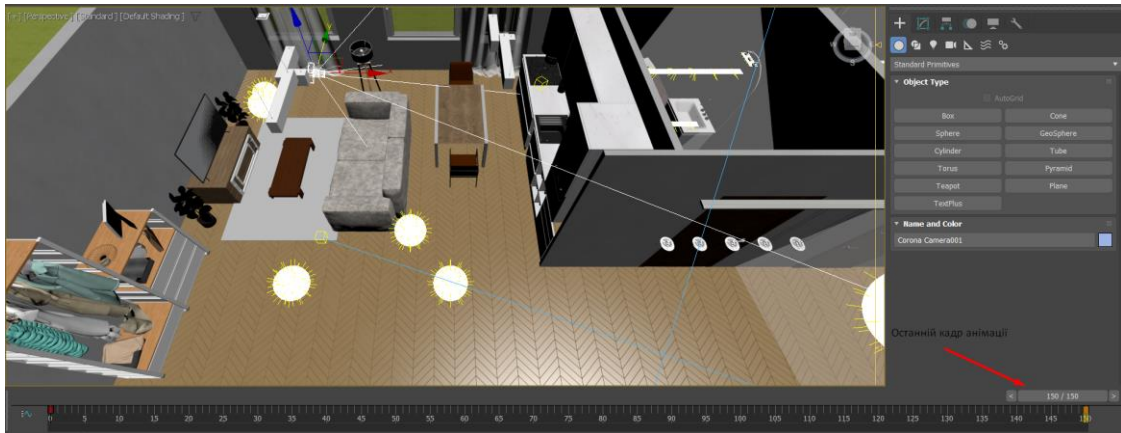


Рисунок 3.24 – Закінчення анімації

Для створення візуалізації використано «Corona Render». Цей додаток дозволяє виконувати пост-обробку візуалізованого зображення та накладати різні ефекти для підвищення реалістичності (рис. 3.25).



Рисунок 3.25 – Рендер кадру з постобробкою

«TONE MAPPING»: Цей параметр дозволяє змінювати загальний тон і контраст зображення. Використовується для налаштування динамічного діапазону і кольорів, щоб зробити зображення більш природним чи драматичним.

«BLOOM AND GLARE»: Цей параметр відповідає за створення ефекту блиску і відблисків на зображенні. Використовується для додавання реалістичних світлових артефактів, які виникають при зніманні яскравих джерел світла.

«SHARPENING/BLURRING»: Цей параметр дозволяє налаштовувати різкість або розмиття зображення. «SHARPENING» робить зображення більш чітким, підкреслюючи деталі, в той час як «BLURRING» створює ефект розмитості, який може бути використаний для створення художнього ефекту або приховання недоліків.

«DENOISING»: Цей параметр використовується для зменшення шуму на зображенні, який може з'явитися внаслідок недостатнього освітлення або високих значень ISO. Це дозволяє отримати більш чисте і гладке зображення.

Також «Corona Render» надає можливість корегувати час рендерингу, кількість шумів на зображення.

Якщо розглянути рендеринг анімації, то потрібно покадрово виконати рендеринг всіх налаштованих кадрів. Для цього потрібно в налаштуваннях Render Setup встановити опцію Active Time Segment, як показано на рисунку 3.26.

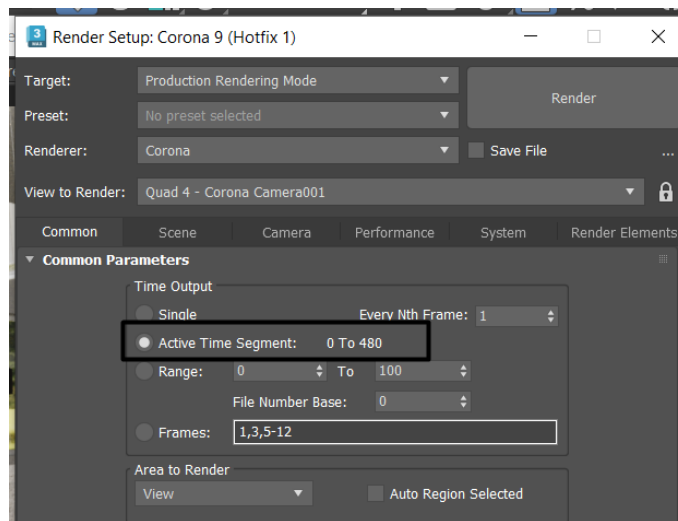


Рисунок 3.26 – Виставлення налаштувань для створення анімації

На рисунках 3.27 – 3.31 наведені фінальні зображення роботи.



Рисунок 3.27 – Візуалізація ванної кімнати

Ванну кімнату розроблено з урахуванням принципів сучасного мінімалізму та функціональності. Душова кабіна з прозорого скла встановлена для візуального розширення простору та створення відчуття відкритості. Підлога покрита текстурою, що імітує керамічну плитку. Перевага білого кольору на об'єктах додає простору легкості, що важливо для створення відчуття простору у кімнатах з обмеженою площею.





Рисунок 3.28 – Візуалізація головної кімнати

Вітальню, поєднану з кухнею, розроблено для відкритого простору, що забезпечує мінімізацію використаної площі будинку. Матеріал для кухонного гарнітуру виконано з використанням білого глянцевого пластику та темного дерева, що створює елегантний контраст. Підлога з паркету обрана з точки зору екологічності, бо використання даного матеріалу є екологічним.



Рисунок 3.29 – Візуалізація спальні

Спальню розроблено з урахуванням потреби знаходження біля захисної кімнати для швидкого переміщення у екстрених ситуаціях. Ліжко розташовано таким чином, щоб забезпечити легкий доступ до гардеробу та вікна, що забезпечує природне освітлення. Використання натуральних матеріалів для ліжка (дерево, текстиль) обґрунтоване також їх екологічністю та візуального розширення простору.



Рисунок 3.30 – Візуалізація захисної кімнати

Захисну кімнату розроблено з урахуванням принципів безпеки та комфорту, щоб забезпечити можливість тривалого перебування мешканців у випадку небезпеки. Приміщення розташоване в середині будинку, що додає додаткового захисту, і побудоване за правилами двох стін, що забезпечує максимальну стійкість до зовнішніх впливів. Внутрішній простір кімнати організовано таким чином, щоб забезпечити комфортне перебування. Особлива увага приділена ізоляції та безпеці, з використанням спеціальних будівельних матеріалів, що забезпечують захист від різних загроз. У тумбочці під телевізором зберігаються довготривалі продукти та вода.



Стіни виконані з армованого бетону та спеціальних ізоляційних матеріалів, що забезпечують стійкість до ударів, вибухів та інших загроз. Також наявний об'єкт фільтру захисту, що розташований зліва біля комоду, на випадок хімічної атаки.



Рисунок 3.31 – Візуалізація зовнішнього вигляду будинку

У процесі створення 3D моделі приватного будинку були виконані всі поставлені задачі: змодельовано корпус і об'єкти сцени, налаштовано віртуальні камери та освітлення, а також створено матеріали і текстури. Результатом є детально пророблена сцена з реалістичним освітленням і текстурами, готова для візуалізації та анімації. Результати даної роботи представлені на конференції «ІМА-2024» [11, 21].

## ВИСНОВКИ

В ході кваліфікаційної роботи був проведений аналіз тематичних напрямків, актуальних для розробки майбутньої концепції приватних будинків з вбудованим укриттям.

Проведений огляд останніх досліджень та аналіз існуючих продуктів-аналогів дозволив з'ясувати актуальні тенденції та переваги наявних рішень. Постановка задачі та вибір засобів реалізації були здійснені з урахуванням вимог сучасного ринку та потреб користувачів.

Було сформульовано постановку задачі, мету роботи та основні вимоги до створюваного концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям. Чітко описано головні критерії розробки концепції, її функціональні можливості та загальний вигляд, які детально визначені у технічному завданні на розробку проекту (додаток А).

Для ефективного виконання роботи містить повне планування усіх робіт по даному проекту, включаючи аналіз можливих ризиків та створення плану робіт у формі діаграми Ганта (Додаток Б).

У процесі структурно-функціонального моделювання проекту створено контекстну діаграму та проведено декомпозицію першого рівня до даної діаграми, що деталізувало етапи моделювання сцени. Також застосовано методологію UML для побудови діаграми варіантів використання, що відображає взаємодію користувачів з результатами проекту.

Практичне значення роботи полягає в створенні локації, яку можуть використовувати будівельні компанії, архітектори, дизайнери, майбутні власники будинків, експерти зі сталого будівництва та представники уряду для вдосконалення проектів, інтеграції екологічних аспектів та розвитку інфраструктури, а також для демонстрації товарів і послуг у реалістичному 3D середовищі з метою залучення нових клієнтів і підвищення продажів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. SuperMap GIS. 3D Digital Plan Platform for Rescue and Firefighting Through 2D&3D GIS Integration [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.linkedin.com/pulse/3d-digital-plan-platform-rescue-firefighting-through-2d3d-gis/> (дата звернення 24.04.2024).
2. 360 Market Updates. Bomb Shelter and Fallout Shelter Market [Latest Size] Share, Trends | 2030 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.linkedin.com/pulse/bomb-shelter-fallout-market-latest-size-share-trends-fofwc/> (дата звернення 24.04.2024).
3. Atlas Survival Shelters is the Worlds No 1 Bunker Builder. Atlas Survival Shelters - Best Underground Shelters / Bunkers, Steel Fallout Shelters & Bomb Shelters In The Industry [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу <https://atlassurvivalshelters.com/> (дата звернення 24.04.2024).
4. Касьянова Д. За кам'яною стіною: Як в Ізраїлі будують укриття [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://birdinflight.com/architectura-uk/20220411-mamad.html> (дата звернення 24.04.2024).
5. Yaroshenko O. Trends in architecture 2023. // Amazing Architecture. 2023. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://amazingarchitecture.com/articles/trends-in-architecture-2023> (дата звернення 24.04.2024).
6. Mohon J. 3D Modeling of Safety-Related Upgrade Pilot Project. 13th Nuclear Plant Instrumentation, Control and Human-Machine Interface Technologies, NPIC and HMIT 2023. 2023. P. 8.
7. Things You Don't Know About Singapore's HDB Bomb Shelters. ELPIS Best Interior Design in Pahang Street Singapore [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://elpisinterior.com.sg/hdb-bomb-shelter/> (дата звернення 24.04.2024).

8. Improving project communication in the architecture, engineering and construction industry: Coupling virtual reality and laser scanning / F. M. Dinis et al. *Journal of Building Engineering*. – 2020 – [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101287> (дата звернення 24.04.2024).

9. Ansari M. Feasibility study of using 3D printer in the construction of emergency shelters for critical situations. Iran, 2022. 92 p.

10. Labuda I., Pugliese F., Dzwierzynska J. An Innovative Concept for 3D Sand-Printed Sustainable Refugee Shelters in a Sandy Desert in a Hot and Dry Climate. *Sustainability*. [Електронний ресурс] – 2024 – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.3390/su16062294> (дата звернення 24.04.2024).

11. Дудченко К. О., Лавров Є. А. Класифікатор для аналізу проектів переобладнання житлових приміщень під проекти бомбосховища // Інформатика, математика, автоматика : матеріали та програма Міжнар. наукової конференції молодих учених, (Суми - Астана, 22-24 квітня 2024 р.) / Відп. за вип. Ю. Волк – Суми: СумДУ, 2024. – С. 184-185.

12. Bunker House, Ukraine by Sence Architects [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://amazingarchitecture.com/visualization/bunker-house-ukraine-by-sence-architects> (дата звернення 26.04.2024).

13. Проектування, інжиніринг бомбосховищ, фортифікаційних споруд та кімнат безпеки [Електронний ресурс]. – 2022 – Режим доступу до ресурсу: <https://ukryttia.com.ua/proektuvannya.html> (дата звернення 26.04.2024).

14. Villar O. *Learning Blender*. Addison-Wesley Professional, 2021. – 448 pp.

15. Unreal engine [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.unrealengine.com> (дата звернення 26.04.2024).

16. 3D computer animation, modeling, simulation, and rendering software [Електронний ресурс] // Autodesk. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.autodesk.com/products/maya/overview?support=ADVANCED&plc=МАЯ&term=1-YEAR&quantity=1> (дата звернення 27.04.2024)

17. Алексенко О.В. Технології програмування та створення програмних продуктів: конспект лекцій для студ. напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки» усіх форм навчання / О.В. Алексенко. – Суми: СумДУ, 2013. – 133 с.

18. Fowler M. UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language / M. Fowler. – Boston: Addison-Wesley Professional, 2018. – 191 p.

19. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/08/DBN\\_V-2-2-15-2019.pdf](https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2019/08/DBN_V-2-2-15-2019.pdf) (дата звернення 27.04.2024).

20. FloorGenerator. CG-Source [Електронний ресурс]. URL: <https://cgsource.com/FloorGenerator> (дата звернення 27.04.2024).

21. Дудченко К. О., Баранова І. В. Створення 3D моделі сімейного будинку з урахуванням післявоєнного стану України // Інформатика, математика, автоматика : матеріали та програма Міжнар. Наукової конференції молодих учених, (Суми - Астана, 22-24 квітня 2024 р.) / Відп. за вип. Ю. Волк – Суми: СумДУ, 2024. – С. 163.

22. Управління проектами : навч. посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2021. 152 с.

23. Alutbi M. Work Breakdown Structure (WBS). 2020. 11 p.

24. Електронний курс "Управління IT-проектами" (автор Антипенко В.П.) [Електронний ресурс] – 2023 – Режим доступу до ресурсу: <https://mix.sumdu.edu.ua/info/nmk/eb5a2e1ef6dd-45e4-b33f-04ef4e410b9f> (дата звернення 27.04.2024).

25. Проектний аналіз: навч. посібник / Н.Й. Басюркіна, С.А. Горбаченко, В.А. Карпов, Р.І. Шевченко-Перепьолкіна (за редакцією проф. Карпова В.А.). – К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 324 с.

26. Управління проектами та ризиками : Навчальний посібник / О.І. Яковенко. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2019. 196 с.

**ДОДАТОК А.  
ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на створення графічного продукту  
«3D модель концепту приватного будинку майбутнього  
з вбудованим укриттям»**

**ПОГОДЖЕНО:**

Доцент кафедри інформаційних технологій

\_\_\_\_\_ Баранова І.В.

Студент групи ІТ-03

\_\_\_\_\_ Дудченко К. О.

**Суми 2024**

## **1 Призначення й мета створення 3D моделі концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям**

### **1.1 Призначення 3D моделі**

Дана робота призначена для представлення нового концепту приватного будинку, що враховує в собі не лише поточні тенденції в будівництві, але й висуває нові вимоги безпеки та екологічності.

### **1.2 Мета створення проєкту**

Мета полягає у створенні 3D моделі концепту типового будинку, який спеціально адаптований до ландшафту України та враховує потреби сьогодення та майбутнього, з метою забезпечення безпеки для мешканців.

### **1.3 Цільова аудиторія**

Цільова аудиторія для цього проєкту включає будівельні компанії та розробників, які шукають нові концепції будівництва, архітекторів та дизайнерів, зацікавлених у творчих інноваціях, майбутніх власників будинків, які хочуть оптимальний дизайн для своїх потреб, експертів у галузі сталого будівництва, що цікавляться екологічними аспектами, а також представників уряду та місцевих органів, які мають інтерес до розвитку інфраструктури та регулювання будівництва в країні.

## **2 Вимоги до проєкту**

### **2.1 Вимоги до проєкту в цілому**

Структура та функціонування проєкту вимагають:

1. Створення високоякісної моделі приватного будинку: Врахування всіх деталей та аспектів будівництва, щоб створити деталізовану та якісну модель будинку.

2. Розробка матеріалів та текстуровання для всіх об'єктів проекту: Створення текстур, які відображають реалістичність матеріалів, використаних у будівництві, для подальшої імплементації на моделях.

3. 3D візуалізація інтер'єру та екстер'єру будинку: Створення візуального відображення як внутрішнього, так і зовнішнього середовищ будинку, щоб продемонструвати його обсяг та вигляд.

4. Фото-реалістичне зображення та анімація огляду з камери: Створення зображень, які відображають будинок максимально реалістичною, а також анімації для демонстрації його деталей з різних ракурсів.

## **2.2 Вимоги до функції моделі**

Модель має точно передавати особливості архітектури приватного будинку, включаючи розташування, форму та розміри будівлі, місця входів та виходів та інші ключові аспекти.

## **2.3 Вимоги до програмного та апаратного забезпечення**

Для запуску та використання програмного продукту 3Ds Max та перегляду моделі необхідно мати наступні системні вимоги:

- Операційна система - Windows 10, Windows 11;
- Процесор - 64-розрядний процесор;
- Обсяг оперативної пам'яті - не менше 4 ГБ (рекомендується 8 ГБ і більше);
- Вільне місце на жорсткому диску повинно бути мінімум 9 ГБ.

## **2.4 Вимоги до збереження інформації**

Модель потрібно зберегти у форматі файлу, який підтримується, для зручного обміну даними з іншими програмами та користувачами. Серед популярних форматів - OBJ, FBX, STL, а також формати, специфічні для конкретних програм.



### **3 Структура 3D моделі концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям**

#### **3.1 Наповнення 3D проєкту**

Проєкт містить у себе наступні пункти:

1. 3D модель будинку: Деталізована модель будинку, яка відображає архітектурний дизайн, конструкцію, матеріали, елементи ландшафту.
2. Текстури і матеріали: Фото-реалістичні текстури для усіх елементів будинку, таких як стіни, підлога, дах, меблі, інтер'єрні елементи.
3. Візуалізація: Візуалізація інтер'єру та екстер'єру будинку з використанням освітлення, тіней, кольорів і матеріалів.
4. Фото-реалістичні зображення: Високоякісні зображення будинку з різних ракурсів і кутів зору, щоб показати його вигляд та деталі.
5. Анімація огляду з камери: Анімаційне відео, яке демонструє будинок з різних ракурсів та вигляд інтер'єру будинку.
6. Документація проєкту: Опис процесу розробки, використані програми, матеріали, джерела, технічні характеристики.

#### **3.2 Дизайн та структура 3D моделі**

Загальний образ включає елементи інтер'єру та екстер'єру будинку з дотриманням реалістичних пропорцій моделі. Матеріали та текстури повинні відповідати реальності, а візуалізація у форматі зображення має наближатися до реальної фотографії. Анімаційне відео повинно відображати інтер'єру будинку.

### **4. Склад і зміст робіт зі створення 3D моделі концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям**

Докладний опис етапів роботи зі створення 3D моделі локації наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Етапи створення 3D моделі концепту приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
1	Дослідження предметної області	2 дні
2	Визначення актуальності роботи	2 дні
3	Аналіз існуючих продуктів аналогів	2 дні
4	Ідентифікація ідей	3 дні
5	Розділення проекту на складові частині моделювання	2 дні
6	Створення основного каркасу будинку	16 днів
7	Розташування камери	1 день
8	Налаштування освітлення	1 день
9	Текстурування об'єктів моделі	2 дні
10	Створення візуалізації	4 днів
11	Виправлення помилок	2 дні
12	Підготовка документації	1 дні
13	Публікація проекту	1 день
	Загальна тривалість робіт	38 днів

## **ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ**

Метою роботи є представлення типового сімейного будинку, який надалі можна будувати в Україні з врахуванням необхідних потреб країни у майбутньому.

Для досягнення мети проекту необхідно виконати наступні задачі:

- Оцінити актуальність проекту та провести дослідження відповідної області, включаючи аналіз аналогів 3D візуалізацій моделей;
- Сформулювати технічні вимоги та розробити план реалізації IT-проекта; Провести розробку структури моделі будинку;
- Створити текстури та матеріали для всіх частин проекту;
- Здійснити 3D візуалізацію як внутрішнього, так і зовнішнього оформлення готової моделі.

### **Б.1 Деталізація мети проекту методом SMART**

Метою проекту є створення тривимірної моделі приватного будинку майбутнього за допомогою обраного програмного забезпечення. Використання сучасних технологій у будівництві дозволить розробляти більш стійкі та енергоекономічні будівлі, що є надзвичайно важливим у період після конфліктів та руйнувань. Крім того, створення просторів для спільнот та сімей, які втратили свої житла через війну, може сприяти їхній соціальній інтеграції та відновленню важливих соціальних зв'язків.

Отже, можемо сформулювати деталізацію мети проекту за п'ятьма факторами методом SMART [22]. Деталізація буде відбуватися за допомогою п'ятих факторів: конкретна (Specific), вимірювана (Measurable), досяжна (Achievable), реалістична (Relevant), обмежена у часі (Time-framed). Результати наведені у таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Формалізація мети за технологією SMART

Specific	Візуалізація 3D моделі приватного будинку майбутнього з вбудованим укриттям.
Measurable	Результатом є 3D модель, яку можна використовувати в інших суміжних проєктах.
Achievable	Робота виконується за допомогою програм 3DsMax, Corona Render, Adobe Photoshop.
Relevant	Тривимірне моделювання допомагає краще зрозуміти простір та функціональність будівель, тому цей проєкт актуальний для створення тривимірної моделі приватного будинку. Це відкриває можливість використання проєкту як основи для майбутніх моделювань приватних будинків з урахуванням їхньої конструкції.
Time-bound	Обмежений у часі проєкт візуалізації будівлі має чітко встановлений термін, а саме 30 травня 2024 року.

## Б.2 Планування змісту робіт та структури виконавців

Планування змісту робіт. WBS, або розбиття робіт на пакети, – це спосіб показати елементи проєкту у вигляді ієрархічної структури, де кожен рівень деталізує певний аспект проєкту. На найвищому рівні WBS визначається основний продукт проєкту, а на наступних рівнях вказуються дії або конкретні етапи, необхідні для його досягнення [23]. На рисунку Б.1 показано WBS-структуру проєкту.

Організаційна структура робіт (OBS) визначає, як робота розподіляється між учасниками проєкту на основі робочої розбивки (WBS), відображаючи команду проєкту на верхньому рівні, організації або відділи на наступному рівні, і конкретні особи або команди на найнижчому рівні, щоб чітко визначити ролі та відповідальність кожного учасника, полегшити комунікацію та забезпечити ефективне виконання проєкту [24]. На рисунку Б.2 представлено організаційну структуру планування проєкту.

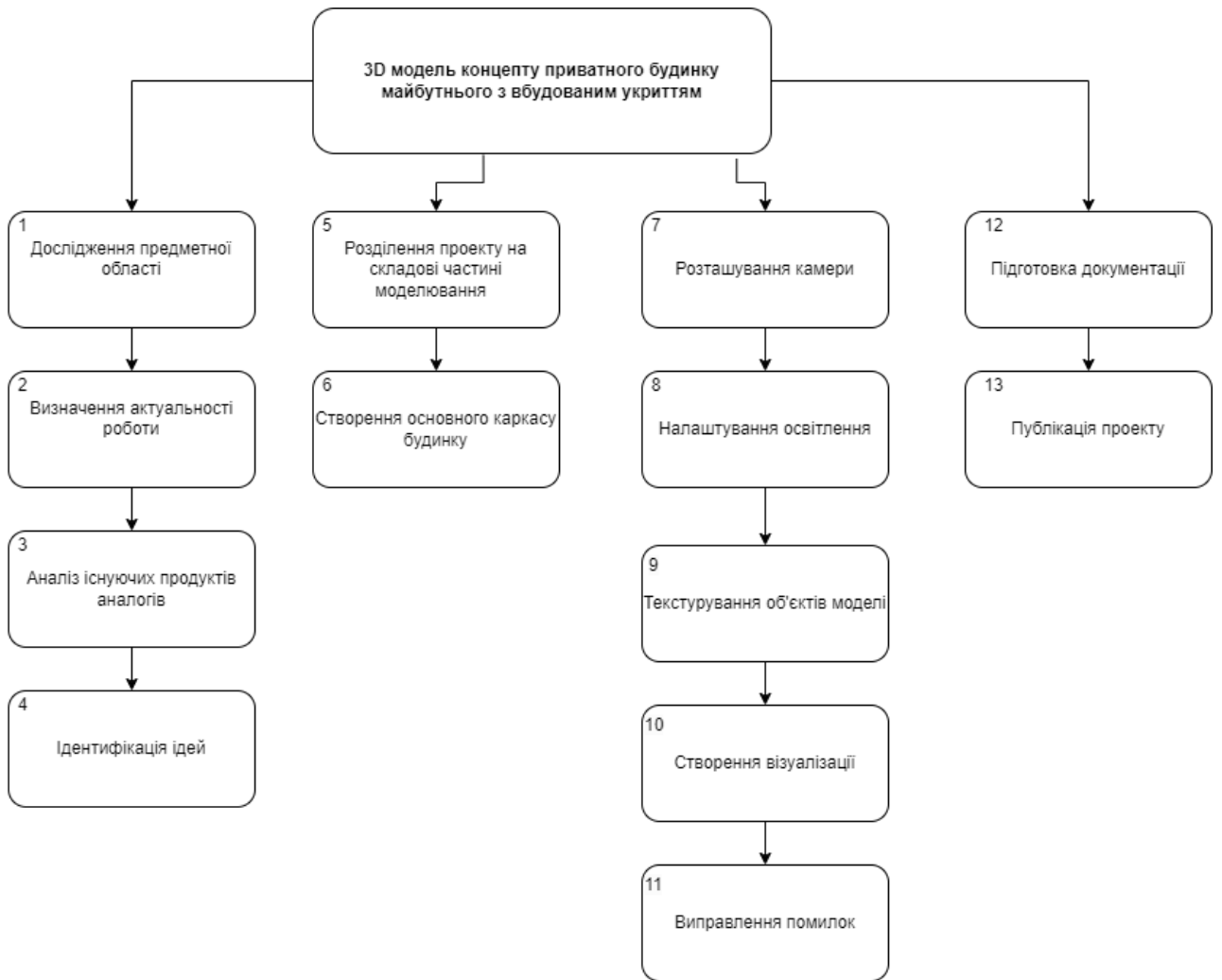


Рисунок Б.1 – WBS-структура робіт проекту

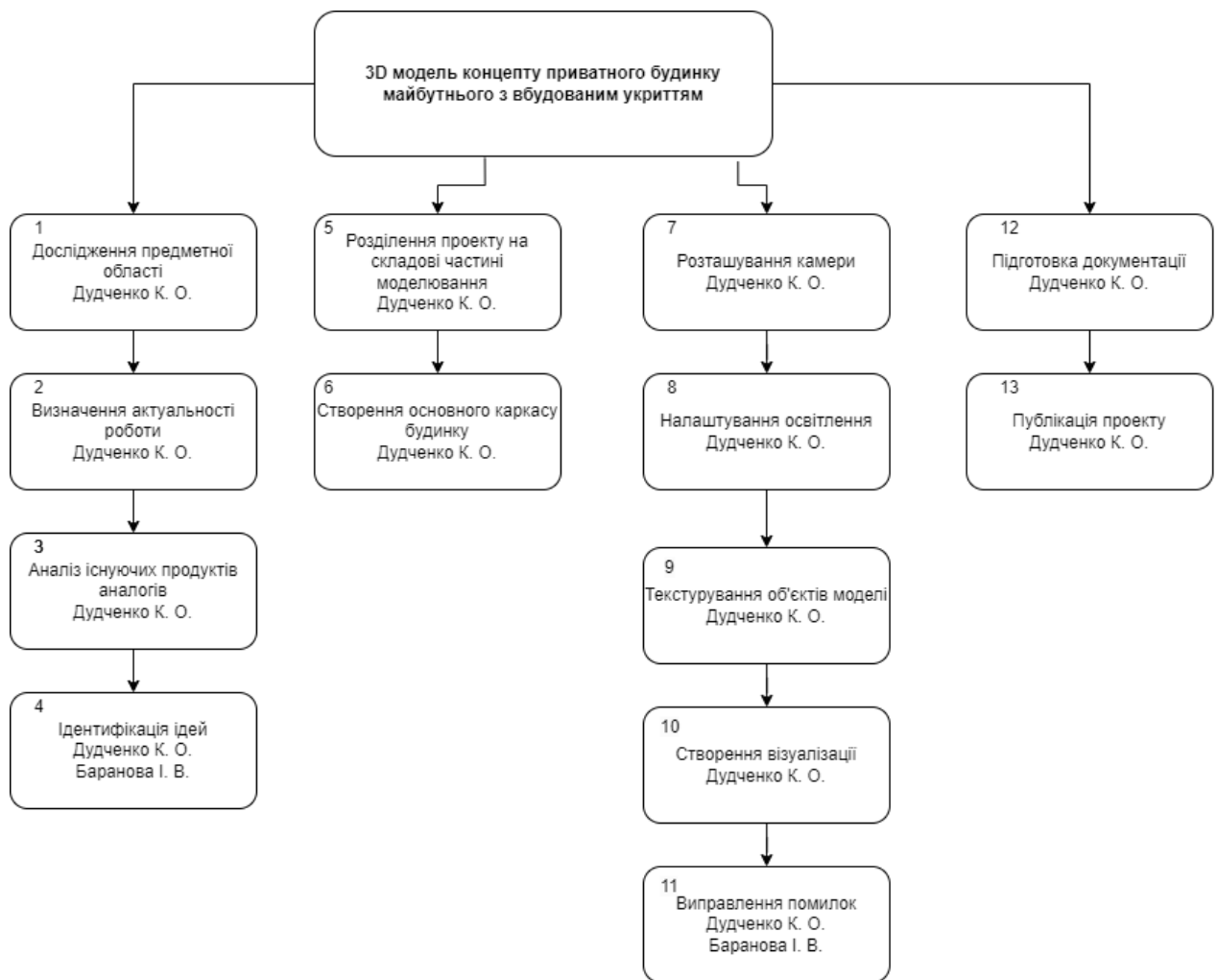


Рисунок Б.2 – OBS-структура робіт проект

### Б.3 Діаграма Ганта

Діаграма Ганта – це інструмент проектного управління, який візуалізує план проекту у вигляді горизонтальної панелі, де кожна справа представлена як смуга, розміщена відповідно до часового графіку виконання. Це дає змогу проектній команді чітко бачити послідовність завдань, їх тривалість та залежності між ними, що допомагає керувати проектом та вчасно виявляти можливі затримки [25]. Календарний графік проекту представлено на рисунку Б.3.

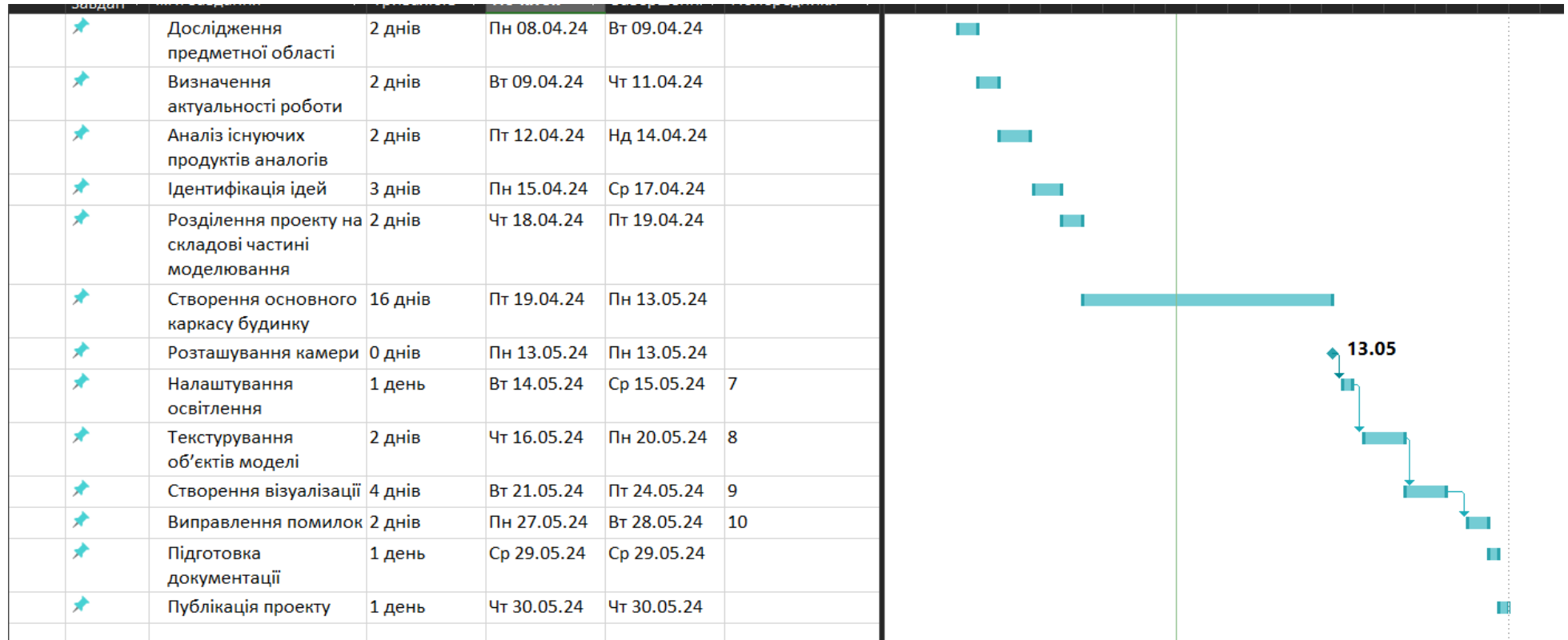


Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта

#### Б.4 Управління ризиками проєкту

Під час аналізу потенційних небезпек важливо визначити ті небезпеки, що потребують негайного врегулювання. Залежно від ступеня важливості кожної небезпеки буде прийняте відповідне рішення. Потім потрібно приступити до кількісної оцінки ризиків. Ці два види оцінок можна проводити одночасно або окремо, залежно від потреб конкретного проєкту [26]. У таблиці Б.2 представлено можливі ризики, які можуть виникнути при виконанні проєкту.

Таблиця Б.2 – Можливі ризики

№ ризику	Назва ризику
1	Створення надмірної кількості моделей
2	Невизначення завдання на проєктування
3	Допуск помилок у фінальній версії проєкту
4	Велика кількість полігонів у 3D об'єктах
5	Вибір неефективної технології для розробки
6	Неправильний розрахунок обсягу виконання проєкту
7	Низький рівень кваліфікації автора
8	Втрата з'єднання з інтернетом

Оцінки ризиків, ймовірність та вплив описані в таблиці Б.3. У таблиці Б.4 представлена матриця ймовірності та впливу, яка побудована на основі таблиці Б.3. Зеленим кольором на матриці позначають прийнятні ризики, жовтим – виправдані, а червоним – неприпустимі.



Таблиця Б.3 – Визначення ймовірності, впливу та рангу ризиків проекту

№ ризику	Назва (опис) ризику	Ймовірність (0,1-0,9)	Вплив (0,05-0,8)	Ранг
1	Низький рівень кваліфікації автора	0,1	0,4	0,04
2	Створення надмірної кількості моделей	0,3	0,2	0,06
3	Постановка завдання на проектування не досконало прописана	0,3	0,4	0,12
4	Вибір неефективної технології для розробки	0,7	0,8	0,56
5	Неправильний розрахунок обсягу виконання проекту	0,1	0,2	0,02
6	Допуск помилок у фінальній версії проекту	0,5	0,8	0,4
7	Велика кількість полігонів у 3D об'єктах	0,3	0,8	0,24
8	Втрата з'єднання з інтернетом	0,1	0,2	0,02

Таблиця Б.4 – Матриця ймовірності та впливу згідно проекту

Ймовірність ризику (Й)	Вплив загрози (ризик)				
	Дуже малий	Малий	Середній	Великий	Дуже великий
	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
0,9	0,045	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,035	0,07	0,14	0,28	0,56 <b>R4</b>
0,5	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4 <b>R6</b>
0,3	0,015	0,03	0,06 <b>R2</b>	0,12 <b>R3</b>	0,24 <b>R7</b>
0,1	0,005	0,01	0,02 <b>R5,R8</b>	0,04 <b>R1</b>	0,08

Класифікація ризиків за рівнем відповідно до отриманого значення індексу представлена у таблиці Б.5.

Таблиця Б.5 – Шкала оцінювання за рівнем ризику.

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

За допомогою даних з таблиці Б.5 була проведена переоцінка ризиків проекту, результати якої були внесені до таблиці Б.6. Нові дані дозволили класифікувати ризики як "Прийнятні", "Виправдані" та "Неприпустимі", і цю інформацію також було внесено до таблиці Б.7. У таблиці Б.8 описано ризики та стратегії реагування на кожен з них.

Таблиця Б.6 – Результати застосування стратегій реагування

№	Назва ризику	Стратегія реагування на загрозу	Відповідні заходи	Результат
4	Вибір неефективної технології для розробки	Пом'якшення	Оцінити методи та інструменти для виконання проекту	0,09
6	Допуск помилок у фінальній версії проекту	Ухилення	Перевірка моделей на помилки повторно до випуску фінальної версії.	0,075
7	Велика кількість полігонів у 3D об'єктах	Ухилення	Використання додаткових функцій програмного забезпечення для зменшення кількості полігонів.	0,1

Таблиця Б.7 – Шкала оцінювання за рівнем ризику

№	Назва	Межі	Ризики, які входять (номера)
1	Прийнятні	$0,005 \leq R \leq 0,05$	1,5,8
2	Виправдані	$0,05 < R \leq 0,14$	2,3,4,6,7
3	Неприпустимі	$0,14 < R \leq 0,72$	Відсутні

Таблиця Б.8 – Ризики та стратегії реагування

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
1	Виправданий	Низький рівень кваліфікації автора	0,1	0,4	0,04	Проведення навчання	Ухилення	Залучення експерта
2	Виправданий	Створення надмірної кількості моделей	0,3	0,2	0,06	Оптимізація процесів	Ухилення	Перегляд розрахунку
3	Виправданий	Постановка завдання на проектування не досконало прописана	0,3	0,4	0,12	Уточнення завдання	Ухилення	Залучення експерта

Продовження таблиці Б.8

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
4	Прийнятний	Вибір неефективної технології для розробки	0,9	0,1	0,09	Перевірка альтернативних технологій	Зменшення	Перегляд графіку виконання проекту
5	Виправданий	Неправильний розрахунок обсягу виконання проекту	0,1	0,2	0,02	Переоцінка обсягу роботи	Зменшення	Перегляд графіку виконання проекту

Продовження таблиці Б.8

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
6	Виправданий	Допуск помилок у фінальній версії проекту	0,7	0,1	0,07	Вдосконалення процесу тестування	Ухилення	Перевірка проекту перед завершенням
7	Виправданий	Велика кількість полігонів у 3D об'єктах	0,5	0,2	0,1	Оптимізація моделей	Зменшення	Знаходження та вивчення більш ефективних алгоритмів
8	Прийнятний	Втрата з'єднання з інтернетом	0,1	0,2	0,02	Резервне забезпечення зв'язку	Зменшення	Перегляд плану роботи відсутності зв'язку