

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
**Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання**  
**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: Візуалізація 3D моделі старовинної української хати

Здобувача (ки) групи ІТз-03-2с Шоренко Наталії Володимирівни  
(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)

Наталія ШОРЕНКО  
(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  
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання  
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**

*Шоренко Наталії Володимирівни*

**1 Тема роботи** Візуалізація 3D моделі старовинної української хати

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

затверджені наказом по університету від « 13 » травня 2024 р. № 0516-VI

**2 Строк подання студентом роботи** « 26 » травня 2024 р.

**3 Вхідні дані до роботи** технічне завдання, фото об'єктів

**4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** аналіз предметної області, постановка задачі, проектування 3D моделі української старовинної хати, практична реалізація моделі, висновки

**5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** актуальність роботи, мета та задачі, аналіз аналогів 3D моделей старих будівель, вимоги до проєкту, структурно-функціональний аналіз, засоби реалізації, практична реалізація 3D моделі хати: моделювання об'єктів, фінальна візуалізація, висновки

**6. Консультанти розділів роботи:**

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ініціалізація та дослідження предметної області	08.04.24 – 10.04.24	
2	Оформлення технічного завдання	11.04.24 – 13.04.24	
3	Планування робіт проєкту	14.04.24 – 16.04.24	
4	Огляд останніх досліджень та аналогів	17.04.24 – 24.04.24	
5	Постановка задачі	25.04.24 – 28.04.24	
6	Вибір засобів реалізації	29.04.24 – 01.05.24	
7	Структурно-функціональний аналіз	02.05.24 – 07.05.24	
8	Моделювання 3D моделі української старовинної хати	08.05.24 – 21.05.24	
9	Візуалізація фінальної сцени	22.05.24 – 24.05.24	
10	Оформлення документації	25.05.24 – 02.06.24	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Наталія ШОПЕНКО

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

к.т.н., доц. Ірина БАРАНОВА

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Візуалізація 3D моделі української старовинної хати».

Пояснювальна записка складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел із 25 найменувань, 58 рисунків, 2 додатків. Загальний обсяг роботи – 76 сторінок, у тому числі 53 сторінок основного тексту, 3 сторінки списку використаних джерел, 20 сторінок додатків.

Актуальність роботи полягає в тому, що реалізація проєкту засобами комп'ютерної графіки сприятиме збереженню культурних, архітектурних та побутових особливостей шляхом відтворення 3D моделі традиційної української хати.

Метою роботи є розробка та візуалізація тривимірної моделі старовинної української хати зі збереженням автентичних деталей інтер'єру та екстер'єру використовуючи за референс цифрові фотографії хатин XIX-XX століття, що забезпечить подальше ознайомлення та вивчення особливостей житлових будинків зацікавленими особами.

В першому розділі досліджено предметну область та аналогічні проєкти від 3D дизайнера Назарія Дубіва і студії Skeiron. Проведено аналіз існуючих програмних засобів для розробки 3D моделей та обрано для реалізації 3Ds Max.

В розділі 2 виконано структурно-функціональний аналіз проєкта, що відображено в діаграмі IDEF0 та діаграмі варіантів використання.

В розділі 3 описується процес розробки тривимірної сцени української старовинної хати разом з подальшим її текстуруванням та візуалізацією.

Ключові слова: 3D модель, українська хата, 3Ds Max, текстури, матеріали, візуалізація.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Аналіз предметної області 3D моделювання об'єктів культурної спадщини .....	8
1.1 Огляд останніх досліджень .....	8
1.2 Аналіз існуючих продуктів-аналогів.....	10
1.3 Постановка задачі.....	15
1.4 Вибір засобів реалізації .....	16
2 Моделювання процесу візуалізації тривимірної моделі .....	19
2.1 Структурно-функціональне моделювання.....	19
2.2 Діаграма варіантів використання.....	21
3 Практична реалізація проєкту .....	23
3.1 Моделювання будівлі .....	23
3.2 Моделювання елементів сцени хати.....	27
3.3 Налаштування матеріалів .....	39
3.4 Налаштування освітлення та візуалізація.....	44
Висновки .....	53
Список використаних джерел .....	54
Додаток А. Технічне завдання .....	57
Додаток Б. Планування робіт.....	62

## ВСТУП

3D моделювання — це область комп'ютерної графіки, яка займається розробкою тривимірних об'єктів. Кожна людина повсякденно стикається з результатами тривимірного моделювання – будь то візуалізації інтер'єрів, архітектурних проєктів, фільмів, реклами, анімації ігор, презентацій продуктів чи навіть наукових аналізів і медичної діагностики. В даний час 3D-графіка широко використовується в повсякденному житті, хоча ми не завжди це усвідомлюємо. Розвиток програмного забезпечення та технологій значно пришвидшує роботу, що також призводить до популярності цієї сфери.

Впровадження цифрових технологій не оминуло і культурно-історичну сферу. Це впливає на різні аспекти цієї діяльності, зокрема на вивчення, збереження, створення, поширення та споживання культурних цінностей. Особливо в умовах війни на території України, коли збільшується ризик фізичного знищення об'єктів які несуть в собі національну та історичну цінність, важливо використовувати цифрові методи збереження візуальної інформації пам'яток [1].

Такі технології, як 3D-моделювання та доповнена реальність, пропонують нові способи залучення ширшої аудиторії до культурно-історичного контенту, надаючи їм можливість віртуальних досліджень й освіти, а також збереження знань про минулі і сучасні епохи для майбутніх поколінь. Саме тому візуалізація 3D моделі української старовинної хати є актуальною задачею.

Об'єктом дослідження даної роботи є візуалізація тривимірних моделей старовинних національних будинків.

Предмет дослідження – 3D-модель української хати XIX-XX століття, що детально відтворює особливості її інтер'єру.

Метою роботи є розробка та візуалізація тривимірної моделі старовинної української хати зі збереженням автентичних деталей інтер'єру та екстер'єру використовуючи за референс цифрові фотографії хатин XIX-XX століття.

Для досягнення мети проєкту необхідно виконати наступні задачі:

- проведення дослідження та аналізу предметної області візуалізації 3D моделей традиційних старовинних українських хат періоду XIX-XX століття;
- формування вимог для розуміння кінцевого результату;
- моделювання елементів сцени в окремих файлах;
- збірка фінальної сцени у одному файлі;
- налаштування середовища та освітлення сцени за допомогою плагіну V-Ray;
- здійснення візуалізації та пост-обробки засобами V-Ray;
- підготовка звітів про виконану роботу.

Практичне значення моделювання української старовинної хати – це застосування сучасних технологій тривимірного проектування в сфері збереження культурної спадщини. 3D модель також дозволить поширити візуальну інформацію в освітніх та дослідницьких цілях, забезпечуючи легкий доступ до цього знання через віртуальні ресурси всім бажаючим.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ 3D МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТІВ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ

## 1.1 Огляд останніх досліджень

Згідно з українським законодавством культурною спадщиною вважається сукупність об'єктів та надбань, які люди успадкували від минулих поколінь, що являють собою матеріальні та нематеріальні результати їхньої діяльності та повсякденного життя [2].

Культурні пам'ятки є важливим аспектом для збереження колективної пам'яті будь-якої нації. Вони сприяють формуванню як локальної так й індивідуальної ідентичності – усвідомлення людиною чи групою людей своєї приналежності до певної національної, етнічної чи культурної спільноти [3]. Враховуючи їх цінність, необхідно залучати всі можливі методи для їх збереження або відновлення.

Протягом всієї історії людства культурні об'єкти піддавалися руйнації через територіальні конфлікти, війни, стихійні лиха та плин часу. Особливою актуальною ця проблема є на території України, адже неодноразово культура нашої Батьківщини зазнавала ціленаправленого знищення. Наприклад, за часів окупації територій України СРСР відбувалася денационалізація та русифікація, що включала в себе повне знищення культурних пам'яток або їх вивезення до Росії [4]. Також українцям прививали російську культуру та мову, в той час як пам'ятки історії оголошувалися «старим мотлохом» [5].

Важливим об'єктом культурно-історичної спадщини є зразки житлових хат українців попередніх поколінь – вони відображають побут наших предків, в тому числі те, які традиції шанували, якими речами користувалися і чому надавали значення [6]. Хата для українців була не просто будівлею, а символізувала осередок добробуту, родини, працьовитості та гостинності. Наші пращури ставились до хати з особливою повагою: обирали візерунки на стінах опираючись на їх значення, підбирали матеріали і розташування речей в кімнатах «з розумом», надаючи символізм всьому, що їх оточувало. Декор кімнат та їх наповнення також



відображали народні мистецькі вміння й традиції. Наприклад, вишиті рушники слугували оберегами, а покуть (прикрашений кут житла з іконами, рушником, травами розміщений по діагоналі від печі) вважалась святим місцем в хаті біля якого проводилися всі важливі події [7]. Враховуючи архітектурні особливості, символічне значення і концентрацію традицій, важко недооцінити культурну важливість українських хат. Проте вони також піддаються часовим, стихійним та воєнним руйнуванням.

Для збереження важливих історичних об'єктів доречним є використання 3D-технологій. Тривимірне моделювання – це цифрова технологія, з допомогою якої створюються тривимірні моделі об'єктів чи середовищ для різноманітних цілей, використовуючи відповідне програмне забезпечення [8]. Основною задачею 3D-моделювання є створення цифрового представлення того, що проектується – від елемента конструкції до цілого пристрою, від дизайну інтер'єру до цілих будівель і багато іншого.

3D-моделювання має великий ряд переваг у різних галузях:

- 3D-моделі відтворюють більш реалістичне представлення об'єктів порівняно з 2D-кресленнями чи зображеннями, надаючи можливість створення деталізованих та реалістичних моделей;
- спектр використання моделей широкий, тривимірна сцена може слугувати як для рекламних цілей для залучення нових клієнтів/покупців, так і для наукових досліджень і аналізів. 3D-технології стали невід'ємною частиною ігрової та кіно-індустрії;
- на відмінну від фізичних креслень чи зображень 3D-моделі дозволяють дизайнерам швидко змінювати проєкти – це відкриває нові можливості для експериментів і пошуку найкращого рішення без великих часових втрат;
- тривимірне моделювання забезпечує збереження та доступність змодельованих об'єктів;
- 3D-моделі пропонують єдину платформу для співпраці між різними сторонами проєкту [9].

Існує декілька основних методів у процесі 3D-моделювання. Одним із підходів до 3D-моделювання є перетворення 2D-ескізів у 3D-тіла за допомогою операцій, які перетворюють просту 2D-геометрію на складні тривимірні форми.

Крім того, автори та інженери можуть почати з базових геометричних форм, таких як куби, сфери або циліндри, використовуючи операції додавання або віднімання цих твердих тіл для формування складніших конструкцій. У мистецьких сферах ліплення є ще одним популярним методом створення детальних 3D-моделей [10].

3D-моделювання має вирішальне значення у документуванні та аналізі історичних споруд, в тому числі фотографічно чи фізично збережених традиційних українських житлових будинків часів XIX-XX століття. Такий метод зберігає інформацію на невизначений термін, що дасть змогу майбутнім поколінням та сучасникам ознайомитись з пам'ятками в цифровому форматі.

3D-моделі, на відміну від двовимірних зображень, можуть передати відчуття простору, забезпечуючи всебічний огляд об'єкта. Подібні моделі є інтерактивним способом взаємодії користувачів з об'єктом і містять більше інформації про ту чи іншу пам'ятку для її майбутньої реконструкції чи реставрації.

Тож 3D-візуалізація української старовинної хати є актуальною задачею, яка забезпечить збереження культурної спадщини українців, їх традицій і побуту.

## 1.2 Аналіз існуючих продуктів-аналогів

Перед початком роботи над візуалізацією старовинної хати необхідно ознайомитись зі схожими проєктами, детально проаналізувавши результати для виявлення їх сильних і слабких сторін. Проведене порівняння дозволить врахувати особливості подібних візуалізацій.

Першим прикладом взято роботу 3D-дизайнера та архітектора Назарія Дубіва – «Візуалізація історичної дерев'яної надбудови періоду Середньовіччя на Скелях Довбуша» (рис. 1.1). Модель дерев'яної споруди на скелях розроблено у рамках

проєкту «Скелі Довбуша — подорож в легенду» за ініціювання Болехівської міської ради. Метою створення цього проєкту є популяризація Скель Довбуша в с. Бубнище в рамках туризму, а також оцифрування культурно-історичних локацій Івано-Франківської області [11].



Рисунок 1.1 – 3D-модель дерев'яної споруди на Скелях Довбуша [12]

Модель дерев'яної забудови є концептуальною, вона базується на історичних даних, проведених археологічних дослідженнях та 3D-скануванні рельєфу скель.

Результатом роботи є сцена високого ступеню деталізації, реалістичними матеріалами та пропрацьованим зовнішнім середовищем, яка відображена у презентаційному відеоролику та панорамних зображеннях. Така модель має ряд переваг та застосувань: вона відтворює особливість будівель середньовічних часів в умовах гірського рельєфу, передає масштаби споруд, способи захисту мешканців

від навал (це видно з водойми навколо будівлі, важкодоступного місця розташування, дерев'яного високого забору), а сама візуалізація може бути ефективною при рекламі туристичного місця та опису історії Скель Довбуша.

Проте сама робота над подібним проектом потребує великих часових і грошових витрат, залучення різних спеціалістів для консультацій, таких як археологи, історики та інші науковці.

Другим прикладом є візуалізація Державного меморіального музею Михайла Грушевського у Львові студією Skeiron для проекту «DMH Lviv AR», підтриманого УКФ (рис. 1.2). Модель зроблено методом сканування як ззовні, так і всередині, після чого на отримані форми було «накладено» фотографії [13].



Рисунок 1.2 – 3D-модель Державного меморіального музею Михайла Грушевського у Львові [14]

Візуалізація призначена, в першу чергу, для її використання у застосунку віртуальної екскурсії. Також її можна буде надалі використати для майбутніх реконструкцій будинку, якщо буде така необхідність. Проект дозволяє потрапити в музей з будь-якого місця і будь-кому, вивчаючи всі елементи історичної будівлі.

Це сприяє популяризації постаті Михайла Грушевського та пов'язаної з ним історії України поза межами території музею.

Тривимірна модель зображає вигляд будівлі ззовні та всередині, що є перевагою проєкту. Також вона має функції віртуальної екскурсії та перегляду окремих експонатів музею [15]. Розробка продукту потребувала великих грошових витрат, саме тому його реалізація відбувалася за підтримки Українського культурного фонду. Було залучено спеціальні технології та обладнання лазерного сканування, які є більш важкодоступними, аніж програми для тривимірного моделювання.

Проведений аналіз можна підсумувати в таблиці аналогів (табл 1.1).

Виходячи з результатів аналізу аналогів, можна зробити висновок, що створювана модель української старовинної хати має враховувати досвід подібних проєктів шляхом знаходження найоптимальнішого шляху реалізації та якості кінцевого продукту, що включає в себе:

- для реалізації використовувати доступні технології тривимірного моделювання, не нехтуючи якістю кінцевого результату;
- залучити оптимальну кількість виконавців;
- мінімізувати грошові витрати;
- кінцевий результат представити у вигляді 3D-моделі, зображень рендеру, відео та презентації для доступного перегляду всім бажаючим.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика аналогічних 3D моделей

Критерії порівняння	3D моделі	
	Історична надбудова Середньовіччя на Довбуша	дерев'яна періоду на Скелях
Деталізація	Високий рівень деталізації, якісні текстури та пропрацьоване середовище	Велика кількість деталей, проте видно «накладання» зображень на форму будівлі
Наповнення	Дерев'яна будівля та зовнішнє оточення, інтер'єру	Інтер'єр та екстер'єр будинку Грушевських, без двору
Складність реалізації	Висока складність реалізації через застосування великої кількості технологій, спеціалістів та грошових витрат	Складна реалізація через залучення спонсорів та кількості технологій
Технології	Лазерне 3D-сканування, тривимірне моделювання	Лазерне 3D-сканування, фотограмметрія
Спеціалісти	Візуалізатор-архітектор, археолог, історик, етнолог	Студія Skeiron, працівники музею
Засоби перегляду	Панорамні зображення, відеоролик, 3D-модель	3D-модель, віртуальна екскурсія в додатку «DMH Lviv AR»
Цінність проєкту	Залучення нових туристів та популяризація Скель Довбуша	Популяризація музею та постаті Михайла Грушевського, імплементація новітніх технологій до традиційного музею



Даний проєкт врахує сильні та слабкі сторони аналогів для успішної реалізації якісної візуалізації української старовинної хати.

### 1.3 Постановка задачі

Метою проєкту є створення тривимірної моделі і подальшої її візуалізації української старовинної хатини зразка XIX-XX століття з відтворенням архітектурних і побутових особливостей тогочасного життя, орієнтуючись на фото-референси та текстовий опис з обраних джерел.

Для реалізації описаної мети необхідно виконати наступні задачі:

- провести аналіз архітектурно-побутових особливостей приватних житлових будинків XIX-XX століття;
- визначити вимоги для проєкту;
- провести аналіз можливих ризиків при реалізації проєкту та спланувати засоби їх попередження або усунення критичних наслідків;
- обрати програмне забезпечення для моделювання та рендеру;
- створити тривимірні моделі елементів сцени, після чого зібрати їх в одну сцену;
- налаштувати матеріали та освітлення сцени;
- механізмом візуалізації зробити рендер сцени різних кутів та відео використовуючи камери;
- підготувати звіт про проведені роботи та їх результати.

Модель 3D хати повинна містити візуальні елементи характерні для оздоблення хат в межах XIX-XX століття, бути наповненою предметами вжитку тих часів, а також відтворювати матеріали які використовувалися для створення різних предметів і самої будівлі.

В технічному завданні описані більш детальні вимоги до проєкту (додаток А).

## 1.4 Вибір засобів реалізації

Вибір програмного забезпечення має велике значення для досягнення бажаних результатів в сфері тривимірного моделювання.

Як можливі засоби реалізації розглядаються наступні популярні 3D редактори:

1. Cinema 4D – програма для тривимірного моделювання, анімації та візуалізації від компанії Maxon. Використовується для створення рекламних відеороликів, ефектів у кіно та телебаченні, візуалізацій архітектурних проєктів [16].
2. Blender – це програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом і одне з найвідоміших на ринку для роботи з 3D-графікою, яке призначена для створення 3D анімації та статичних візуалізацій [17].
3. 3Ds Max – розроблене компанією Autodesk професійне програмне забезпечення для 3D-моделювання та анімації. Використовується в багатьох галузях, переважно в архітектурі та інженерії.
4. AutoCAD – це графічний редактор для автоматизованого проектування (САПР) від компанії Autodesk, яке використовується для розробки двовимірних та тривимірних креслень і подальшої їх візуалізації [18].
5. SketchUp – програма для 3D моделювання від компанії Trimble Ink. Використовується для створення моделей будинків, ландшафтів та інтер'єрів [19].

В таблиці 1.2 проведено порівняння описаних вище програмних засобів для наочного відображення їх особливостей.



Таблиця 1.2 – Порівняння додатків для моделювання

Характеристика	Додаток для моделювання				
	Cinema 4D	Blender	3Ds Max	AutoCAD	SketchUp
Переваги	Зрозумілий інтерфейс, стабільний у роботі, універсальний для багатьох галузей	Безкоштовний та відкритий код, велика спільнота та навчальні посібники, потужні функції	Галузевий стандарт для архітектурної візуалізації, розширені можливості рендеру, широкий функціонал	Галузевий стандарт для 2D проектування, інтеграція з іншим програмним забезпеченням Autodesk	Зручний інтерфейс, придатний для архітектурної візуалізації, велика бібліотека готових моделей
Недоліки	Висока вартість, відстає від конкурентів за кількістю нового функціоналу	Складний для початківців, через відкритий код може бути нестабільним у роботі	Інтерфейс може бути складним для початківців через велику кількість функцій	Орієнтований на 2D проектування, висока вартість	Обмежені можливості порівняно з більш просунутим програмним забезпеченням
Основне призначення	Анімація, моделювання, симуляція та рендеринг для таких галузей, як кіно, телебачення, реклама	Анімація, моделювання, симуляція та рендеринг для таких галузей, як кіно, телебачення, розробка ігор	Анімація, моделювання, симуляція та рендеринг для таких галузей, як архітектура, предметний дизайн	2D проектування та дизайн для архітектури, інженерії та будівництва	3D моделювання та дизайн для архітектури, дизайну інтер'єру, предметного дизайну
Складність використання	Помірна	Важка	Помірно-важка	Помірна	Низька
Вартість ліцензії для студентів	73,80 євро/рік	Безкоштовно для всіх	Безкоштовно для студентів	2030 доларів/рік	55 доларів/рік
Сумісність з ОС	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows	Windows	Windows, macOS

Проведені аналіз та порівняння додатків для моделювання показують, що найбільш оптимальним варіантом для візуалізації 3D моделі української старовинної хати буде 3Ds Max. Призначення даної системи, ряд функцій та

можливостей, доступність продукту та сумісність з Windows є підходящими для даного проєкту.

## 2 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТРИВИМІРНОЇ МОДЕЛІ

### 2.1 Структурно-функціональне моделювання

Одним з методів представлення системи в структурованому вигляді є нотація IDEF0 – це візуалізація системи процесів у вигляді взаємопов'язаних блоків [20]. Така діаграма складається з ієрархічних блоків та стрілок. Функції системи поміщуються в прямокутні рамки, а стрілки до цих рамок є входами, виходами, елементами управління функціями та механізмами, які залучаються у виконанні.

Проект «Візуалізація 3D моделі української старовинної хати» потребує моделювання процесів нотацією IDEF0 для кращого розуміння потоків інформації та дій, які необхідно виконати для його реалізації. Діаграма нульового рівня представлена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Діаграма нульового рівня

В діаграмі IDEF0 присутні наступні елементи:

- Вхідні дані: фото старовинних хатин та мета проєкту.
- Вихідні дані: 3D-модель та зображення рендеру.
- Механізми виконання: Виконавець, 3Ds Max, V-Ray, апаратне забезпечення.

– Елементи управління: методики моделювання та технічне завдання до проекту.

Проте діаграма нульового рівня не надає достатньої кількості інформації про процеси, які відбуватимуться під час реалізації проекту. Для кращого розуміння послідовності робіт та їх потреби в ресурсах і даних потрібно провести декомпозицію моделі IDEF0. Результати декомпозиції зображено на рисунку 2.2.

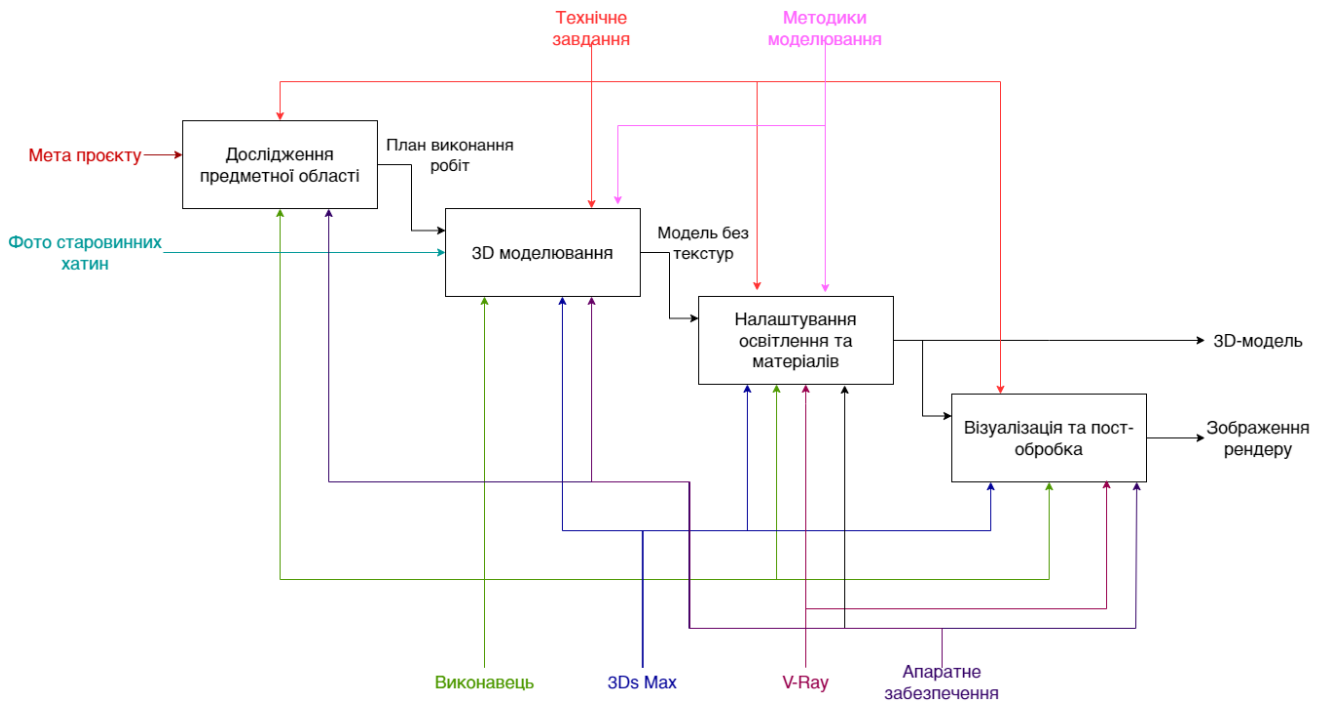


Рисунок 2.2 – Декомпозиція діаграми IDEF0

Декомпозиція демонструє, що процес розробки 3D моделі української старовинної хати включає в себе наступні підпроцеси з певними результатами їх виконання:

1. Результатом дослідження предметної області буде план виконання робіт.
2. В результаті 3D моделювання буде створено модель без текстур.
3. Налаштування освітлення та матеріалів на моделі без текстур призведе до готової 3D моделі.
4. Результатом подальшої візуалізації та пост-обробки будуть зображення рендеру.

## 2.2 Діаграма варіантів використання

Для відображення сценаріїв використання проєкту «Візуалізація 3D моделі української старовинної хати» було побудовано діаграму варіантів використання (usecase diagram) – це візуальне представлення взаємодії між користувачами (акторами) та системою, що розглядається [21]. Таке відображення дозволяє мати чітке уявлення про функціональні вимоги до проєкту. Діаграма використання зображена на рисунку 2.3.

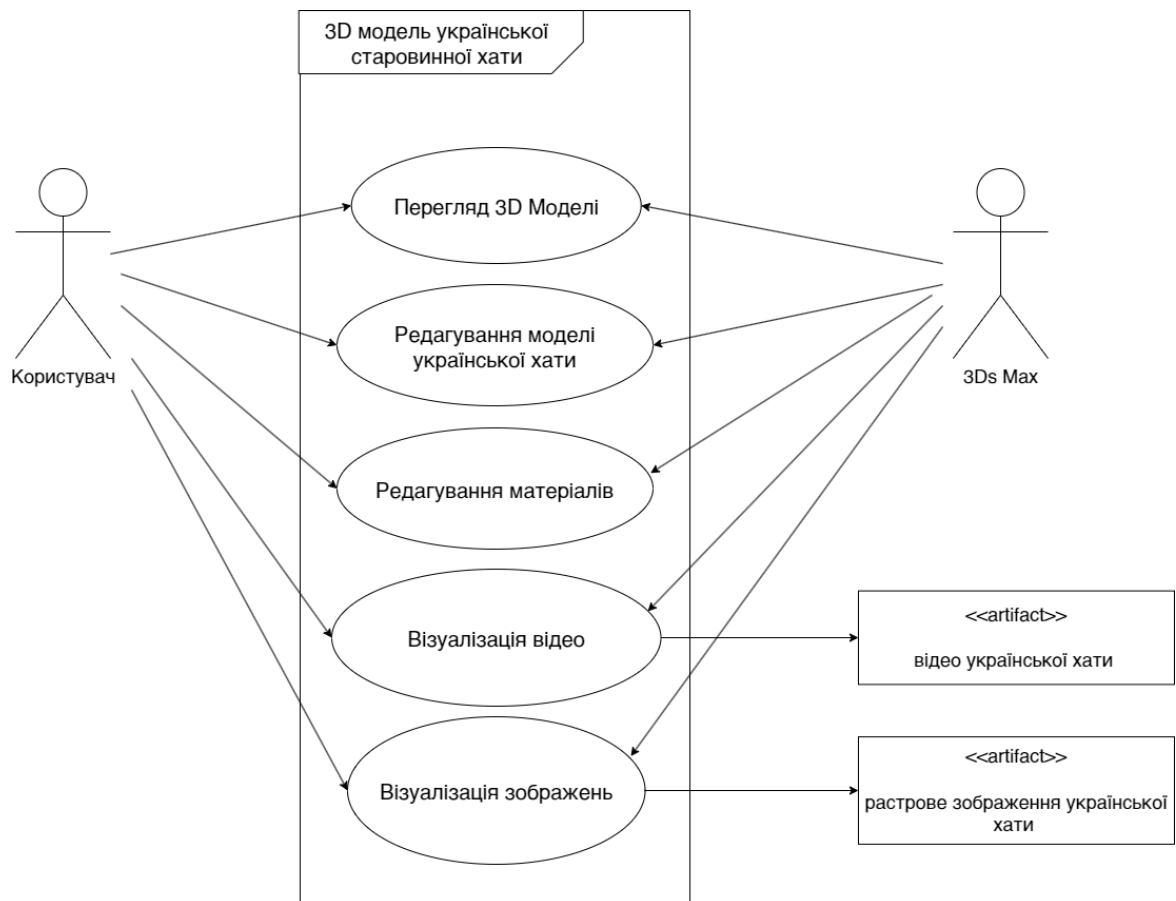


Рисунок 2.3 – Діаграма варіантів використання

Користувач може взаємодіяти з моделлю шляхом користування ПЗ 3Ds Max. Ймовірні варіанти використання детальніше наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Опис варіантів використання

Назва	Опис
Перегляд 3D моделі	Користувачі матимуть змогу ознайомитись із зовнішнім виглядом хати шляхом перегляду 3D моделі
Редагування моделі української хати	Користувач взаємодіє з програмою 3Ds Max для внесення змін у 3D модель.
Редагування матеріалів	Користувач може змінювати матеріали, а також додавати нові за потреби, користуючись вікном редагування матеріалів в програмі 3Ds Max.
Візуалізація відео	Користувач взаємодіючи з програмою 3Ds Max матиме змогу створити відео-візуалізацію української хати. Результатом цієї процедури буде відео обраного користувачем формату.
Візуалізація зображень	Користувач взаємодіючи з програмою 3Ds Max матиме змогу створити зображення української хати. Результатом цієї процедури будуть зображення обраного користувачем формату.

### 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ

На етапі планування було вирішено проводити розробку сцени шляхом моделювання окремих елементів хатини, після чого всі об'єкти зібрати в єдину сцену функцією Import (Merge) 3Ds Max.

#### 3.1 Моделювання будівлі

Першим елементом сцени стала сама будівля – стіни хати з дахом, вікнами та дверима. Використовуючи примітив Box з параметрами 12 м довжини, 5.4 м ширини та 2.8 м висоти (за рекомендаціями джерела [22]) було створено основу хатини, після чого шляхом полігонального моделювання, переважно інструментом Extrude, відокремлено кімнати (рис. 3.1).

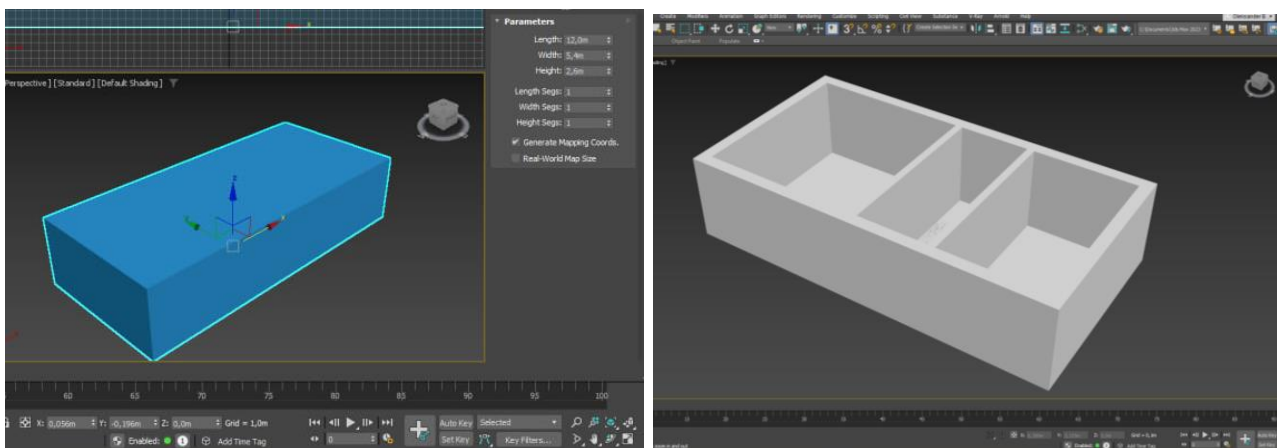


Рисунок 3.1 – Моделювання будівлі

Дах має бути солом'яним. Примітиви Plane слугуватимуть основою на якій буде генеруватись солом'яна частина (рис. 3.2).

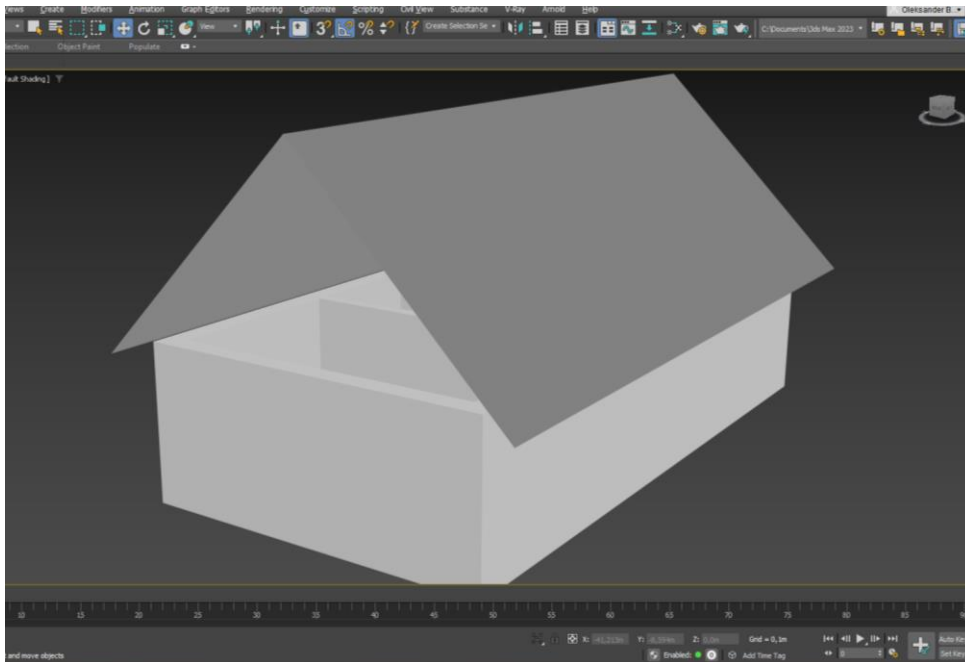


Рисунок 3.2 – Моделювання основи даху

Застосувавши на площини модифікатор Hair and Fur, було імітовано покриття, схоже на соломі, з яким далі можна працювати в межах налаштувань модифікатора (рис. 3.3). Щоб надати даху належного вигляду було в режимі Style Hair сувою Styling опущено соломі донизу інструментом Rescomb, після чого, використовуючи Hair Cut, вирівняно краї соломі знизу. Також в сувої General Parameters (рис. 3.3) налаштовано основні параметри солом'яного покриття.

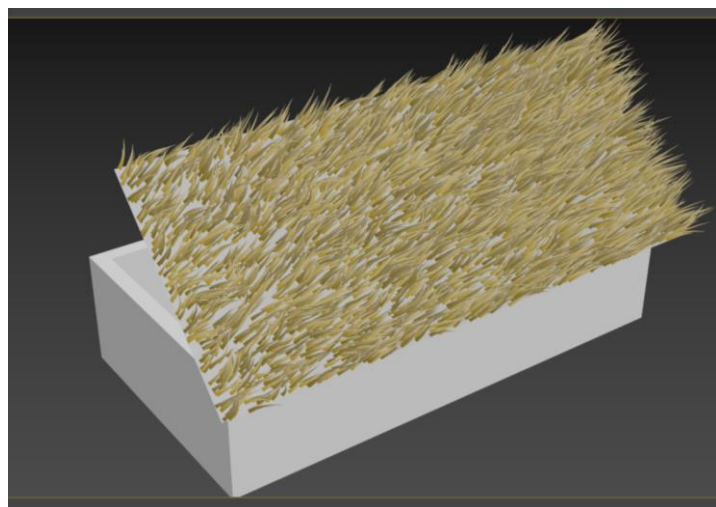
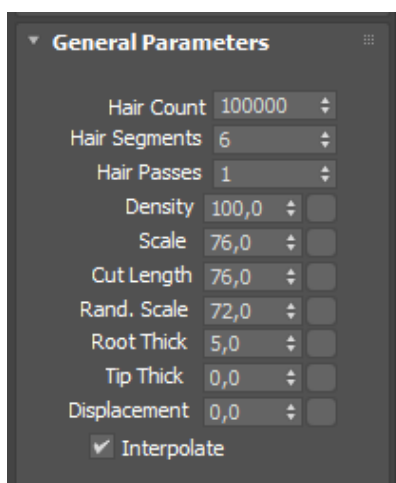


Рисунок 3.3 – Основні параметри та результат застосування Hair and Fur



Після налаштувань об'єкт було конвертовано в Editable Mesh і видалено основу у вигляді площини. Всі дії повторено для інших сторін даху. Отриманий результат зображено на рисунку 3.4.

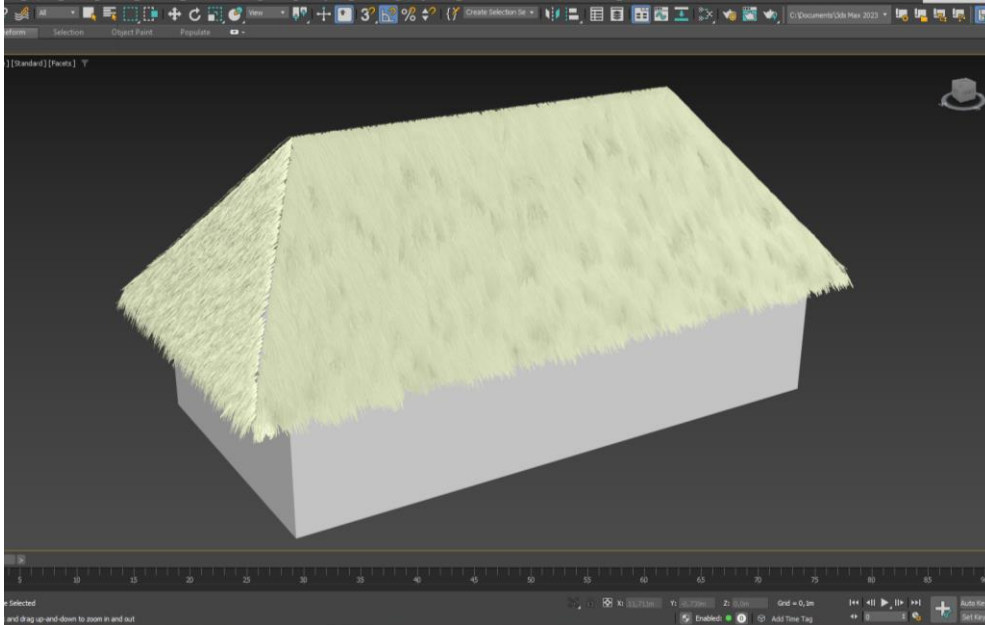


Рисунок 3.4 – Кінцевий вигляд даху

Вікна створені на основі двох видів примітивів: Box та Cylinder. Інструментом Boolean в режимі Subtract з прямокутника вирізано місце для скла та поміщено в цей отвір саме скло (рис. 3.5).

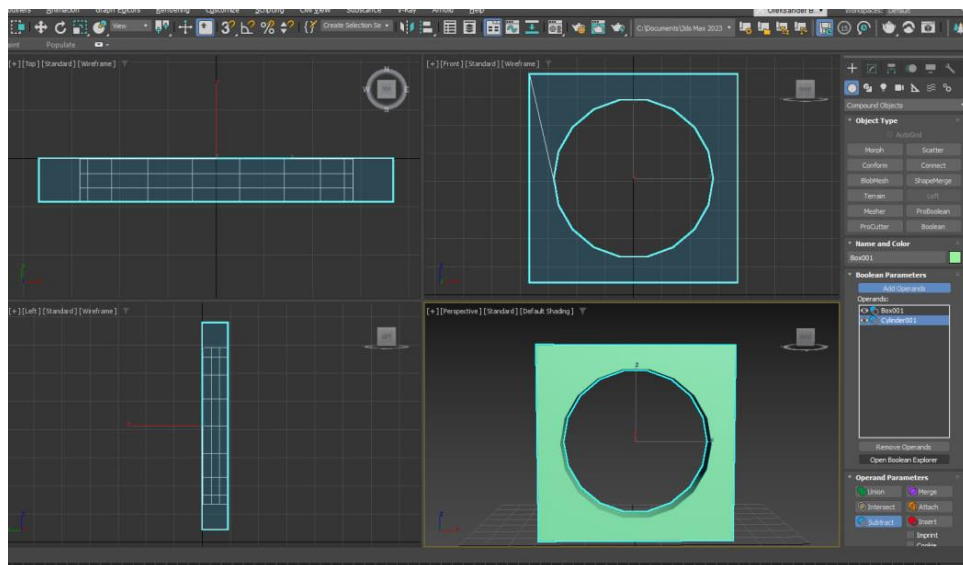


Рисунок 3.5 – Моделювання частини вікна

Такий елемент продубльовано ще 3 рази, об'єднано в один об'єкт, додано підвіконня та декоровано з використанням функцій Inset та Extrude. Після чого отримані вікна поставлено в стіну з використанням Proboolean операцією Subtraction. Результат на рисунку 3.6.

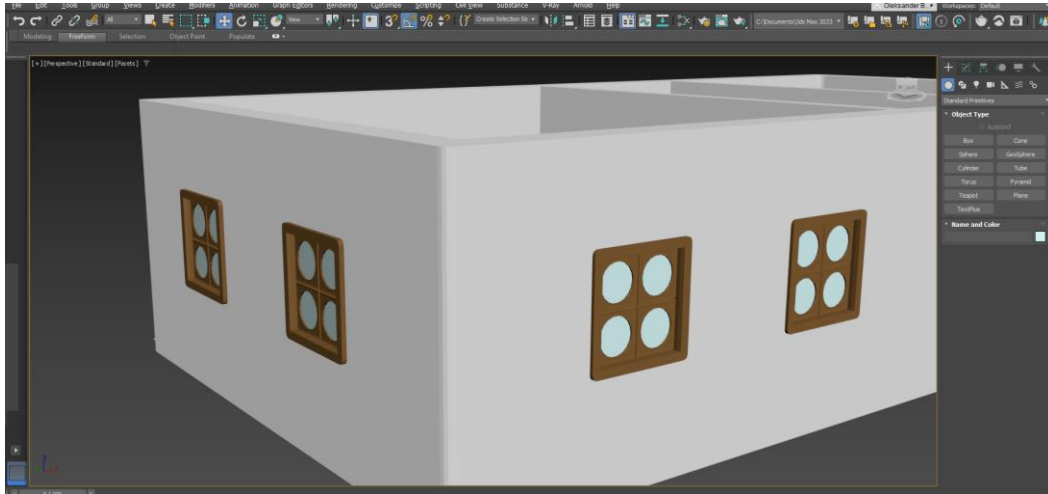


Рисунок 3.6 – Стіни з вікнами

В 3Ds Max є вбудовані примітиви дверей. Тому було створено примітив PivotDoor з налаштуваннями, зображеними на рисунку 3.7, який в подальшому було конвертовано в Editable Poly та додатково видозмінено полігональним моделюванням.

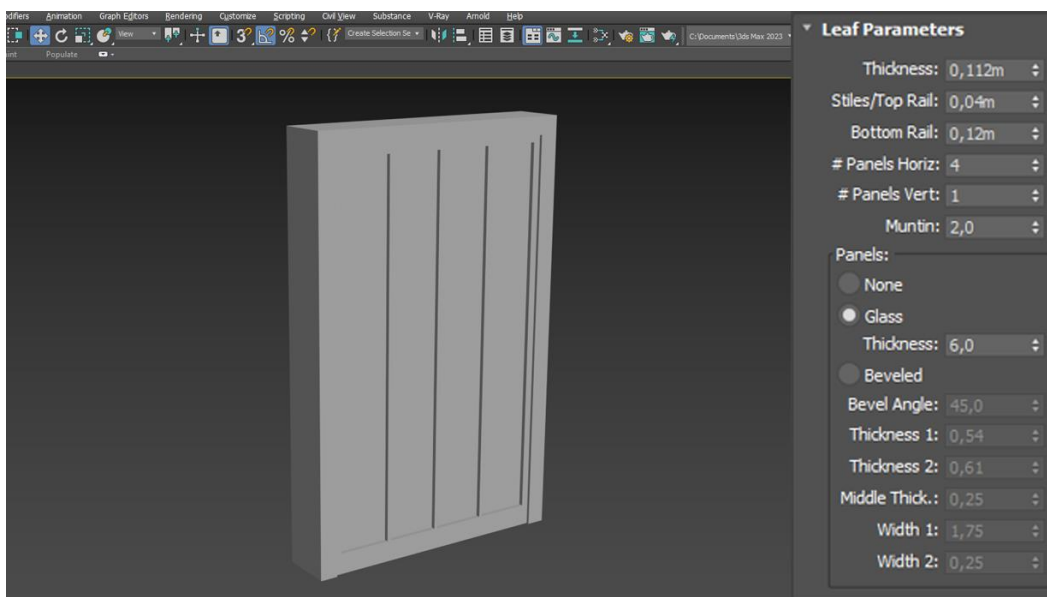


Рисунок 3.7 – Процес налаштування параметрів PivotDoor

Ручку до дверей створено сплайновим моделюванням – використовуючи Line намальовано форму та додано товщини й глибини модифікаторами Shell та Extrude. Як і вікна, двері вставлені в стіни з використанням Proboolean. Вигляд моделі будівлі зображено на рисунку 3.8.

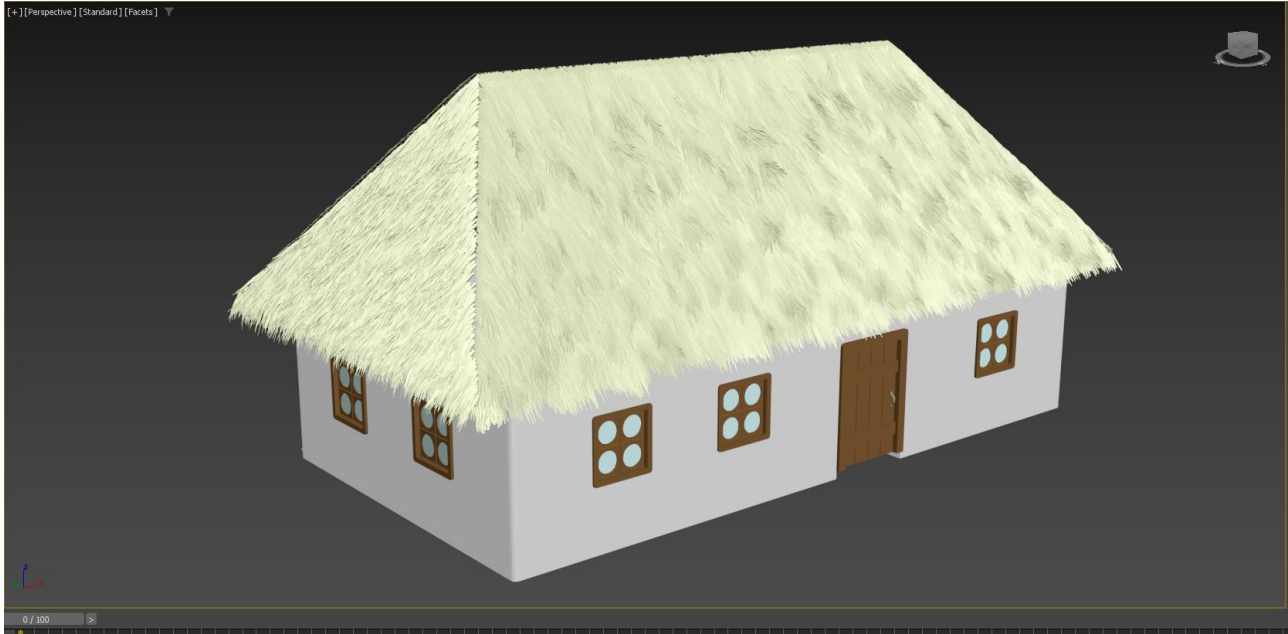


Рисунок 3.8 – Загальний вигляд змодельованої будівлі

### 3.2 Моделювання елементів сцени хати

На черзі моделювання об'єктів, які будуть наповнювати кімнати хати. Розпочнемо з моделей, які будуть знаходитися в спальній кімнаті.

Основою ліжка є примітиви Box – передня та задня стінки перегородки зроблено більш випуклими з використанням Bevel на рівні полігонів, після чого на рівні Edge додано нові ребра, на які було застосовано Bevel і створено візерунок на елементі (рис. 3.9).

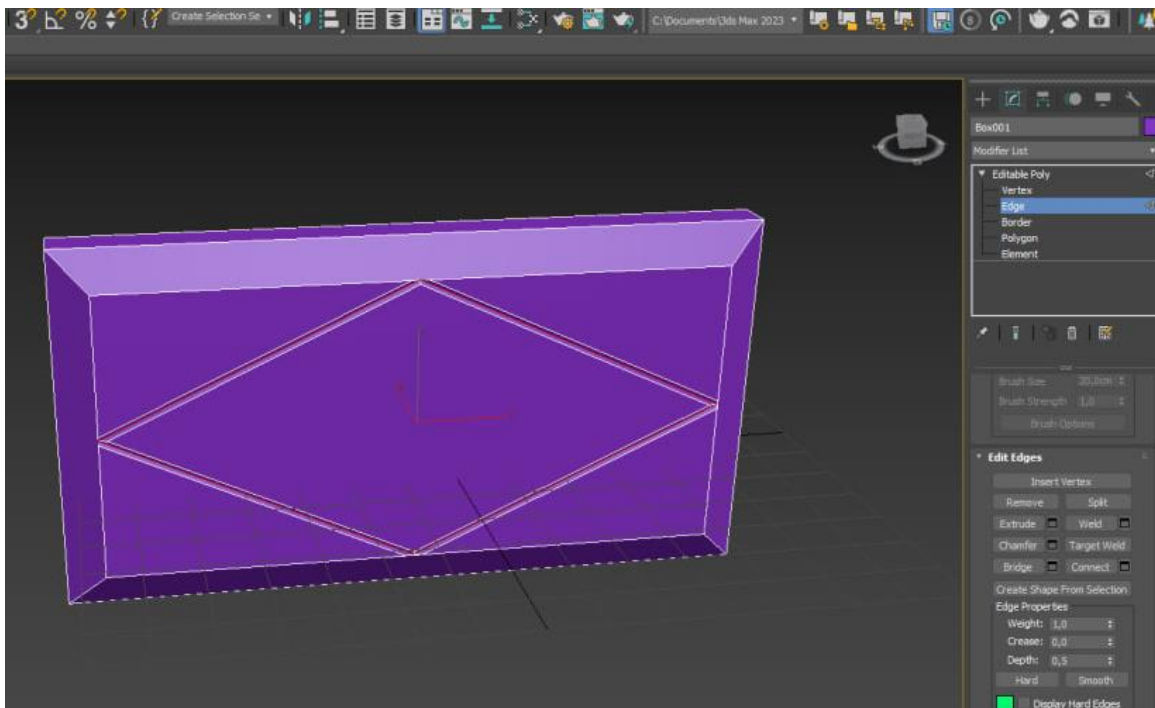


Рисунок 3.9 – Моделювання частини ліжка

Декоративну функцію виконуватиме елемент утворений за допомогою Loft, який як Shape (форму) має коло, а як Path (шлях) пряму лінію. Далі цьому елементу придано цікавої форми через зміну графіку Scale в налаштуваннях Loft (рис. 3.10).

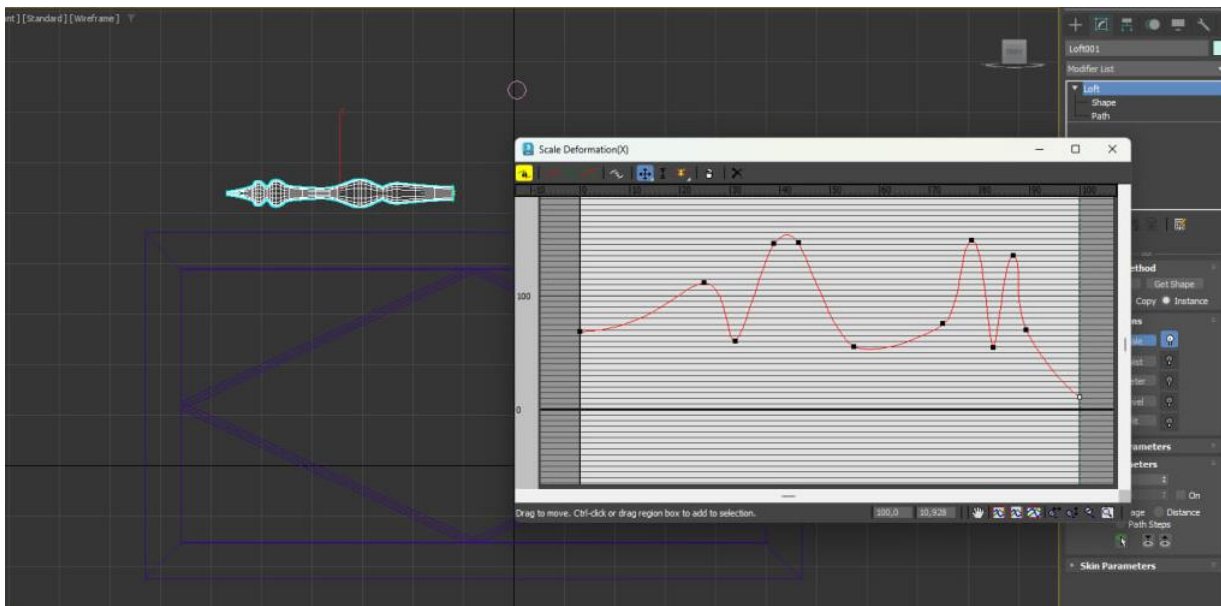


Рисунок 3.10 – Налаштування графіку Loft: Scale

Задіяний інструмент Mirror для дзеркально відображення декоративного елемента та приєднано до стінки ліжка функцією Attach на рівні Element. Саму стінку ліжка продубльовано, додано Box між стінками як основу ліжка. Ніжки ліжка також утворені за допомогою примітива Box, на який застосовано модифікатор Taper для розширення основи ніжки (рис. 3.11).

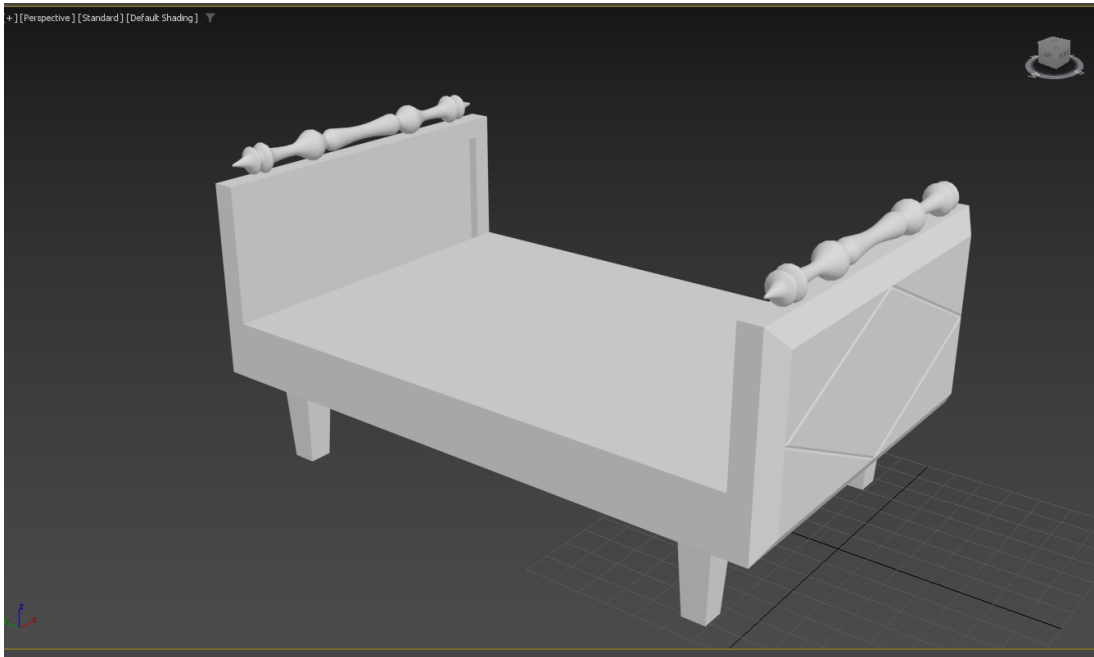


Рисунок 3.11 – Змодельований корпус ліжка

Покривало на ліжку зроблено з використанням модуля розрахунку фізики MassFX. На створену площину з великою кількістю сегментів застосовано модифікатор mCloth, а на ліжку MassFX Rigid Body з обраним типом тіла Static та Shape Type: Original. Після запуску симуляції такі налаштування змушують площину вести себе як тканина – вона падає на ліжку та утворює характерну тканині форму (рис. 3.12).

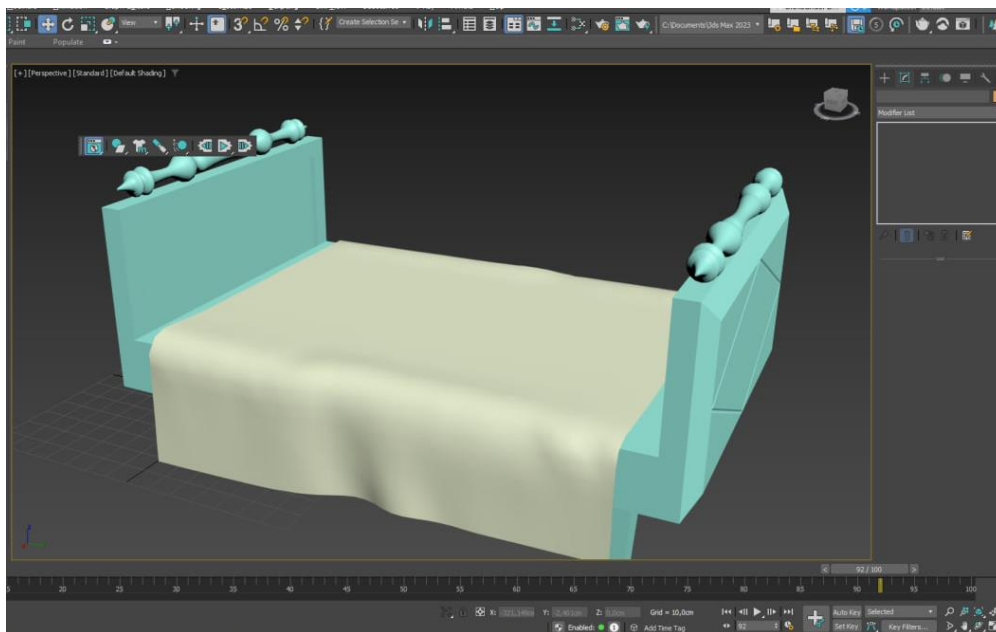


Рисунок 3.12 – Результат застосування симуляції MassFX до площини

Щоб покривало виглядало більш реалістично, за допомогою інструменту Shift із сувою Freeform головного вікна інтерфейсу додано додаткові нерівності (рис. 3.13).

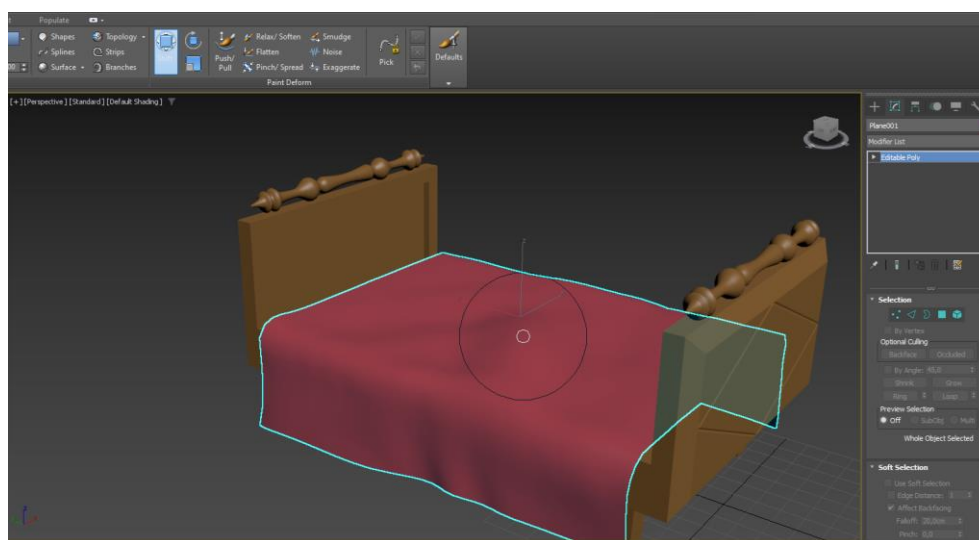


Рисунок 3.13 – Процес деформації покривала інструментом Shift

Подушку зроблено на основі Vox, додано модифікатор Cloth з налаштуваннями, зображеними на рисунку 3.14.



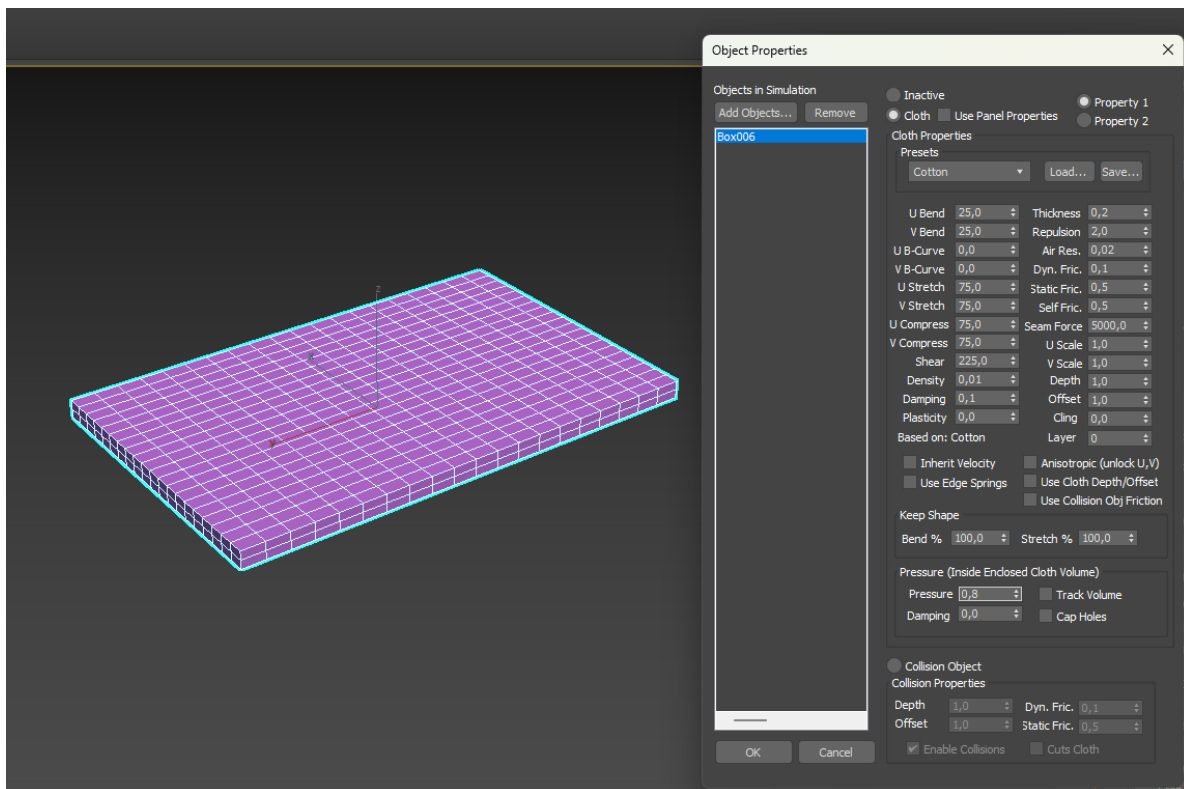


Рисунок 3.14 – Налаштування модифікатора Cloth

Виключивши гравітацію в налаштуваннях модифікатора було запущено симуляцію та отримано м'яку форму подушки (рис. 3.15).

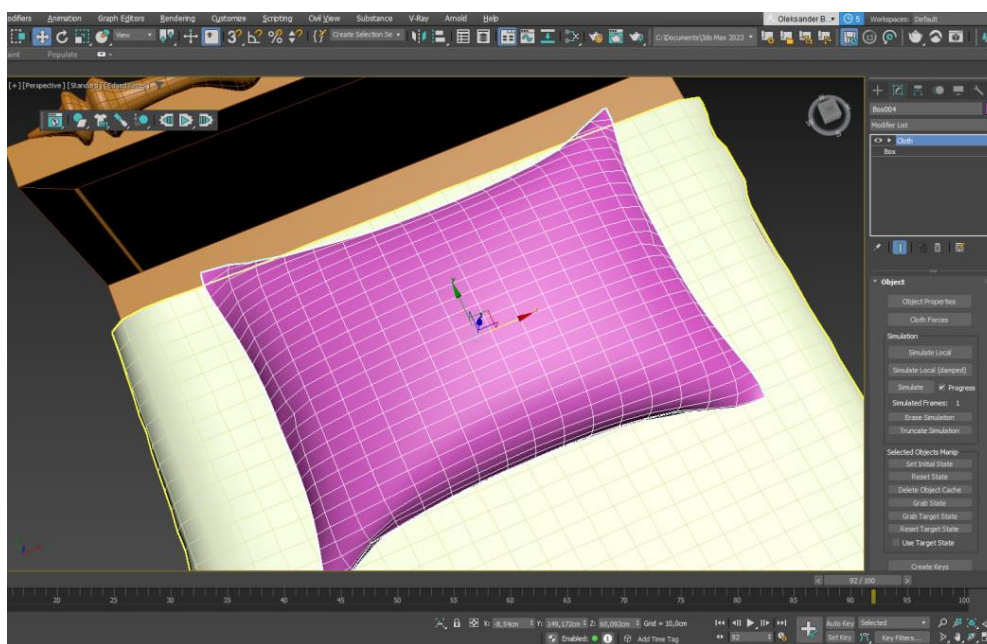


Рисунок 3.15 – Результат симуляції Cloth для подушки

Подушку продубльовано та зім'ято інструментом Shift. Загальний вигляд ліжка зображено на рисунку 3.16.

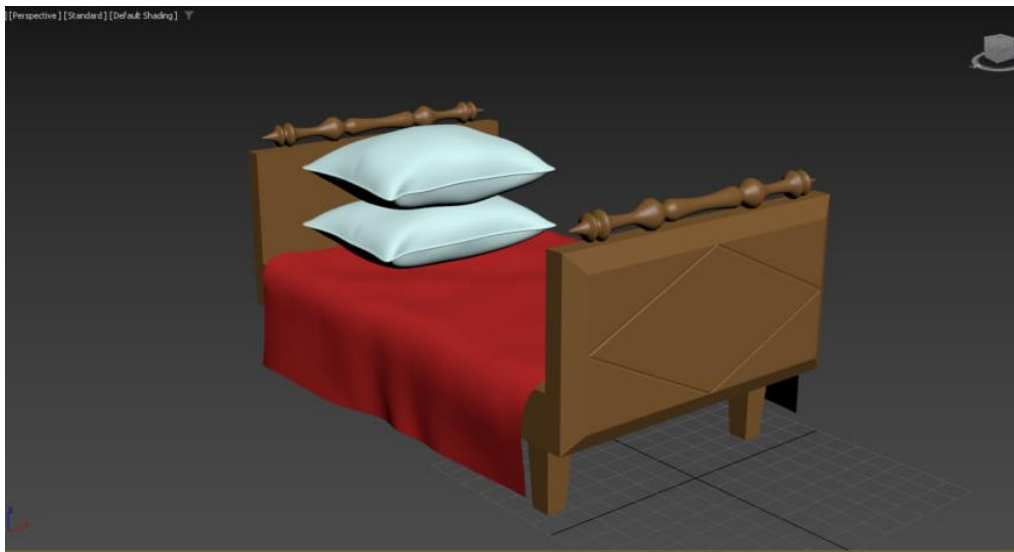


Рисунок 3.16 – Кінцевий вигляд ліжка

Полігональним моделюванням на основі Vox для кімнати було зроблено шафу та скриню (рис. 3.17), а ручки для шафи та замок для скрині утворено сплайновим моделюванням.



Рисунок 3.17 – Шафа та скриня для спальної кімнати



Веретено за основу має примітив Tube, до якого приєднано опори, що утворені за допомогою Loft та модифікатору Array (рис. 3.18).

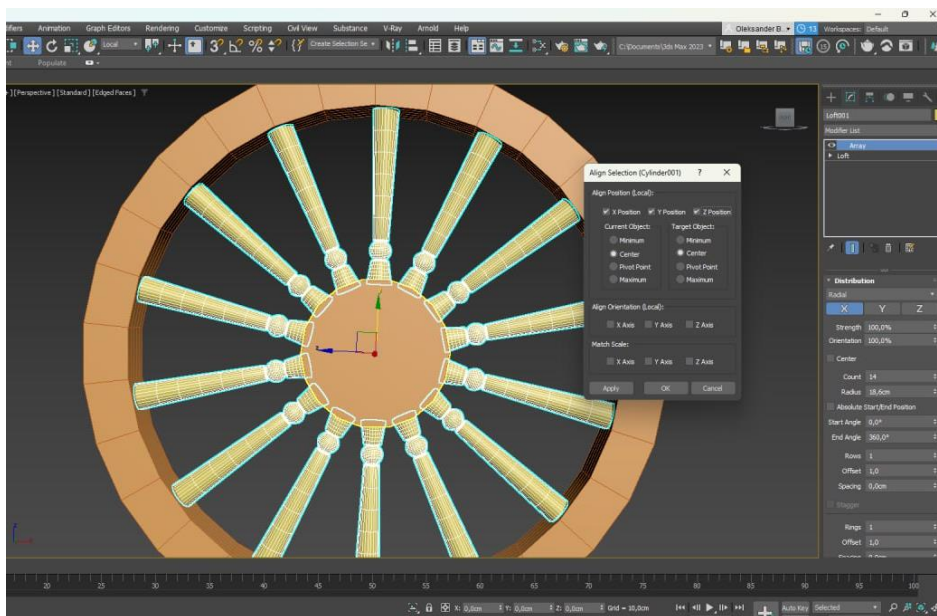


Рисунок 3.18 – Процес моделювання основи веретена

До основи, що вийшла, приєднано всі інші елементи веретена – більшість з них зроблено з використанням Loft. Загальний вигляд моделі веретена зображено на рисунку 3.19.



Рисунок 3.19 – 3D-модель веретена

Дитяча колиска має видовжену форму. Щоб досягти такого результату, було видозмінено Вох на рівні вершин, потім видалено верхні полігони та застосовано модифікатор Shell для додання товщини моделі (рис. 3.20).



Рисунок 3.20 – 3D-модель дитячої колиски

Перейдемо до моделювання об'єктів, які будуть розташовані в сінях хати. Так як ця зона не є житловою, в ній будуть розміщені господарські речі: відра, бочки, драбина, миски, стілець та рубель (прилад для прасування одягу).

Бочки та відра змодельовано шляхом деформування циліндрів на рівні вершин, після чого верхні полігони опущено до потрібного рівня (рис. 3.21).

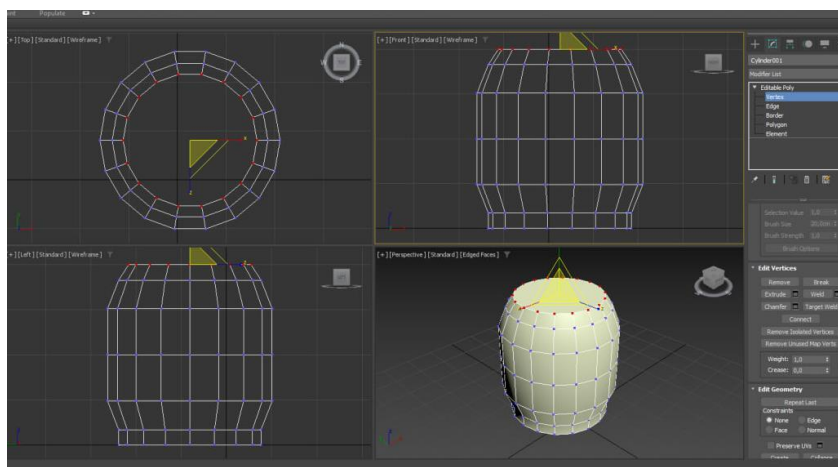


Рисунок 3.21 – Процес створення бочки

Наступні об'єкти, а саме рубель та драбина, в своїй основі мають Box, видозмінений полігональним моделюванням. До країв рубеля додано фаску (рис. 3.22)

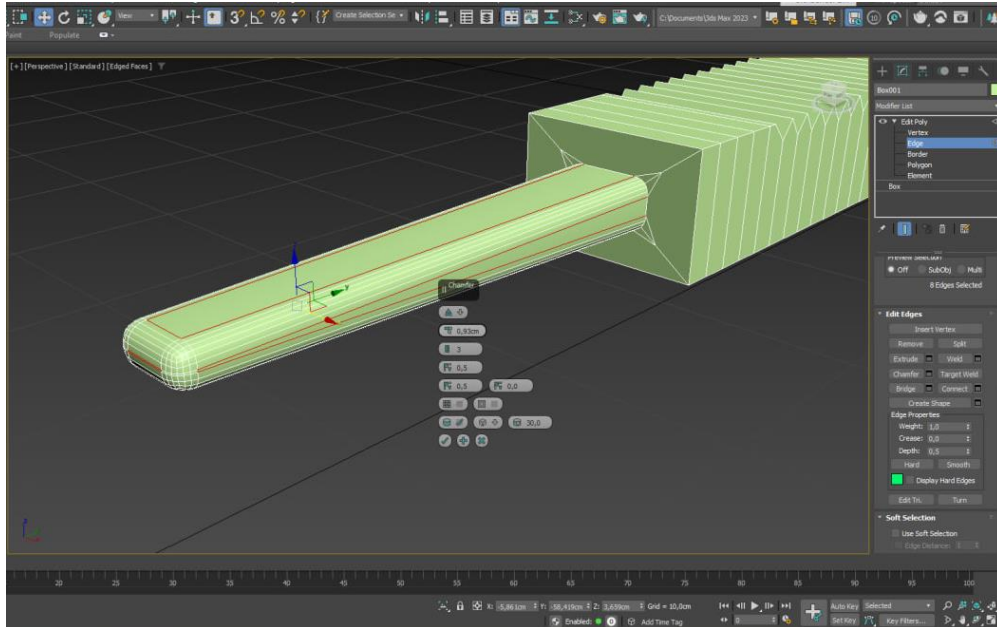


Рисунок 3.22 – Застосування Chamfer (фаски) до ручки рубеля

Для мисок було намальовано сплайни, на які додано модифікатор Lathe, Shell та TurboSmooth (рис. 3.23).

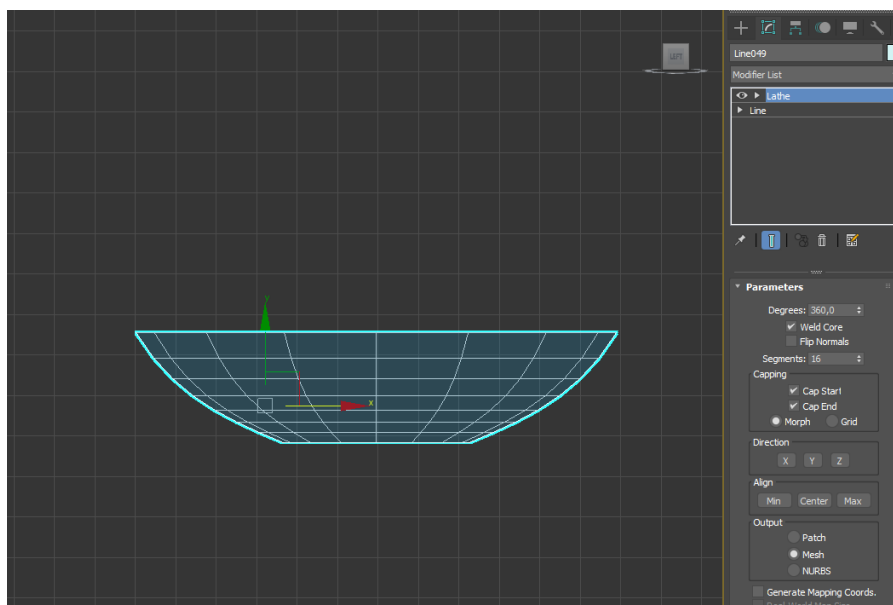


Рисунок 3.23 – Процес моделювання миски

Залишилось створити моделі для кухні. Головним елементом в старовинній українській хаті була піч. З примітиву Box інструментами Extrude та Scale змодельовано форму печі (рис. 3.24).

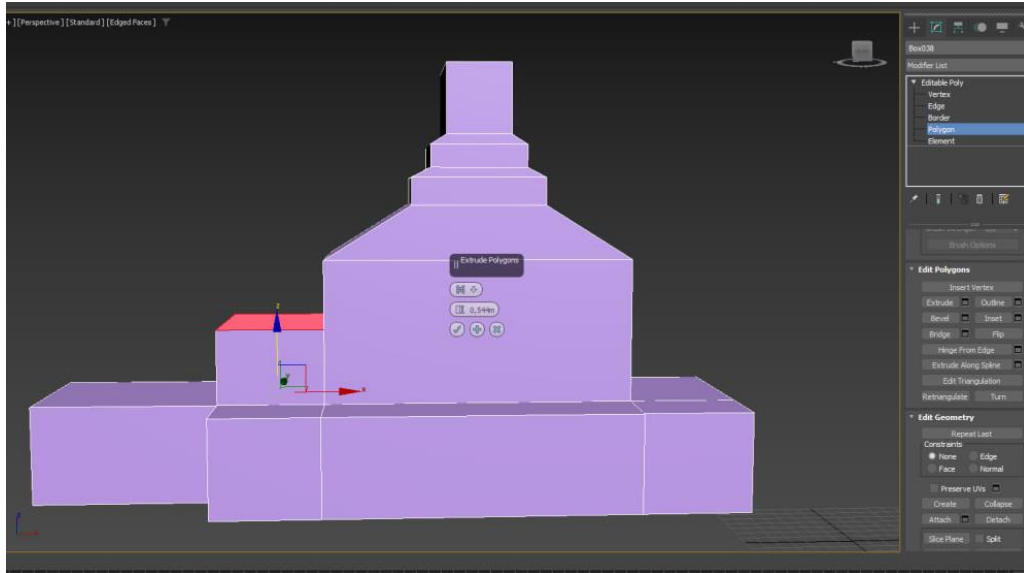


Рисунок 3.24 – Створення форми печі

Додавши нові ребра функцією Connect визначено області, які слугуватимуть заглибинами в печі, та за допомогою Extrude та Chamfer оформлено кінцевий вигляд моделі, який зображено на рисунку 3.25.

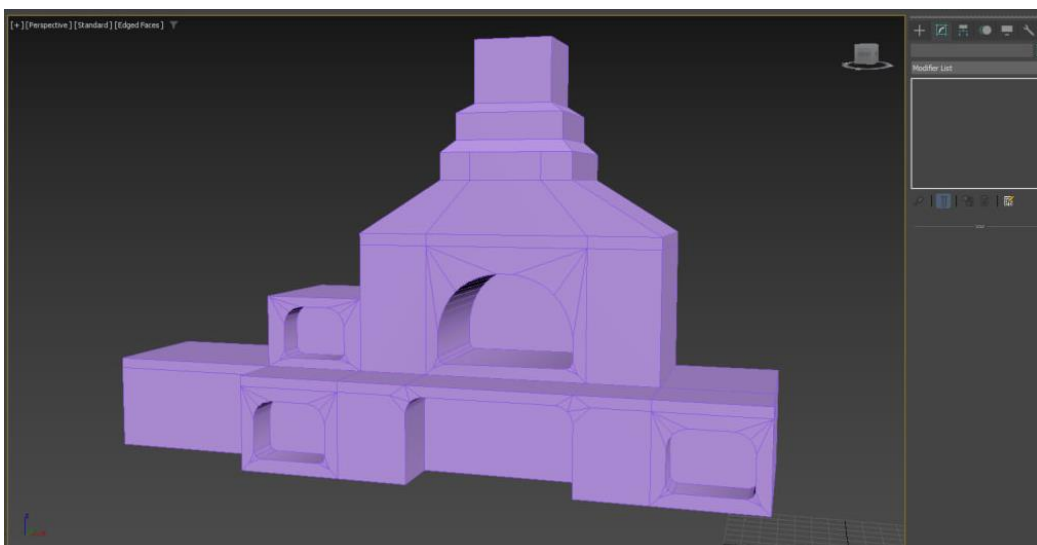


Рисунок 3.25 – 3D-модель печі

Стільці біля столу створені з кількох елементів. Ніжки стільця утворено об'єктом Loft на основі кількох різних сплайнів: квадрата, кола та зірки. Додано модифікатор Twist зі встановленими лімітами дії зверху та знизу (рис. 3.26).

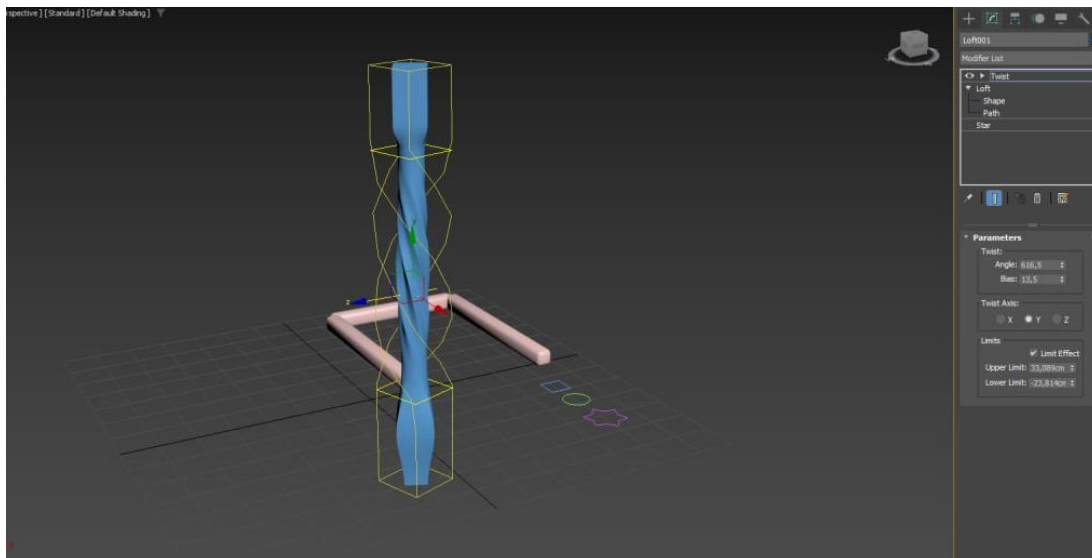


Рисунок 3.26 – Застосування Twist до ніжки стільця

Спинка стільця також утворена за допомогою Loft на основі вигнутої лінії та зі змінним графіком масштабу об'єкту по довжині (рис. 3.27).

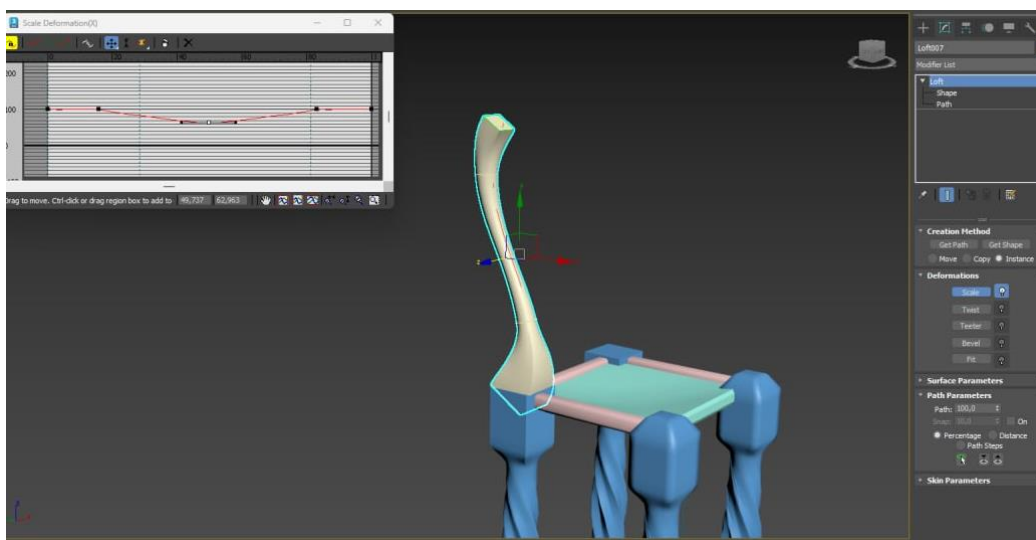


Рисунок 3.27 – Створення спинки стільця

Об'єднавши розроблені елементи разом вийшов результат, який зображено на рисунку 3.28.



Рисунок 3.28 – Змодельований стілець

Всі інші об'єкти кухні (кухонний стіл, лави, мисник, покуття та сокира) було створено шляхом полігонального моделювання. Також посуд, горщики та вази змодельовано сполученням сплайнів і модифікаторів Lathe, Shell, TurboSmooth. На рисунку 3.29 зображено мисник з посудом який вийшов в процесі моделювання.

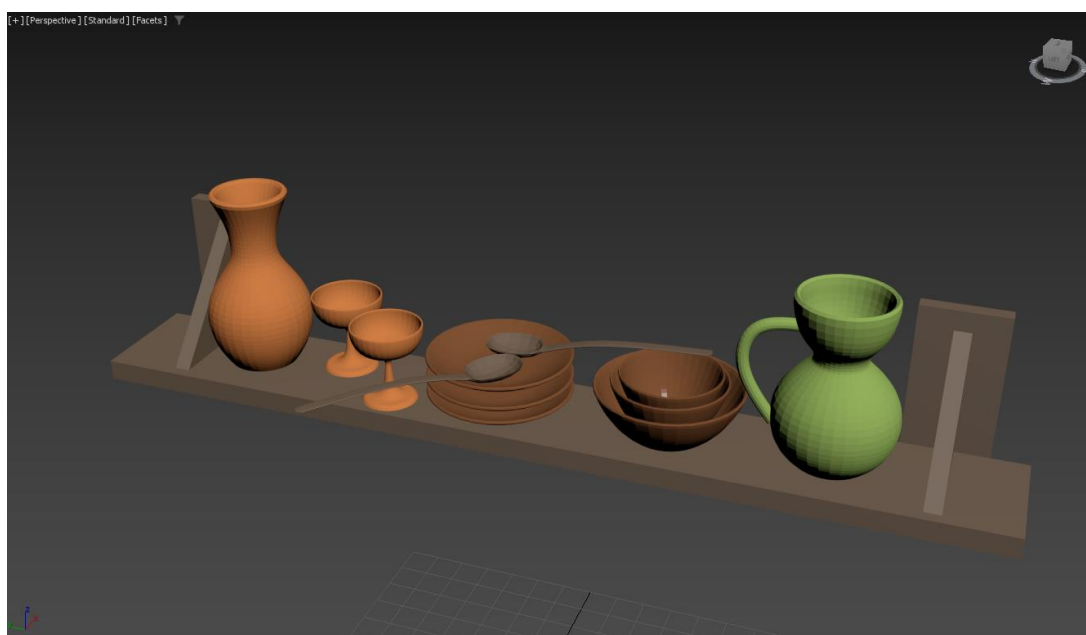


Рисунок 3.29 – Змодельований мисник з посудом

Закінчивши моделювання основних об'єктів, їх всі було зібрано в одній сцені. Додатково створені площини, які було перетворено на килими, скатертину та рушники із застосуванням модифікатора mCloth симуляції MassFX. Результати зібраної зображені на рисунку 3.30.

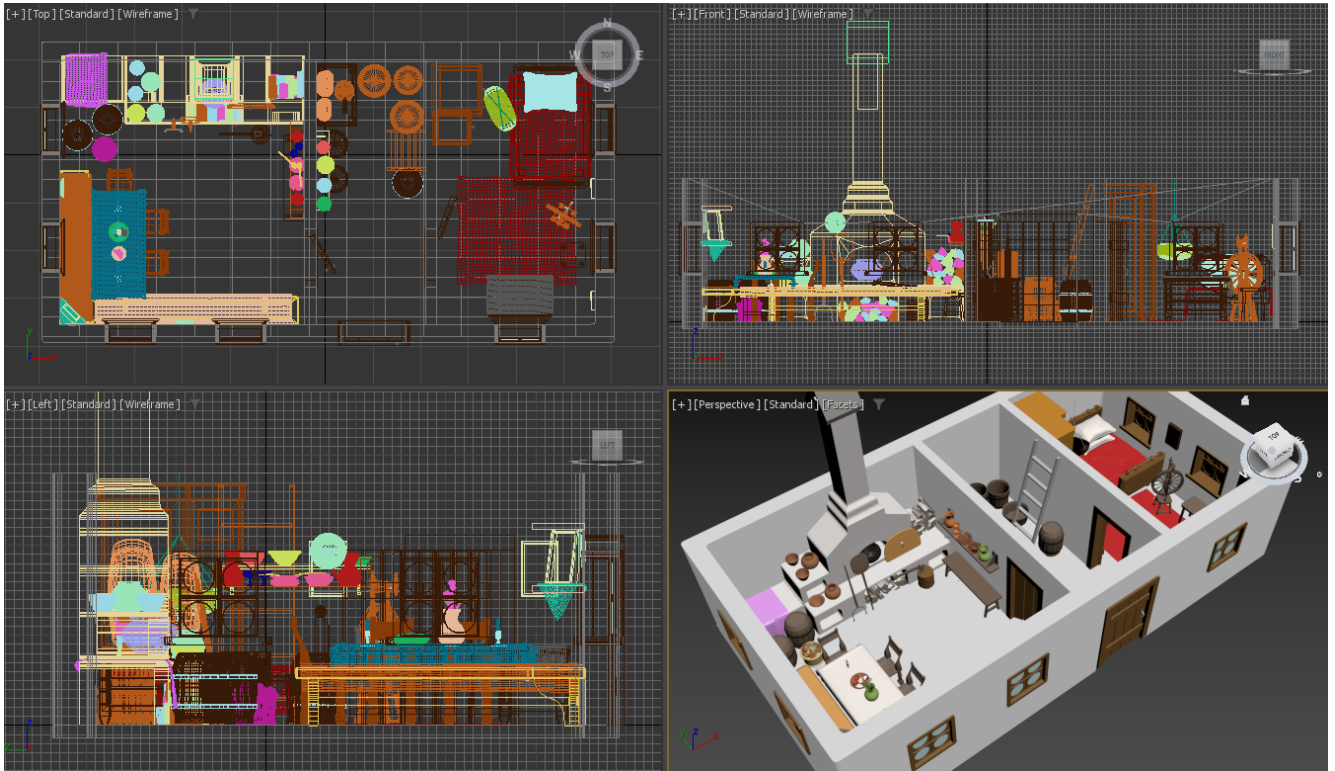


Рисунок 3.30 – Зібрана сцена

### 3.3 Налаштування матеріалів

Обов'язковим етапом в процесі розробки реалістичної 3D моделі є налаштування та призначення матеріалів. В українських традиційних хатах використовували природні та доступні матеріали, такі як дерево, глина, солома, залізо.

Для того щоб відтворити матеріал дерева, необхідно було використати текстуру дерев'яної поверхні як мапу Diffuse Map. Також важливо було додати нерівностей до пошарпаного вигляду. Цього можна досягти, додавши мапу Bump до матеріалу. На рисунку 3.31 зображено приклад одного з дерев'яних матеріалів.



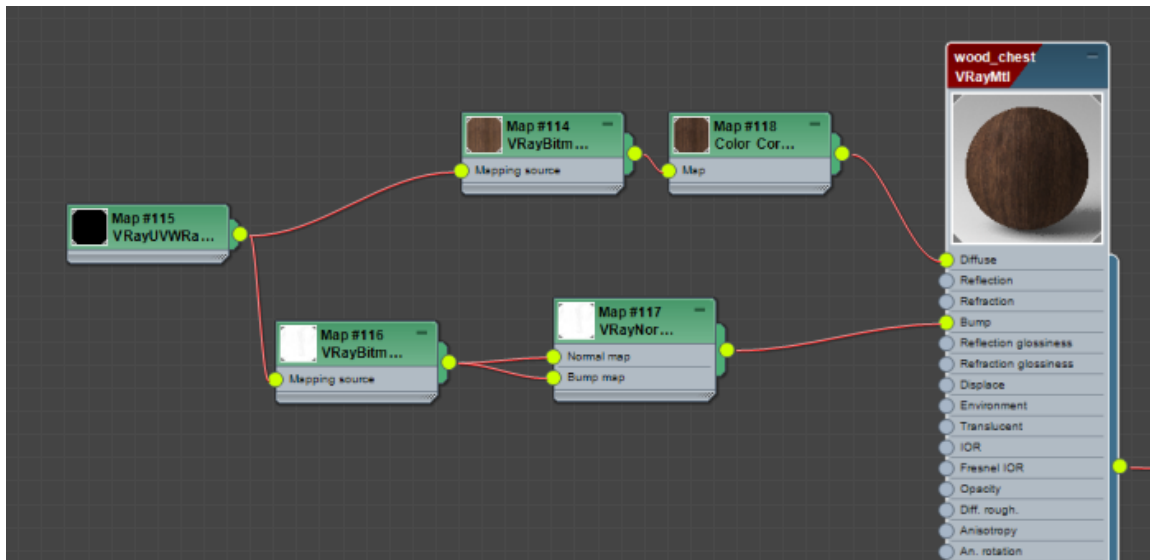


Рисунок 3.31 – Матеріал дерева

Щоб додати деяким об'єктам особливо застарілого вигляду було створено дерев'яні матеріали, які на краях моделей будуть ставати світлішими та більш нерівними. Такий ефект робився на з використанням VRayBlendMtl, двох матеріалів дерева, один з яких мав бути світлішим, а також мапи VRayCompText з визначеними параметрами границь поширення матеріалу Blend (рис. 3.32).

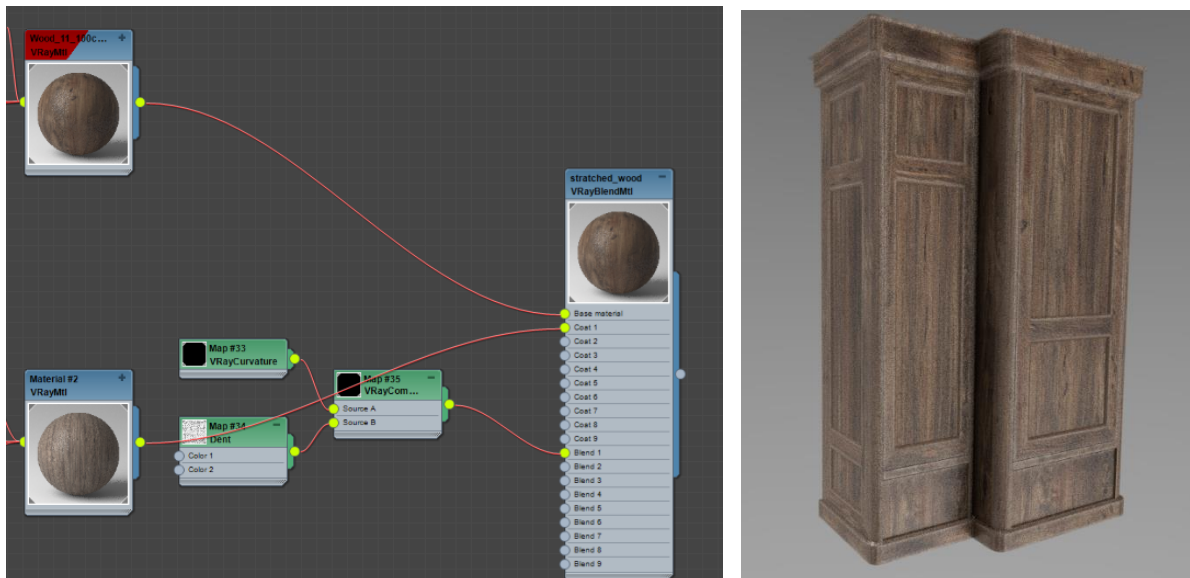


Рисунок 3.32 – Матеріал старого дерева

За схожим принципом робилися матеріали для порцеляни з розписом (рис. 3.33), рушників та скатертини з вишивкою (рис. 3.34). Для VRayBlendMtl як



Base обирався той матеріал, який буде основним на об'єкті, як Coast матеріал з малюнком, а для Blend були назначені чорно-білі мапи з визначеними зонами відображення малюнку.

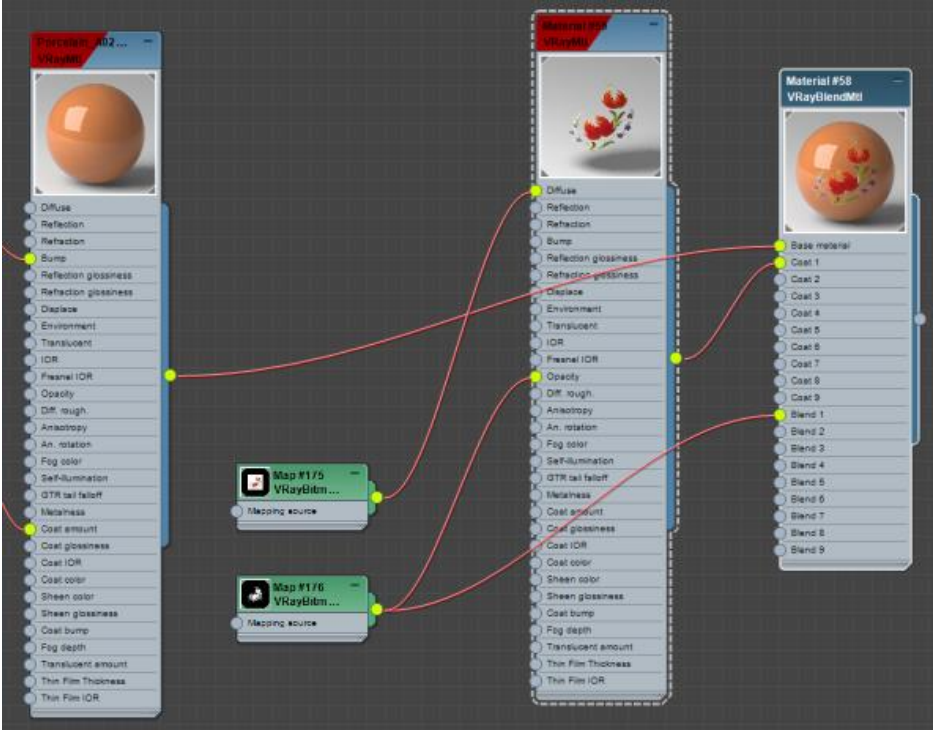


Рисунок 3.33 – Матеріал порцеляни з розписом

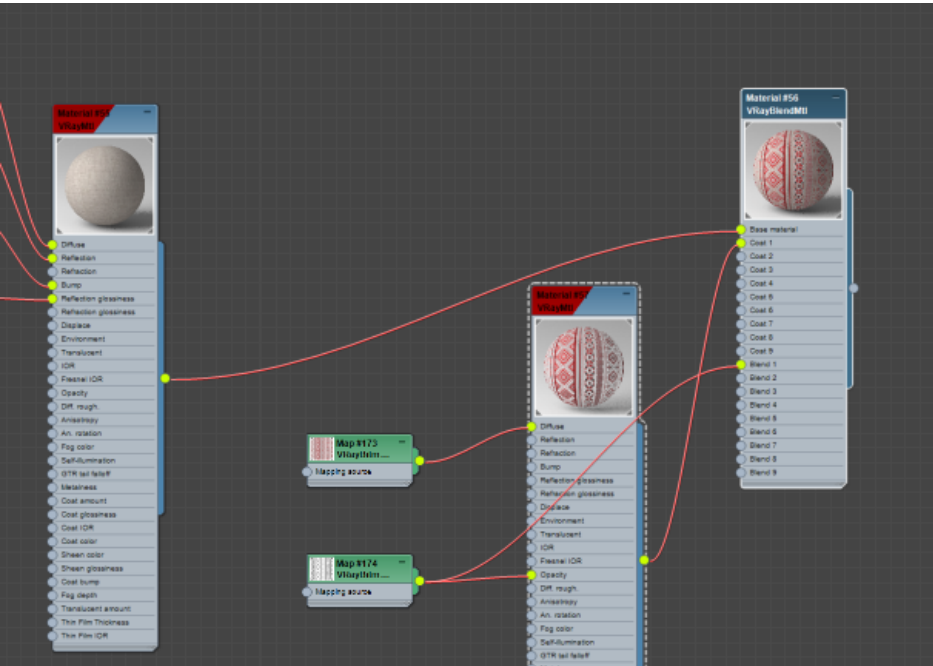


Рисунок 3.34 – Матеріал скатертини з вишивкою

Для заліза важливим було призначити мапи Metalness та Bump (рис.).

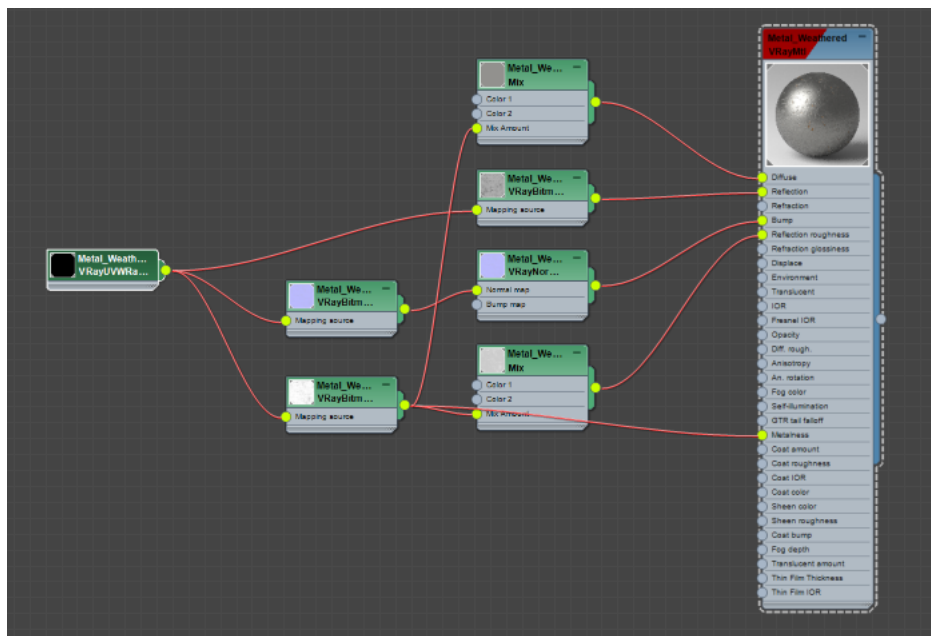


Рисунок 3.35 – Матеріал заліза

Стіни мають бути глиняні з певними недоліками. Щоб це зробити, було взято текстуру глини, за допомогою мапи Color Correction відредаговано її в білий колір та призначено як Diffuse. Нерівності на стінах додано також за допомогою текстури, яку було назначено як Bump (рис. 3.36).

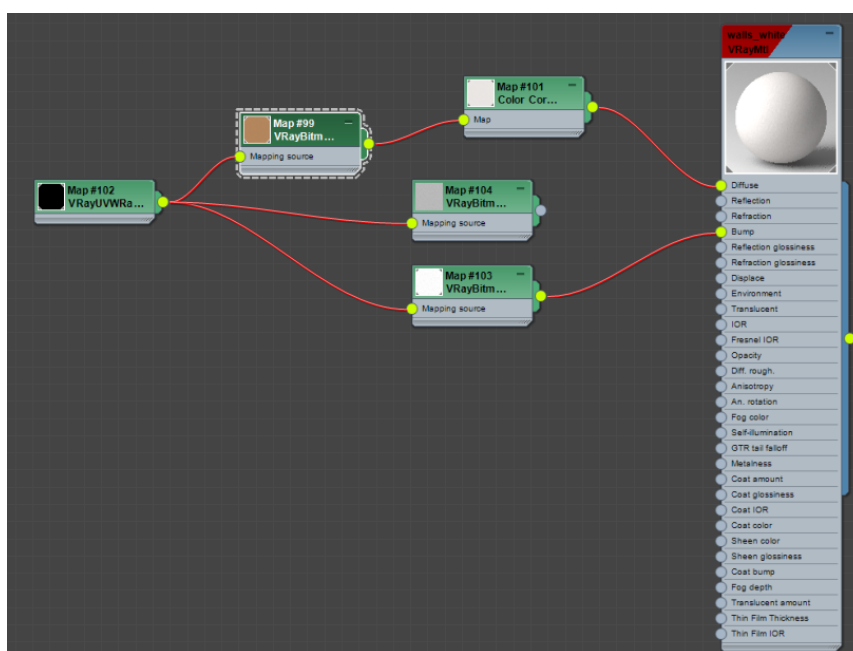


Рисунок 3.36 – Матеріал глини для стін

Щоб кінцевий результат виглядав реалістично та цікаво, необхідно мати різноманіття текстур, які підходили би під кожен модель. Саме тому було розроблено ще декілька матеріалів дерева, глини, порцеляни з різними розписами, різні тканини та метали за вже описаними методами. Мапа всіх розроблених матеріалів зображена на рисунку 3.37.

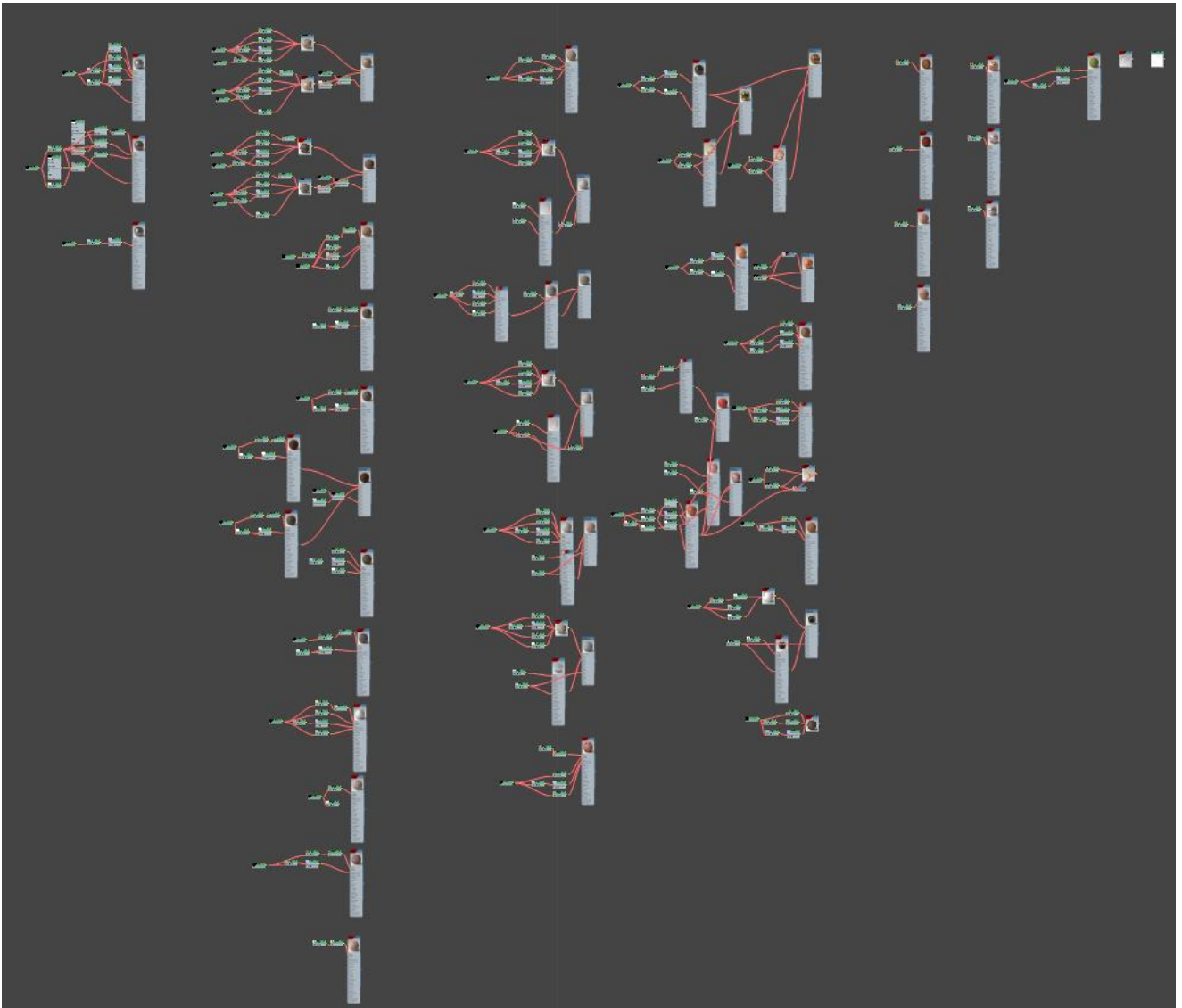


Рисунок 3.37 – Мапа розроблених матеріалів

Далі всі створені матеріали було накладено на моделі з використанням модифікатора UVM Map – це метод накладання текстур, що дозволяє налаштовувати координати текстури для об'єктів. Цей модифікатор можна застосувати для окремих елементів або полігонів моделі, що дозволяє точно

налаштувати зовнішній вигляд об'єкту. На рисунку 3.38 зображено приклад накладання текстури на корпус ліжка.

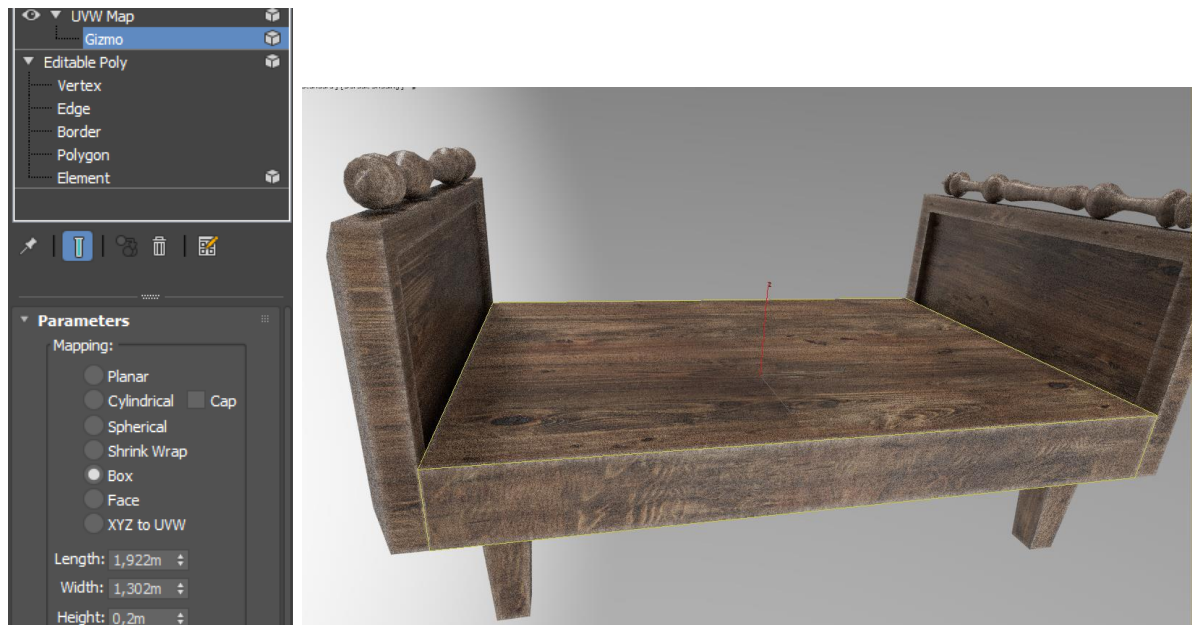


Рисунок 3.38 – Накладання текстури на корпус ліжка

### 3.4 Налаштування освітлення та візуалізація

Засоби 3Ds Max в комбінації з плагіном V-Ray дозволяють відтворити реалістичні світлові умови. Для цього існує світло типу Dome, яке використовується як глобальне освітлення. Підібравши HDRI-мапу (High Dynamic Range Imaging), яка буде відображати зовнішнє середовище, її було підключено як мапу в налаштуваннях VRayLight та задано бажану температуру світла (рис. 3.39). Також цю ж HDRI-мапу було підключено в сувої Rendering: Environment.

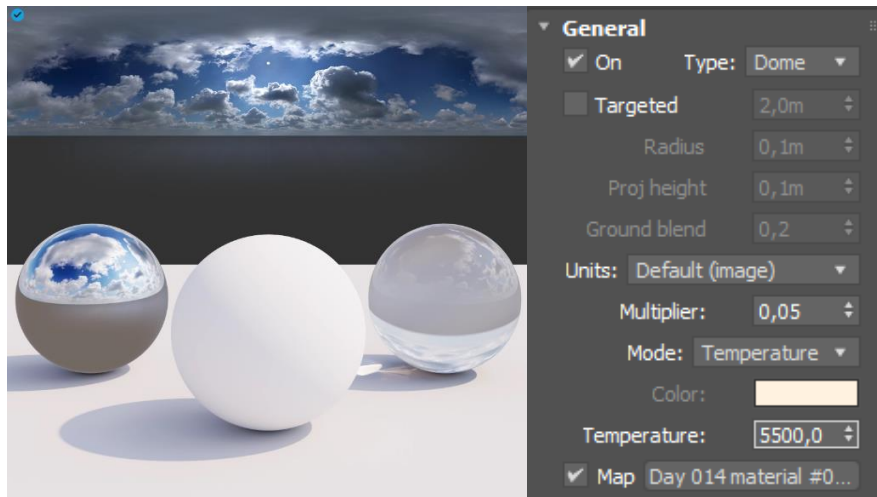


Рисунок 3.39 – Налаштування глобального освітлення та середовища

Проте глобального освітлення недостатньо для того, щоб освітити кімнати всередині хати. Щоб це виправити, було вирішено додати додаткове джерело освітлення V-RayLight типу Plane, продублювавши його як залежну копію біля всіх вікон (рис. 3.40).

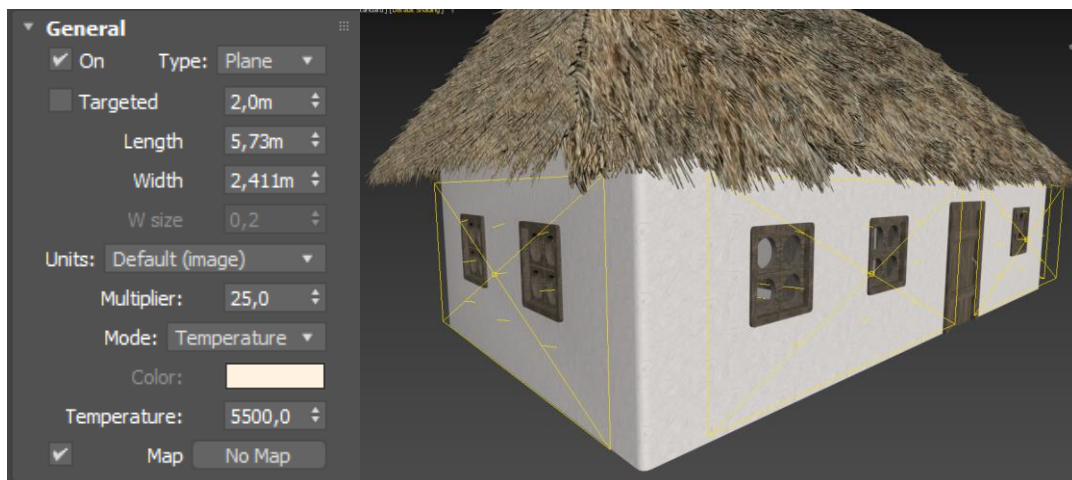


Рисунок 3.40 – Налаштування освітлення біля вікон

Маючі всі елементи сцени та освітлення, можна переходити до візуалізації. Підбір ракурсів для рендеру статичних зображень відбувався з використанням камер V-RayPhysicalCamera (рис. 3.41). Налаштовуюючи параметри чутливості камери до світла, фокусну відстань, кут захвату та інше, можливим було досягнути гарно поставленого ракурсу.



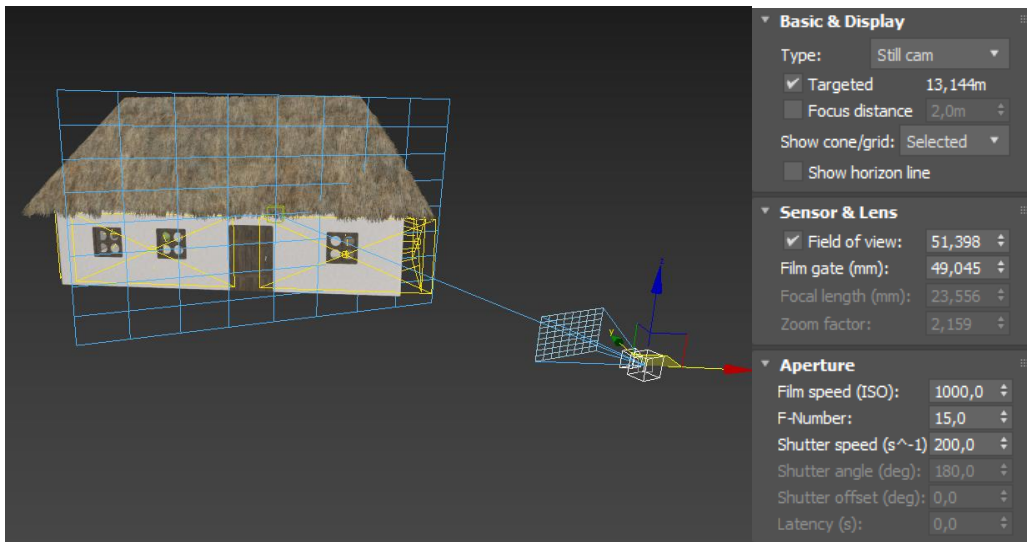


Рисунок 3.41 – Налаштування однієї з камер

Перед початком візуалізації також потрібно було налаштувати параметри рендеру: за рушій обрано V-Ray 6, у вікні загальних налаштувань обрано рендер одного кадру (без анімації), а якість самого зображення встановлено 1920x1080 пікселів. На рисунку 3.42 зображено вікно налаштувань рендеру.

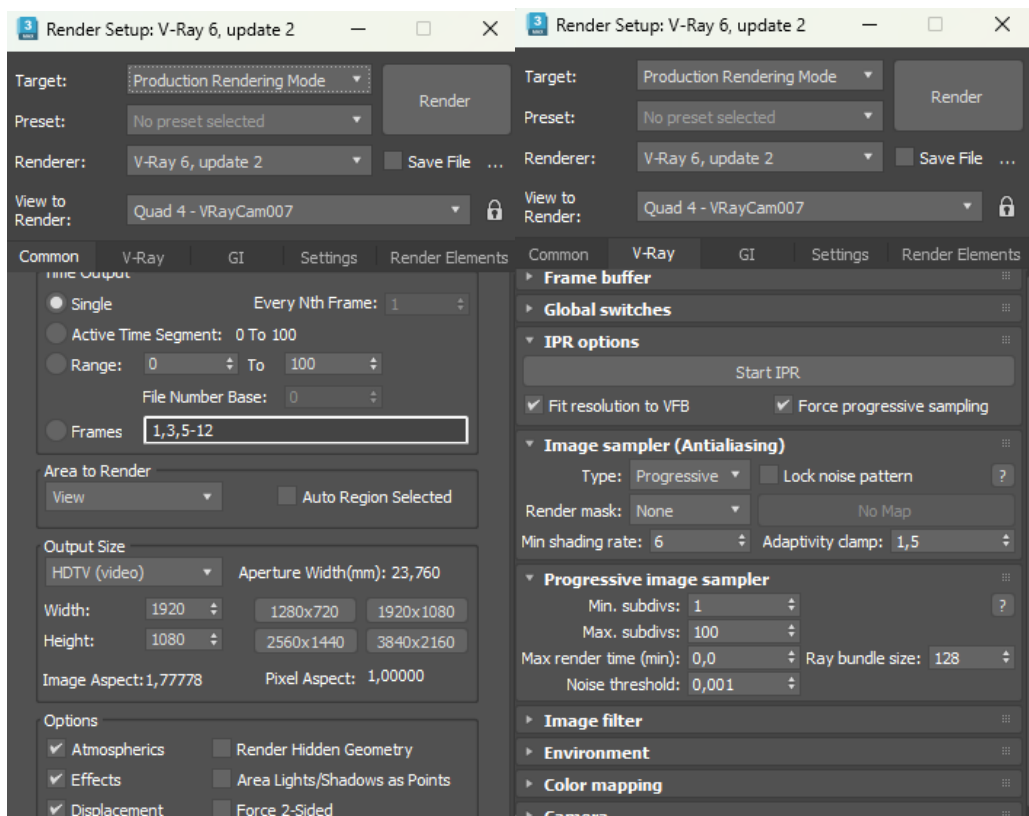


Рисунок 3.42 – Параметри рендеру для статичного зображення

Щоб мати відео як один із результатів візуалізації, необхідно створити анімацію прольоту камери біля будинку. Для цього створено ще одну камеру V-RayPhysicalCamera та з увімкненим режимом Auto Key переміщено по простору сцені по обраним на таймлайні проміжках (рис. 3.43).



Рисунок 3.43 – Процес створення анімації для камери

В налаштуваннях рендеру потрібно обрати Active time segment, щоб зберегти кадри зі всього таймлайну. Якість рендеру для відео було вирішено зменшити порівняно зі статичними зображеннями, адже кількість кадрів є великою і відповідно рендер всіх цих кадрів займає багато часу. Тому встановлено розмір 960x540 пікселів, а формат збереження послідовності кадрів обрано jpg. Після завершення рендеру всю секвенцію було переведено у відео формату mp4. Всі налаштування зображено на рисунку 3.44.

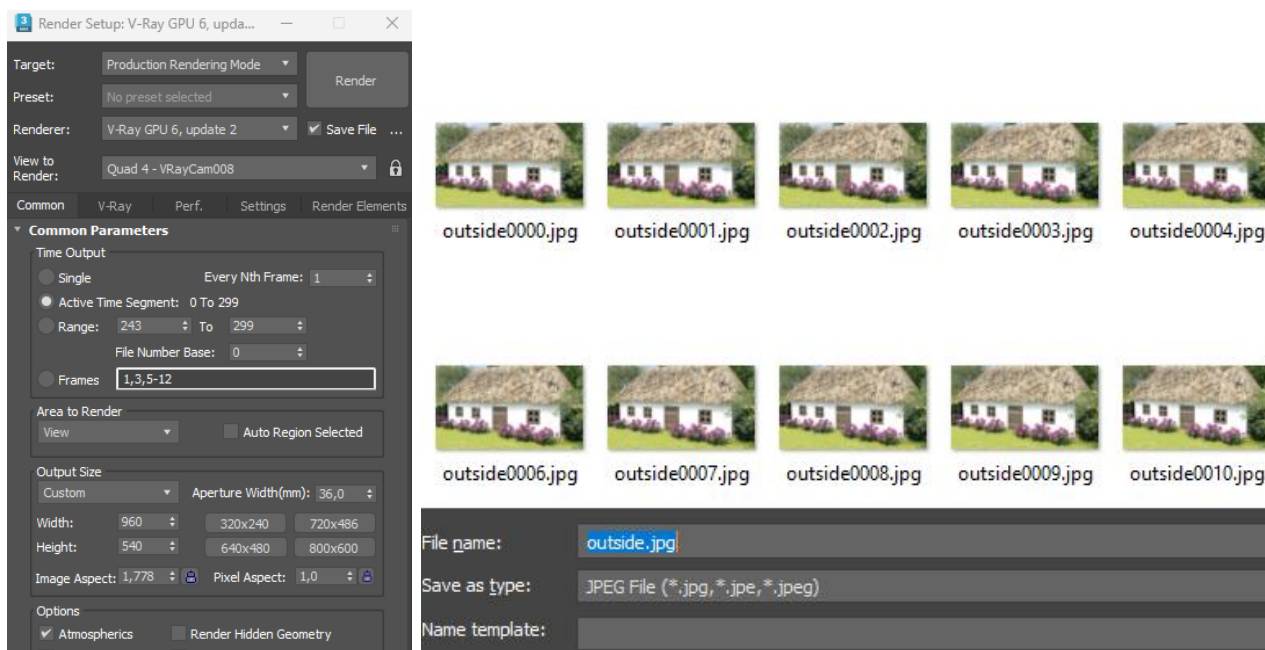


Рисунок 3.44 – Параметри рендеру для секвенції

Результатом виконаної візуалізації української старовинної хати є її зображення з різних ракурсів та відео прольоту камери ззовні хатини. На рисунках 3.45 – 3.46 представлено зображення спальної кімнати.



Рисунок 3.45 – Візуалізація спальної кімнати





Рисунок 3.46 – Візуалізація спальної кімнати

На рисунку 3.47 зображено проміжну кімнату між житловими зонами, або як раніше називали цю зону – сіни.



Рисунок 3.47 – Візуалізація проміжної кімнати (сіни)

Рисунки 3.48 – 3.50 демонструють вигляд кухні. Кухня є найбільшою кімнатою та містить символічні, значущі для наших предків, елементи: піч, покуття розміщене по діагоналі від печі, мисник, посуд з розписом та обідній стіл.



Рисунок 3.48 – Візуалізація кухні



Рисунок 3.49 – Візуалізація кухні





Рисунок 3.50 – Візуалізація кухні

Для рендеру зовнішнього вигляду хату було вирішено додати рослини та дерева із бібліотеки Chaos. Результат зображено на рисунку 3.51.



Рисунок 3.51 – Візуалізація зовнішнього виду хати

Поставлена мета проєкту «Візуалізація 3D моделі старовинної української хати» досягнута. Результатом виконання є розроблена тривимірна модель української хати з трьома кімнатами: кухня, спальна кімната та сіни, а також їх візуалізовані зображення та відео з демонстрацією зовнішнього виду хати.

## ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено дослідження предметної області та описано важливість використання технологій тривимірного моделювання стосовно збереження культурно-історичної спадщини.

На основі проведеного аналізу була підтверджена актуальність візуалізації 3D моделі української старовинної хати та вказано вимоги до кінцевого продукту (Додаток А), враховуючи сильні та слабкі сторони аналогів.

Проведено планування робіт, що включало в себе створення WBS та OBS-структур, деталізацію мети методом SMART, розробку календарного планування з використанням діаграми Ганта та аналіз ризиків з подальшими стратегіями реагування на них або завчасного запобігання (Додаток Б).

Щоб обрати засоби реалізації, було проведено порівняння популярних програм для тривимірного моделювання. В результаті було обрано 3Ds Max.

Виконано структурно-функціональне моделювання за нотацією IDEF0 та декомпозиція з метою кращого розуміння потоків інформації та дій, які необхідно було виконати для реалізації проєкту. Також змодельовано діаграму використання для відображення сценаріїв використання продукту.

Засобами 3Ds Max було створено окремі елементи сцени, після чого їх було об'єднано в одному файлі. Для всіх моделей було розроблено та призначено відповідні матеріали. Після чого налаштовано зовнішнє оточення та освітлення всієї сцени, і здійснено візуалізацію зображень та відео за допомогою системи рендерингу V-Ray.

Практичне значення роботи – це застосування сучасних технологій тривимірного проектування в сфері збереження культурної спадщини України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кулиняк, М. А. (2022). ЦИФРОВА КУЛЬТУРНА СПАДЩИНА ЯК ФЕНОМЕН ЦИФРОВОЇ КУЛЬТУРИ. Культурологічний альманах, (3), 218–227. <https://doi.org/10.31392/cult.alm.2022.3.28>.
2. Закон України «Про охорону культурної спадщини» [Редакція від 02.10.2023]; [Електронний ресурс] // Сайт Верховної Ради України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-14#Text>.
3. dsnews.ua. Точка опори: що таке культурна спадщина і як кожен може її зберегти [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dsnews.ua/ukr/society/tochka-opori-shcho-take-kulturna-spadshchina-i-yak-kozhen-mozhe-jiji-zberegiti-17082023-485286>.
4. Веденєєв Д. В. Політика радянської держави із знищення православних храмів в Україні: механізм та духовно-культурні наслідки (1920-ті - 1965 рр.) // Культура і сучасність. 2019. № 2. С. 3-10.
5. Музей Голодомору. Знищення української культурної спадщини як складова російської імперської політики русифікації та денационалізації України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://holodomormuseum.org.ua/news-museji/znyshchennia-ukrainskoi-kulturnoi-spadshchynu-iak-skladova-rosijskoi-imperskoi-polityky-rusyfikatsii-ta-denatsionalizatsii-ukrainy/>.
6. Циганок, О. О. Хата—важливий виховний простір української етнопедagogіки (Doctoral dissertation, Інтернет-конференція, 2–3 квітня 2020 р.—Дніпро).
7. ЕТНОХАТА. Українська хата - відомі та невідомі факти по житло українців [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://etnoxata.com.ua/statti/traditsiji/ukrajinska-hata-vidomi-ta-nevidomi-fakti-po-zhitlo-ukrajintsiv/>.

8. Milosz, M., & Kęsik, J. (2023). 3D Information Technologies in Cultural Heritage Preservation and Popularisation (p. 208). MDPI-Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

9. NOVATR. Top 10 Benefits of 3D Modeling in Construction and Design Industry [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.novatr.com/blog/benefits-of-3d-modelling-in-construction>.

10. Akademia CAD CAM. Czym jest modelowanie 3D? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://akademiacadcam.pl/czym-jest-modelowanie-3d/>.

11. Вікна. Проект "Скелі Довбуша — подорож у легенду" переміг в обласному конкурсі [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vikna.if.ua/news/category/all/2023/12/29/149463/view>.

12. Болехівська міська рада. Розроблено тривимірну модель та 3D візуалізацію історичної дерев'яної надбудови [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://bolekhiv-rada.gov.ua/news/project-activity-news/12489-rozrobleno-trivimirnu-model-ta-3d-vizualizaciju-istorichnoyi-derevjanoyi-nadbudovi-periodu-serednovichchja-na-teritoriyi-kompleksnoyi-pamjatki-prirodi-zagalnoderzhavnogo-znachennja-skeli-dov.html>.

13. Фотографії старого Львова. В музеї Грушевського презентували проект доповненої реальності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://photo-lviv.in.ua/v-muzeyi-grushevskogo-prezentuvaly-proekt-dopovnenoyi-realnosti/>.

14. Sketchfab. Memorial Museum of Mikhailo Hrushevskyj in Lviv [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sketchfab.com/3d-models/memorial-museum-of-mikhailo-hrushevskyj-in-lviv-da3733e68219496e8ce6010dfe0a2bc4/>.

15. ZAXID.NET. У львівському музеї Грушевського створили проект доповненої реальності [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://zaxid.net/u\\_lvivskomu\\_muzeyi\\_grushevskogo\\_stvorili\\_proekt\\_dopovnenoyi\\_realnosti\\_n1492276](https://zaxid.net/u_lvivskomu_muzeyi_grushevskogo_stvorili_proekt_dopovnenoyi_realnosti_n1492276).

16. Projector Mag. Навіщо дизайнерам софт Cinema 4D [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://prjctr.com/mag/cinema4d>.
17. Anamisa, D. R., Yusuf, M., Mufarroha, F. A., & Rohmah, N. (2020, July). Design of virtual reality application for Taharah using 3D Blender. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1569, No. 2, p. 022071). IOP Publishing.
18. Павловський, С. М., & Бабков, А. В. (2021). Основи автоматизованого проектування: лабораторні роботи в середовищі AutoCAD. — Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. — 598 с.
19. Savtec. Що таке Sketchup (і як його використовувати)? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.savtec.org/articles/howto/what-is-sketchup-and-how-do-i-use-it.html>.
20. Крижний, Г. К., Козакова, Н. В., & Норік, Е. В. (2016). Організація менеджменту якості на базі стандарту IDEF0 на виробничому підприємстві.
21. Зінов'єва, О. Г. (2023). Використання CASE-засобів для проектування інформаційних систем. *Українські студії в європейському контексті*, (7), 220-227.
22. Vukhor. Українська хата, Кропивниччина [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://hayivka.blogspot.com/2018/01/blog-post.html>.
23. Siami-Irdemoosa, E., Dindarloo, S. R., & Sharifzadeh, M. (2015). Work breakdown structure (WBS) development for underground construction. *Automation in construction*, 58, 85-94.
24. Ramachandran, K. K., & Karthick, K. K. (2019). Gantt chart: An important tool of management. *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng*, 8(7).
25. Пасінович, І. І. Актуальні глобальні тренди, які визначають специфіку сучасного менеджменту. *Інновінг сучасних трендів в менеджменті безпеки*, 101.



**ДОДАТОК А.**

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**  
**на створення графічного продукту**  
**«Візуалізація 3D моделі української старовинної хати»**

**ПОГОДЖЕНО:**

Доцент кафедри інформаційних технологій

\_\_\_\_\_ Баранова І.В.

Студент групи ІТз-03-2с

\_\_\_\_\_ Шоренко Н.В.

**Суми 2024**

## **1 Призначення й мета створення 3D моделі української старовинної хати**

### **1.1 Призначення 3D моделі**

3D візуалізація української старовинної хати разом з засобами перегляду тривимірних об'єктів забезпечать подальше ознайомлення та вивчення особливостей подібних будівель зацікавленими сторонами.

### **1.2 Мета створення 3D моделі**

Зберегти культурну спадщину створивши деталізовану тривимірну копію традиційної хати зразків ХІХ-ХХ століття, що відобразатиме зовнішні і внутрішні архітектурні особливості.

### **1.3 Цільова аудиторія**

Проект має широку цільову аудиторію:

- історики і науковці, які можуть досліджувати культурні особливості минулих поколінь на прикладі даної моделі;
- музеї та виставкові центри – фізичні споруди з часом втрачають свою цілісність і для подальшої реставрації зразків традиційних хат або їх реконструкції можуть знадобитися цифрові фотографії та 3D-візуалізації;
- культурні та туристичні організації можуть використовувати 3D модель хати для якісної реклами і розповсюдження туризму в музеї українського побуду і архітектури;
- викладачі освітніх закладів матимуть змогу інтерактивно продемонструвати зразок традиційної хати на лекціях та заняттях.

## **2 Вимоги до 3D сцени**

### **2.1 Вимоги до 3D моделі в цілому**

Модель має мати високий рівень деталізації та реалістичності. Для цього буде використано налаштування джерел освітлення, високоякісних матеріалів і текстур. Файл сцени буде збережено у форматі .max.

## **2.2 Вимоги до функції моделі**

Модель має відтворювати візуальний вигляд, побут і наповнення об'єктами актуальними у вжитку в XIX-XX столітті.

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

Для реалізації сцени було обрано Autodesk 3Ds Max стабільної версії та систему візуалізації V-Ray компанії Chaos Group.

Програма Autodesk 3Ds Max разом з додатком V-Ray потребують наступних системних характеристик:

- дисковий простір від 10 ГБ;
- від 4 ГБ оперативної пам'яті;
- 64-розрядний багатоядерний процесор Intel або AMD;
- трикнопкова мишка в якості вказівного пристрою;
- від 4 ГБ відеопам'яті.

## **2.4 Вимоги до збереження інформації**

Autodesk 3Ds Max забезпечує регулярне резервне збереження файлів за встановленими часовими інтервалами. Рекомендовано створювати резервні копії сцени під час моделювання для подальшого легкого доступу до попередніх версій проекту у разі необхідності внесення змін в ньому.

### **3 Структура 3D моделі**

#### **3.1 Наповнення 3D моделі (контент)**

Модель української старовинної хати зразка XIX-XX століття має містити наступні об'єкти:

- корпус хатини;
- солом'яний дах;
- обідній стіл зі стільцями;
- лава;
- традиційна піч (груба);
- скриня;
- полиця для посуду (мисник);
- молитовний куток (покуть);
- веретено;
- шафа;
- ліжко;
- свічки для освітлення.

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

Елементи сцени розроблюються в окремих файлах, після чого за допомогою функції Merge в Autodesk 3Ds Max збираються в єдину сцену. Даний підхід забезпечить послідовне виконання робіт та прискорить роботу програмного забезпечення. Кожен окремо створюваний об'єкт має бути наближений до реального, а загальна сцена відтворювати приблизні пропорції та розміри старовинної української хатини.

Хатина складається з трьох кімнат – сіни, спальня кімната та кухня (світлиця).

### **4. Склад і зміст робіт зі створення 3D моделі української старовинної хати**

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

Таблиця 1 – Етапи створення 3D моделі української традиційної хати

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
1	Ініціювання проєкту	8 днів
2	Дослідження та концептуалізація	10 днів
3	3D-моделювання	25 днів
4	Візуалізація і пост-обробка	5 днів
5	Звітування про проєкт	12 днів
6	Здача проєкту	5 днів
	Загальна тривалість робіт	65 днів

## ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

Метою даної роботи є створення тривимірної моделі і подальшої її візуалізації української старовинної хатини зразка ХІХ-ХХ століття з відтворенням архітектурних і побутових особливостей тогочасного життя.

Для досягнення мети проєкту необхідно виконати наступні задачі:

- планування робіт;
- дослідження предметної області;
- моделювання окремих елементів сцени;
- збірка фінальної сцени;
- налаштування середовища та освітлення сцени;
- здійснення візуалізації та пост-обробки;
- підготовка звітів про виконану роботу.

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

Для успішної реалізації проєкту необхідно на початкових етапах його створення встановити чіткі та вимірювані цілі та визначити критерії їх досягнення. Це сприятиме більш ефективному плануванню, реалізації та контролю над розробкою проєкту 3D візуалізації традиційної української хати, забезпечуючи його послідовне та вчасне виконання у встановлені терміни.

Сформульована методом SMART мета проєкту представлена у таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Формалізація мети за технологією SMART

Specific	Візуалізація 3D моделі української старовинної хати, яка відображатиме особливості інтер'єру та екстер'єру житлових будинків зразка XIX-XX століття
Measurable	Оцінка кваліфікаційної роботи після її захисту буде результатом проекту
Achievable	Для виконання проекту є затверджена тема кваліфікаційної роботи, спеціалізовані знання у виконавця, доступ до відповідних технологій: Autodesk 3Ds Max, V-Ray
Relevant	Розробка 3D візуалізації традиційної української хати відповідає меті збереження культурно-історичної спадщини України за допомогою сучасних інформаційних технологій
Time-bound	Проект має встановлені часові рамки, які затверджуються на початкових етапах розробки.

## Б.2 Планування змісту робіт та структури виконавців

Для планування змісту робіт обрано візуальну діаграму WBS (work breakdown structure), яка являє собою ієрархічну та орієнтовану на результати декомпозицію проекту [23]. Діаграма містить рівні – на найвищому рівні знаходиться сам проект, який розподіляється на підзадачі, які в свою чергу також можуть бути розбиті на менші завдання. Така структура дозволяє зрозуміти який обсяг робіт необхідно виконати для реалізації проекту.

На рисунку Б.1 представлено організаційну структуру планування проекту.

Для визначення розподілу ресурсів використано OBS, що являє собою організаційну структуру виконавців. Вона забезпечує візуальне представлення компонентів організації, будь то відділи, команди або окремі особи, і як вони пов'язані між собою з точки зору ролей і обов'язків. Дана діаграма визначає який ресурс (особа, відділ, команда) відповідає за певну задачу.

На рисунку Б.2 зображено організаційну структуру виконавців проекту. Список виконавців, що функціонують в проекті, описано в таблиці Б.2.

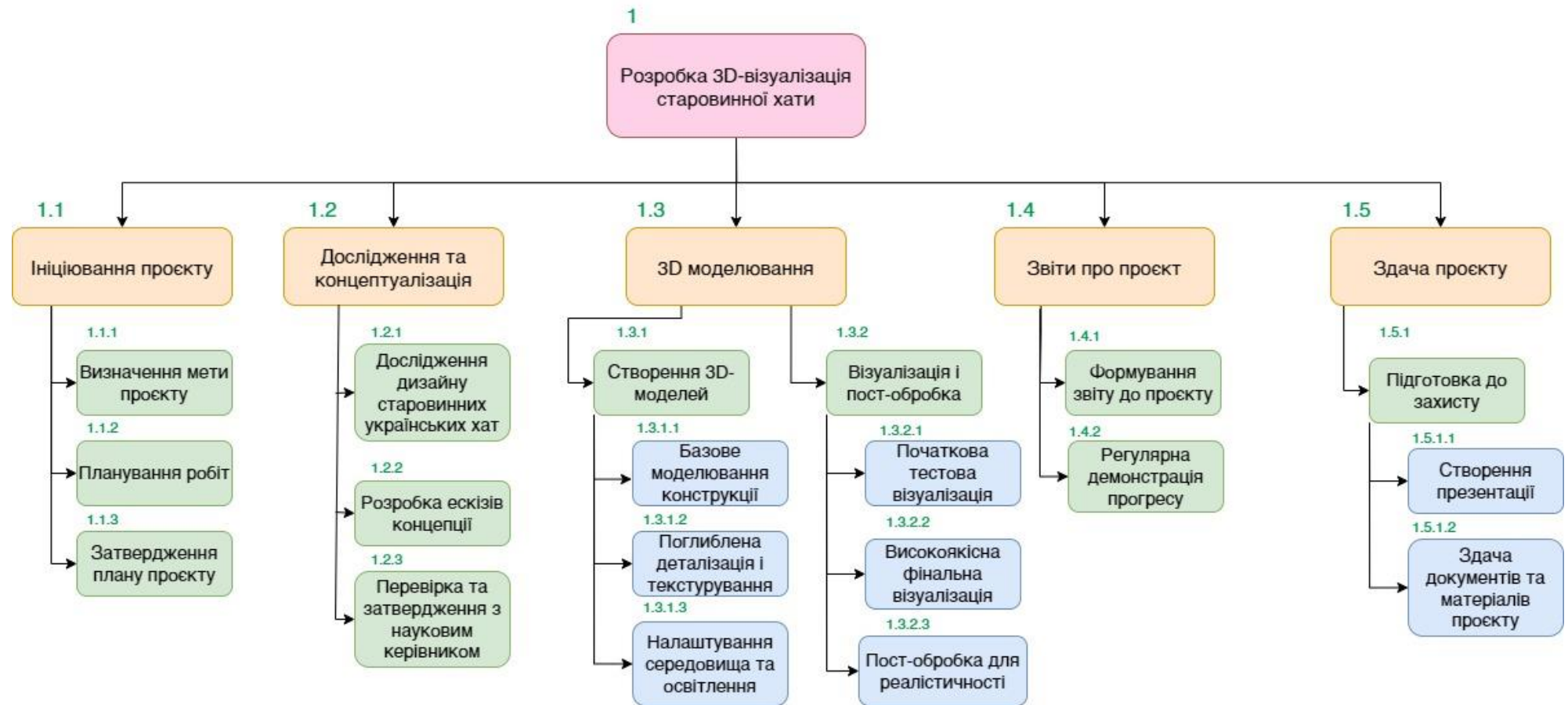


Рисунок Б.1 – WBS-структура робіт проекту



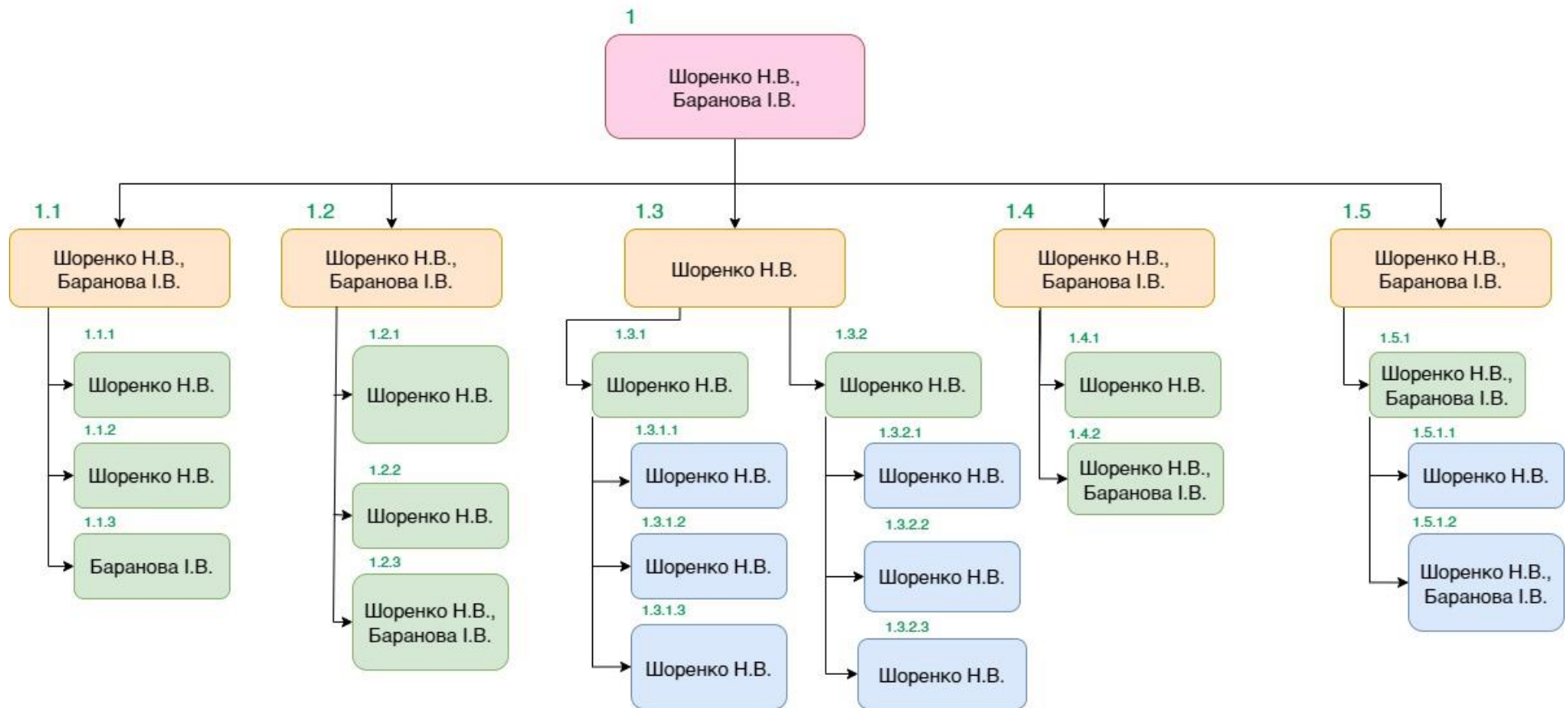


Рисунок Б.2 – OBS-структура робіт проекту

Таблиця Б.2 – Виконавці проєкту

Роль	Ім'я	Проектна роль
Науковий керівник	Баранова І. В.	Забезпечує загальне керівництво та затвердження етапів проєкту
3D-дизайнер	Шоренко Н. В.	Займається 3D моделюванням, деталізацією, текстуруванням та рендером кінцевої сцени
Аналітик	Шоренко Н. В.	Проводить дослідження та аналіз 3D моделювання стосовно традиційних українських хат
Менеджер проєкту	Шоренко Н. В.	Керує розподілом ресурсів, планом виконання робіт та забезпечує відповідність документації результатам проєкту

### Б.3 Діаграма Ганта

Для планування і координування робіт використано інструмент під назвою Діаграма Ганта. Такий вид планування допомагає ефективно відстежувати фактичне виконання робіт, вибудовувати зв'язки між роботами та встановлювати терміни для кожної із задач проєкту [24].

Календарний графік проєкту представлено на рисунку Б.3.























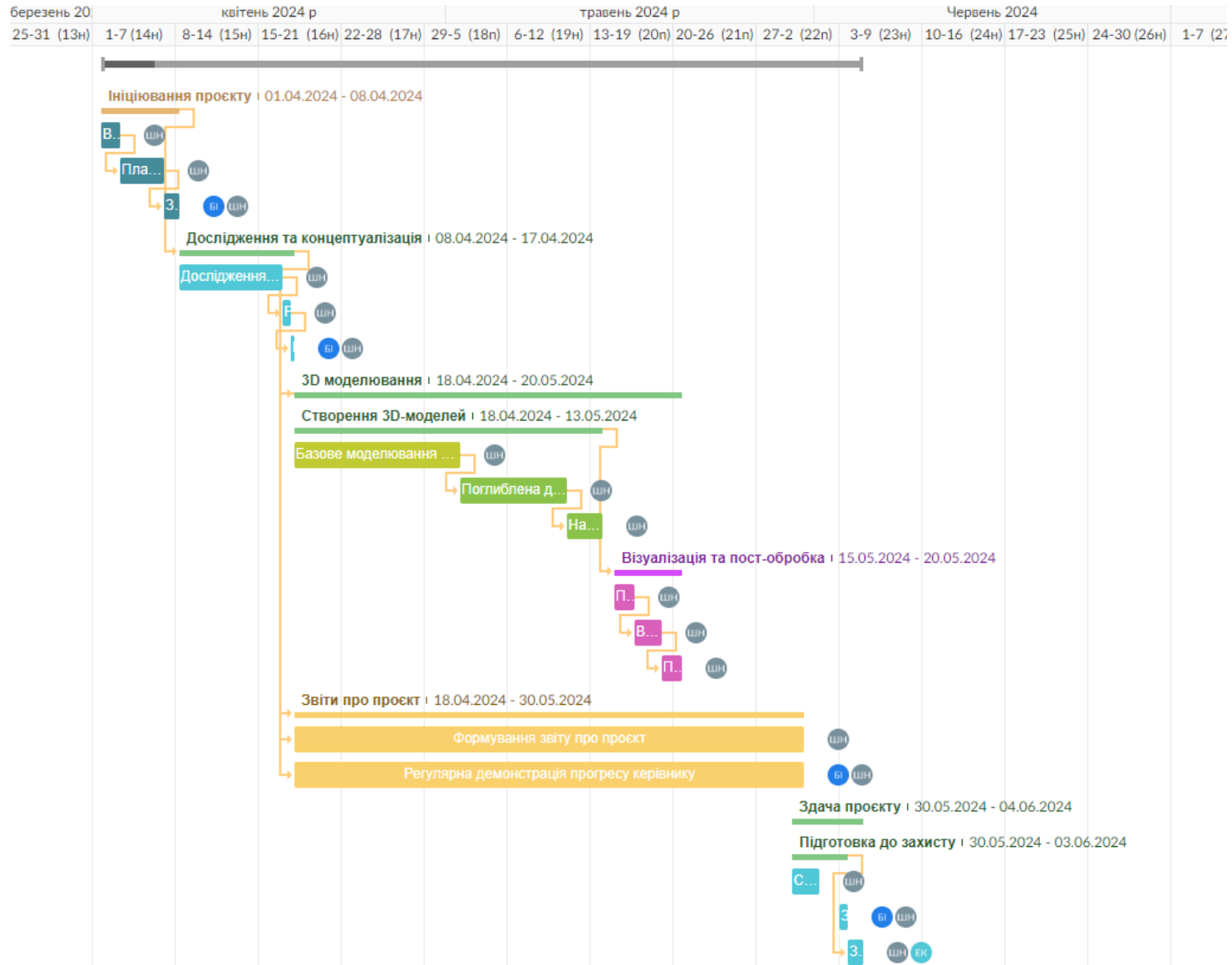
завдання	Виконавець	початок	Завершення	Попередник
		01.04.2024	04.06.2024	
1 <input type="checkbox"/> Ініціювання проєкту		01.04.2024	08.04.2024	
1.1 Визначення мети проєкту	 Шоренко Н. В.	01.04.2024	03.04.2024	
1.2 Планування робіт	 Шоренко Н. В.	03.04.2024	06.04.2024	1.1
1.3 Затвердження проєкту з науковим керівником	 	07.04.2024	08.04.2024	1.2
2 <input type="checkbox"/> Дослідження та концептуалізація		08.04.2024	17.04.2024	1
2.1 Дослідження дизайну традиційних українських хат	 Шоренко Н. В.	08.04.2024	16.04.2024	
2.2 Розробка ескізів концепції	 Шоренко Н. В.	17.04.2024	17.04.2024	2.1
2.3 Перевірка та затвердження	 	17.04.2024	17.04.2024	2.2
3 <input type="checkbox"/> 3D моделювання		18.04.2024	20.05.2024	2
3.1 <input type="checkbox"/> Створення 3D-моделей		18.04.2024	13.05.2024	
3.1.1 Базове моделювання конструкції	 Шоренко Н. В.	18.04.2024	01.05.2024	
3.1.2 Поглиблена деталізація та текстурювання	 Шоренко Н. В.	02.05.2024	10.05.2024	3.1.1
3.1.3 Налаштування середовища та освітлення	 Шоренко Н. В.	11.05.2024	13.05.2024	3.1.2
3.2 <input type="checkbox"/> Візуалізація та пост-обробка		15.05.2024	20.05.2024	3.1
3.2.1 Початкова тестова візуалізація	 Шоренко Н. В.	15.05.2024	16.05.2024	
3.2.2 Високоякісна фінальна візуалізація	 Шоренко Н. В.	16.05.2024	18.05.2024	3.2.1
3.2.3 Пост-обробка	 Шоренко Н. В.	19.05.2024	20.05.2024	3.2.2
4 <input type="checkbox"/> Звіти про проєкт		18.04.2024	30.05.2024	3
4.1 Формування звіту про проєкт	 Шоренко Н. В.	18.04.2024	30.05.2024	3
4.2 Регулярна демонстрація прогресу керівнику	 	18.04.2024	30.05.2024	3
5 <input type="checkbox"/> Задача проєкту		30.05.2024	04.06.2024	
5.1 <input type="checkbox"/> Підготовка до захисту		30.05.2024	03.06.2024	
5.1.1 Створення презентації	 Шоренко Н. В.	30.05.2024	01.06.2024	
5.1.2 Задача всіх документів та матеріалів по проєкту	 	03.06.2024	03.06.2024	
5.2 Захист проєкту перед комісією	 	03.06.2024	04.06.2024	5.1

Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта



Продовження рисунка Б.3

#### Б.4 Управління ризиками проєкту

Для успішної реалізації проєкту важливо попередити ризики, які можуть вплинути на ефективність виконання робіт та на отримання своєчасного якісного результату. Управління ризиками передбачає своєчасні дії, спрямовані на зменшення потенційних витрат та ресурсів для задоволення очікувань зацікавлених сторін в рамках проєкту [25].

У таблиці Б.3 надано перелік ризиків даного проєкту. Результати оцінки ризиків надано у таблиці Б.4.

Таблиця Б.3 – Ризики проєкту

№ ризику	Назва (опис) ризику
1	Хвороба учасників проєкту
2	Втрата або пошкодження даних
3	Недоступність потрібних ресурсів
4	Велика кількість зауважень та модифікацій під час створення проєкту
5	Повільна комунікація між учасниками проєкту
6	Прострочення термінів здачі проєкту
7	Недостатня компетенція розробника в сфері 3D-моделювання
8	Відключення електроенергії
9	Стихійне лихо
10	Апаратне обмеження для розробки проєкту

Таблиця Б.4 – Результати визначення ймовірності, впливу та рангу ризиків проекту

<b>№ ризику</b>	<b>Назва (опис) ризику</b>	<b>Ймовірність (0,1-0,9)</b>	<b>Вплив (0,05-0,8)</b>	<b>Ранг</b>
1	Хвороба учасників проекту	0,3	0,6	0.18
2	Втрата або пошкодження даних	0,3	0,5	0.15
3	Недоступність потрібних ресурсів	0,45	0,3	0.135
4	Велика кількість зауважень та модифікацій під час створення проекту	0,6	0,2	0.12
5	Повільна комунікація між учасниками проекту	0,2	0,1	0.02
6	Прострочення термінів здачі проекту	0,2	0,5	0.1
7	Недостатня компетенція розробника в сфері 3D-моделювання	0,3	0,5	0.15
8	Відключення електроенергії	0,5	0,2	0.1
9	Стихійне лихо	0,1	0,3	0.03
10	Апаратне обмеження для розробки проекту	0,1	0,2	0.02

У таблиці Б.5 представлено шкалу оцінювання ризиків за ймовірністю виникнення та величиною впливу.

Таблиця Б.5 – Шкала оцінювання ризиків за ймовірністю виникнення та величиною впливу

Оцінка	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Тип ризику
1	Низька	Низький	Прийнятні
2	Середня	Середній	Виправдані
3	Висока	Високий	Недопустимі

Мінімізація негативного впливу ризиків на проєкт досягається розробкою плану реагування на них. Такий план оцінює потенційні ризики і визначає відповідні стратегії для їх подолання. Оцінка ризиків ґрунтується на критеріях, наведених у таблиці Б.6. Зеленим кольором на матриці позначають прийнятні ризики, жовтим – виправдані, а червоним – неприпустимі.

Таблиця Б.6 – Матриця ймовірності та впливу

Вірогідність	Рівень впливу				
	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 R4	0.28	0.56
0.5	0.025	0.05	0.10 R3, R8	0.20	0.40
0.3	0.015	0.03 R5	0.06	0.12 R1, R2, R6, R7	0.24
0.1	0.005	0.01	0.02 R9, R10	0.04	0.08

Проєктні ризики класифіковані за їхнім рівнем відповідно визначеному індексу ризику, як це показано у таблиці Б.7. У таблиці Б.8 наведено детальний опис кожного ризику, а також визначено стратегії для їхнього управління та реагування.

Таблиця Б.7 – Шкала оцінювання за рівнем ризику

№	Назва	Межі	Ризики, які входять
1	Прийнятні	$0,005 \leq R \leq 0,05$	5, 9, 10
2	Виправдані	$0,05 \leq R \leq 0,14$	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8
3	Неприпустимі	$0,14 \leq R \leq 0,72$	



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	Новий	Хвороба учасників проєкту	Середня	Середній	0,18	Впровадити гнучкий графік виконання робіт та передбачити в графіку проєкту буферний час на випадок непередбачуваних затримок через хворобу	Зменшення	У разі тривалої хвороби звернутися до керівника для продовження термінів або коригування обсягу проєкту
2	Новий	Втрата або пошкодження даних	Середня	Середній	0,15	Регулярно створювати резервні копії даних, увімкнути функцію «Автозбереження» через кожні 15 хв і використовувати надійне антивірусне та захисне програмне забезпечення	Зменшення	У разі значної втрати даних, використати резервні копії для відновлення даних, і, якщо необхідно, переробити втрачену роботу, надаючи пріоритет ключовим компонентам проєкту

## Продовження таблиці Б.8

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
3	Новий	Відсутність необхідних ресурсів	Середня	Середній	0,135	Визначити та забезпечити наявність критично важливих ресурсів на ранній стадії проекту і скласти список альтернативних варіантів	Зменшення	Якщо певні ресурси залишаються недоступними, адаптувати проєкт, використовуючи альтернативні ресурси.
4	Новий	Велика кількість коментарів та модифікацій під час створення проєкту	Висока	Низький	0,12	Проведення регулярної демонстрації прогресу проєкту науковому керівнику. Виділити додатковий час для потенційних змін у часовому графіку проєкту	Зменшення	Якщо кількість коментарів стає надто великою, визначити пріоритети змін на основі впливу та доцільності, зосередившись на найбільш важливих аспектах

Продовження таблиці Б.8

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
5	Новий	Повільна комунікація між учасниками проекту	Низька	Низький	0,02	Використовувати ефективні інструменти комунікації (Telegram) та визначити які саме процеси роботи будуть перевірятися керівником	Зменшення	
6	Новий	Протермінування строків здачі проекту	Низька	Середній	0,1	Розробити детальний графік проекту з проміжними етапами та регулярним відстеженням прогресу для раннього виявлення та усунення затримок	Зменшення	У разі затримок, переоцінити та скоригувати графік проекту, отримавши схвалення керівника на будь-яке продовження термінів

Продовження таблиці Б.8

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
7	Відкритий	Недостатня компетенція розробника в сфері 3D-моделювання	Середня	Високий	0,15	Підвищити кваліфікацію розробника шляхом проходження онлайн-курсів, вивчення наявного матеріалу з навчальних дисциплін пов'язаних з 3D-моделюванням	Зменшення	Якщо прогалини у навичках впливають на проєкт, зосередитися на простіших методах моделювання, знайти онлайн-уроки чи форуми для вирішення конкретних завдань або обговорити з керівником доцільність коригування складності проєкту
8	Відключення електроенергії	Новий	Середня	Низький	0,1	Впровадити гнучкий графік виконання робіт, робити регулярне збереження даних для запобігання їх втрати у разі раптового вимкнення світла	Зменшення	Організація роботи над проєктом в місцях, де є електроенергія (коворкінги, Пункти незламності, ТЦ)

## Продовження таблиці Б.8

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
9	Стихійне лихо	Новий	Низька	Низький	0,03	Регулярне резервне копіювання даних; ознайомлення з планами евакуації та безпеки	Зменшення	
10	Апаратне обмеження для розробки проекту	Новий	Низька	Низький	0,02	Перед початком проекту провести детальний аудит наявного обладнання, щоб переконатися, що воно відповідає технічним вимогам проекту	Зменшення	