

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Візуалізація 3D моделі кухні. Параметризація розмірів та текстур»

за напрямом підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки»

Виконавець роботи: студент групи ІТ-52 Милка Каріна Геннадіївна

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

_____ «__» _____ 2019 р.

Науковий керівник

(підпис)

к.т.н., доц., Федотова Н.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Голова комісії

(підпис)

Шифрін Д. М.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

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

Студент _____
(підпис)

Суми-2019

Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук
Секція інформаційних технологій проектування
Напрямок підготовки – 6.050101 «Комп'ютерні науки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. секцією ІТП

_____ В. В. Шендрик
«__» _____ 2019 р.

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

Милка Каріна Геннадіївна

1 Тема роботи Візуалізація 3D моделі кухні. Параметризація розмірів та текстур

керівник роботи Федотова Наталія Анатоліївна, к.т.н., доцент _____,

затверджені наказом по університету від «17» травня 2019 р. № 084-III

2 Строк подання студентом роботи «3» червня 2019 р.

3 Вхідні дані до роботи Книга «HAFELE. Free family. Нова свобода руху. Асортимент підйомних механізмів HAFELE», розмір кухні та обладнання.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз предметної області, Постановка задачі та методи дослідження, Моделювання об'єкту візуалізації 3d моделі кухні, Розробка об'єкту візуалізації, Висновок.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) презентація 21 слайд: тема дипломного проекту, мета та задачі, дослідження аналогів, таблиця аналогів, функціональні вимоги, вимоги до параметрів шаф, етапи реалізації, діаграма IDEF0, діаграма варіантів використання, вибір програмного забезпечення, моделювання об'єктів кухні, призначення матеріалів, налаштування елементів управління, налаштування анімації, фінальний рендер, відеоогляд роботи, висновки.

6. Консультанти розділів роботи:

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|----------------------------------|----------------------|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| <i>Аналіз предметної області</i> | <i>Федотова Н.А.</i> | | |
| <i>Розробка 3D моделей</i> | <i>Федотова Н.А.</i> | | |
| <i>Тестування</i> | <i>Федотова Н.А.</i> | | |
| <i>Впровадження</i> | <i>Федотова Н.А.</i> | | |

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------|-------------------------------|------------|
| 1 | Аналіз предметної області | 26.03.2019 | 26.03.2019 |
| 2 | Визначення вимог | 30.03.2019 | 01.04.2019 |
| 3 | Розробка дизайну меблів | 11.04.2019 | 14.04.2019 |
| 4 | Моделювання меблів | 20.04.2019 | 22.04.2019 |
| 5 | Створення елементів управління | 13.05.2019 | 12.05.2019 |
| 6 | Створення анімації об'єктів | 14.05.2019 | 16.05.2019 |
| 7 | Тестування | 18.05.2019 | 18.05.2019 |
| 8 | Виправлення помилок | 23.05.2019 | 23.05.2019 |
| 9 | Розробка документації | 26.05.2019 | 24.05.2019 |
| 10 | Розробка інструкції користувача | 29.05.2019 | 25.05.2019 |
| 11 | Розробка інструкції розробника | 29.05.2019 | 25.05.2019 |

Студент

(підпис)

Милка К.Г.

Керівник роботи

(підпис)

к.т.н., доц. Федотова Н.А.

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: «Візуалізація 3D моделі кухні. Параметризація розмірів та текстур».

Пояснювальна записка складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків та списку літератури, містить 64 сторінки, 4 таблиці, 39 рисунків, 24 джерела літератури.

Перший розділ містить загальний опис, як буде працювати об'єкт візуалізації, проводиться огляд існуючих програмних засобів інтернет-магазинів меблів, визначається їх функціонал, їх недоліки та переваги, доводиться актуальність виконання завдання.

У другому розділі визначається мета та задачі, методології щодо її виконання, проводиться вибір програмного забезпечення та виконується планування робіт.

У третьому розділі створюється декомпозиція структурно-функціонального моделювання з детальним описом кожного етапу завдання та демонструється, як саме працює об'єкт візуалізації шляхом моделювання схеми варіантів використання.

У четвертому розділі проводиться опис кожного етапу готового продукту, який було реалізовано за допомогою раніше вибраних підходів.

Результатом виконання завдання є розроблений об'єкт візуалізації 3D моделі кухні з можливістю параметризації розмірів, вибором текстур, шаф та переглядом анімації їх відкривання.

Ключові слова: візуалізація, шафи, підйомний механізм, обладнання, моделювання, параметризація, анімація, користувач, варіант відкривання, параметри, текстура.

ЗМІСТ

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП..... | 7 |
| 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ..... | 8 |
| 1.1 Загальний аналіз роботи технології візуалізації..... | 8 |
| 1.2 Огляд існуючих програмних засобів інтернет-магазинів меблів..... | 9 |
| 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ..... | 13 |
| 2.1 Мета та задачі..... | 13 |
| 2.2 Методи дослідження..... | 14 |
| 2.3 Вибір методів реалізації..... | 17 |
| 2.4 Планування робіт..... | 18 |
| 3 Моделювання об'єкту візуалізації 3D моделі кухні..... | 19 |
| 3.1 Структурно-функціональне моделювання..... | 20 |
| 3.2 Моделювання варіантів використання..... | 22 |
| 4 Розробка об'єкту візуалізації 3D моделі кухні..... | 24 |
| 4.1 Моделювання об'єктів кухні..... | 24 |
| 4.2 Створення розгортки..... | 31 |
| 4.3 Текстурування..... | 33 |
| 4.4 Додавання елементів управління..... | 34 |
| 4.5 Створення анімації..... | 39 |
| 4.6 Візуалізація сцени..... | 41 |
| ВИСНОВКИ..... | 47 |
| Список використаної літератури..... | 48 |
| ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ..... | 51 |
| ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ..... | 56 |

| | |
|-----------------------------------------|----|
| ДОДАТОК В. ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА | 62 |
| ДОДАТОК Г. ІНСТРУКЦІЯ РОЗРОБНИКА | 64 |

ВСТУП

Теперішнє суспільство навряд чи можна уявити без інформаційних технологій. Вони займають велике місце в нашому житті: полегшують працю і життя кожної людини, відкривають нові можливості. Технології в сучасному світі весь час вдосконалюються, з'являється все більше нових пристроїв, додатків та функцій. А темп життя прискорюється, тому особливо потрібні розробки, які дозволять економити наш цінний час. Зараз важко знайти сферу, в якій ще не використовуються інформаційні технології [1]. Тому майбутнє створення програмного модуля візуалізації 3d моделі кухні, який наявним чином демонструє вигляд кухні з обраним та налаштованим обладнанням, усуває необхідність візиту до спеціалізованих закладів, вибирати та вимірювати кожну шафу є актуальною задачею. І тому необхідно розробити технологію, яка матиме можливість змінювати параметри вже існуючих кухонних меблів.

Головною метою проекту є візуалізація 3d моделі кухні, параметризація розмірів шаф та вибір текстури і підйомного механізму.

Для реалізації поставленої мети потрібно вирішити наступні задачі:

- проаналізувати існуючі інтернет-магазини меблів, їх функціонал та можливості;
- сформулювати схему етапів реалізації параметризації розмірів шаф, вибору текстури та підйомного механізму для 3D моделей, створити анімацію;
- розробити об'єкт візуалізації, що задовольняє сформованій схемі.

Об'єкт дослідження – процес створення 3d-моделей кухонного обладнання для подальшої його налаштування.

Предмет – створення моделей шаф, підйомних механізмів на дверцях та текстурування.

Розроблена візуалізація допоможе залучити нових клієнтів та покупців, підвищить кількість заказів, рейтинг та конкурентоспроможність магазину.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Загальний аналіз роботи технології візуалізації

Кожен магазин кухонних меблів хоче бути особливим та залучати якомога більшу кількість клієнтів. Для зручності вони створюють сайти-каталоги з наявною продукцією. Але технології зараз мають більші можливості, ніж раніше, тому потрібно оновлювати існуючі додатки, розширювати їх можливості.

Візуалізація кухні, яка представлена у вигляді 3d моделі буде реалізована засобами 3ds Max. В програмі було змодельовано стандартну за розміром 3x3 метра кухню з розташованим на ній обладнанням: раковиною, плитою, холодильником, шафами для того, щоб при подальшій роботі з налаштуванням кухні користувач мав змогу бачити і оцінювати обрані розміри. Для модифікації та редагування доступні два нижніх та одна верхня шафа. Заходячи в програму розмір нижніх шаф і відстань між верхньою і нижньою секціями матимуть найменший існуючий параметр, який користувач зможе збільшувати.

Кожна функція даватиме змогу створити кухню за власним смаком, змінюючи налаштування деякого кухонного обладнання. Обираючи та редагуючи параметр кухонної шафи, змінені характеристики 3D моделі будуть відразу відобразитися в програмі.

Для зміни габаритів нижньої шафи, зміни відстані між нижньою та верхньою шафою, вибору варіанту підйомного механізму відкриття дверцят верхньої шафи та накладання бажаної текстури на стільницю використовуються маніпулятори-слайдери з відповідною кількістю положень для кожного з параметрів. Для кожної верхньої шафи було реалізовано анімацію відкриття дверцят, переглянути яку можна за допомогою повзунка анімації.

1.2 Огляд існуючих програмних засобів інтернет-магазинів меблів

Для вдосконалення майбутнього програмного модуля необхідно провести аналіз існуючих засобів та виявити, які недоліки вони мають та яку функцію або особливість потрібно впровадити в проєкті.

Розглянемо деякі інтернет-магазини меблів та сайти-конструктори для планування та створення кухні:

Mebelok. Mebelok – це інтернет-магазин меблів в Україні, який може запропонувати своїм покупцям меблі, матраци, текстиль, тканини і будь-яку фурнітуру для різних категорій приміщень: спальні, кухні, ванної кімнати, офісу. Сайт містить каталоги з товаром у наявності, а також має деякі додаткові можливості. Онлайн калькулятор кухні, за допомогою якого можна створити проєкт і розрахувати її вартість [2]. Вигляд розширення зображено на рис.1.1.

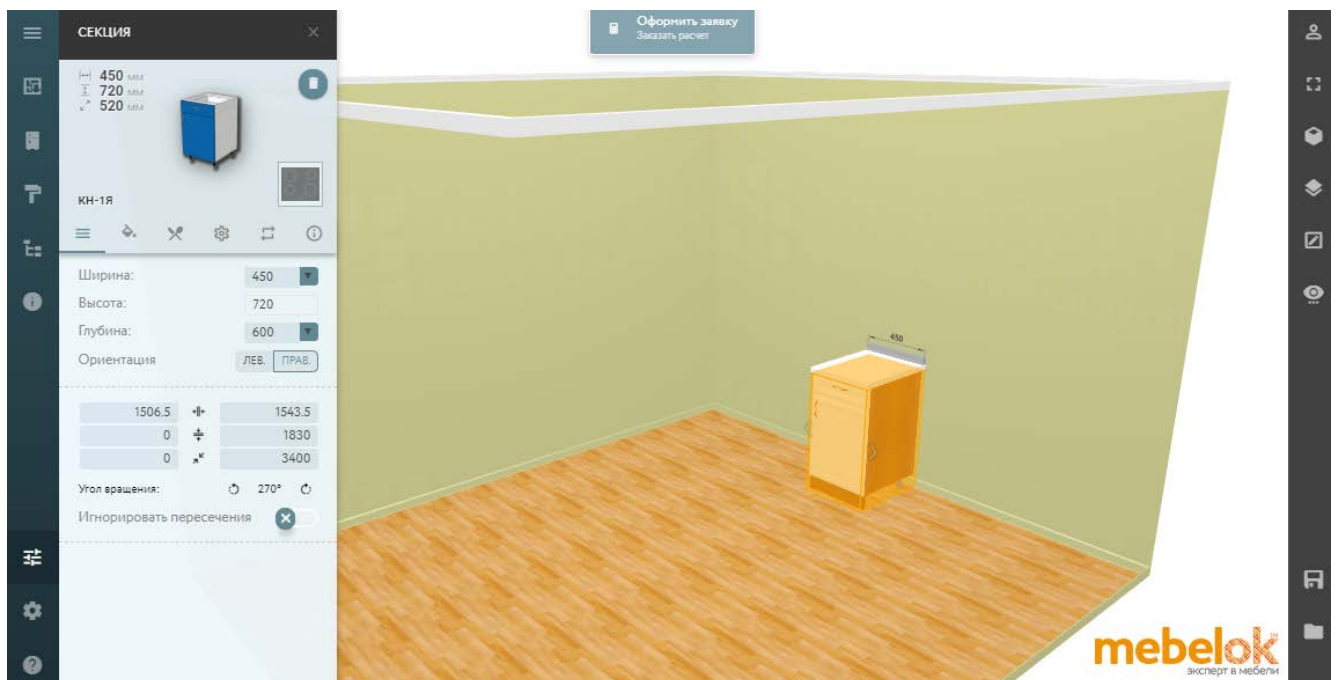


Рисунок 1.1 – Онлайн калькулятор кухні інтернет-магазину Mebelok

Даний додаток має ряд переваг: можна додавати шафи з стандартним розміром або змінювати їх характеристику. Для багатьох варіантів обладнання можна задавати тип та колір фасаду. А також вибравши і розмістивши об'єкт в кімнаті можна продивлятися альтернативні варіанти та за необхідності

замінити його на той, що сподобався більше. Створивши кімнату можна відразу оформити замовлення в магазині Mebelok.

Одним з незначних недоліків даного розширення є те, що в ньому не можна продивитися анімацію шафи з підйомним механізмом і не завжди на вигляд можна визначити, як саме відкриваються в ній дверцята. Іншим – те, що не всі користувачі інтернет-магазину знають про розширення. Його немає на головній сторінці і в навігації сайту.

IdealKitchen. IdealKitchen – це сайт, на якому знаходиться інформація про дизайн кухні, колекція фото в різних стилях, поради фахівців щодо облаштування кухні. А також розміщені приклади кухонного обладнання в різних, кольорах, розмірах і плануваннях. Окрім інформації в IdealKitchen є 3D конструктор і планувальник кухні, вигляд якого можна побачити на рис.2 [3].

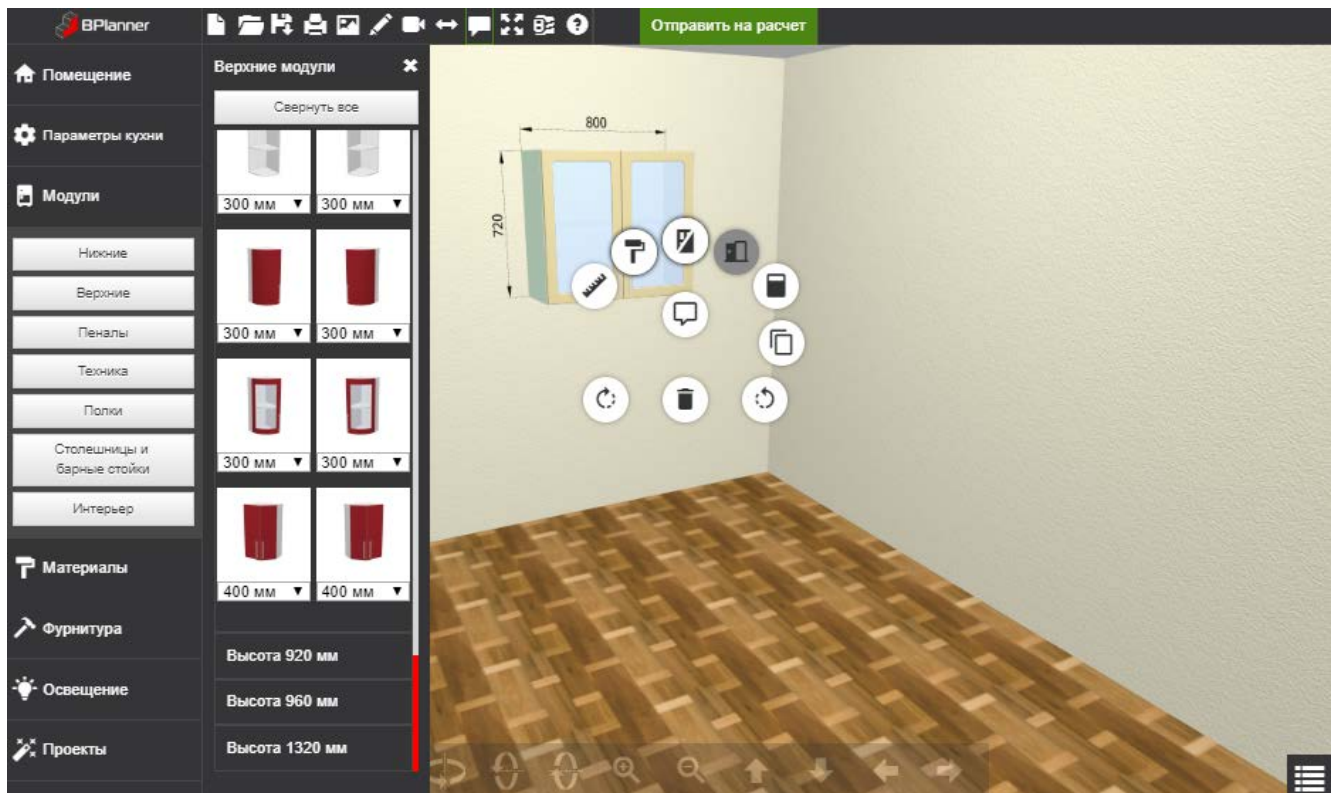


Рисунок 1.2 – 3D конструктор і планувальник кухні на сайті IdealKitchen

Конструктор має досить широкий функціонал: можна задати параметри кімнати, колір стін, підлогу, встановлювати вікна, двері, розетки, додавати шафи, техніку, полки з запропонованого каталогу меблів, а потім за необхідності змінити габарити, задати інший колір корпусу та фасаду шаф,

обрати стиль дверцят (глухий, рамка або вітрина). Після проведення налаштувань та модифікацій можна зберегти зображення або надіслати замовлення до LinkMebel (після розміщення в системі LinkMebel, різні інтернет магазини меблів запропонують свої послуги та ціни на виготовлення).

Головним недоліком конструктора є відсутність каталогу меблів і що після всієї зробленої роботи доведеться заново шукати бажане обладнання на різних сайтах або в магазинах, бо функція розміщення заявки до системи LinkMebel доступна для жителів Росії. А функція накладання текстур дозволяє лише змінювати колір шаф, а не матеріал або покриття.

Вардек кухні. Вардек кухні – спеціальний модуль компанії Вардек – виробника кухонних меблів, для створення та форматування елементів кухні на якому впроваджені різні функції [4]. Вигляд модуля продемонстровано на рис.3.



Рисунок 1.3 – 3D моделювання на сайті Вардек кухні

Модуль має ряд переваг, одним з головних є широкий функціонал та зручність у використанні. У даному додатку також можна налаштовувати габарити, колір кімнати та додавати меблі до неї. До можливостей модифікації обладнання входить зміна типу фасаду, виду ручок дверцят та розмірів шаф. Ще однією перевагою є моментальний розрахунок вартості обраних меблів, які є в наявності на сайті інтернет-магазину Вардек.

Одним з недоліком модуля є обмежені можливості редагування параметрів: можна змінювати лише ширину в заданих діапазонах та можливість замовити меблі доступна для жителів Росії.

Аналіз існуючих засобів свідчить, що існує тільки невелика кількість сайтів інтернет-магазинів, який дозволяє в інтерактивному режимі установлювати габарити та задавати характеристику меблів. Існуючі засоби вирішують задачу частково, кожен має свої переваги та недоліки.

Проведений огляд сайтів інтернет-магазинів показав, що вони подібні між собою, мають невеликий функціонал, містять однотипну інформацію у вигляді каталогу про кухонні меблі з характеристикою їх габаритів, матеріалом та ціною. Тому головним недоліком таких магазинів є подібність та обмежені можливості.

Тому об'єкт візуалізації буде актуальним рішенням, дозволить користувачу магазину кухонних меблів полегшити задачу вибору ідеального обладнання і створити свій проект кухні. З даним модулем купівля шаф стає легшою, зручнішою і цікавішою, бо надає можливість власноруч створювати вигляд меблів. І тим самим надає унікальності магазину.

2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Мета та задачі

Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє магазинам бути більш популярними та конкурентоспроможними, однією з можливих додаткових функцій є візуалізація 3D моделі.

Застосовуючи технологію візуалізації 3D моделі кухні, користувач не залишаючи дому матиме змогу створити кухню шляхом вибору і модифікації габаритів обладнання. Після налаштування розмірів шафи зможе вибрати матеріал стільниці на вибір: білий або сірий. І обрати варіант підйомного механізму для відкривання дверцят, переглянути анімацію їх відкривання та обрати той, що сподобався найбільше.

Технологія візуалізації може бути додатковим розширенням магазину меблів, що дозволить підвищити кількість клієнтів, замовлень, а також рейтинг та місце на ринку.

Щоб створити візуалізацію 3d моделі кухні спершу необхідно провести детальний аналіз ринку конкурентів та визначити їх спектр послуг, щоб додати унікальні можливості до свого проекту; змоделювати кухню з обладнанням в ній; змоделювати шафи, підйомні механізми, реалізувати зміну налаштувань кухонного обладнання шляхом додавання слайдерів та реалізувати анімацію відкривання дверцят для кожної верхньої шафи в програмі 3ds Max.

Дана функція візуалізації кухні дозволить користувачу полегшити задачу вибору ідеального кухонного обладнання і створити свій унікальний проект кухні. Процес вибору шаф стає легшим, зручнішим і цікавішим, бо надає можливість власноруч створювати вигляд меблів.

2.2 Методи дослідження

Для досягнення якісного вигляду 3D моделей використовуються різні підходи в залежності від результату, який необхідно отримати. Для побудови кухні та її обладнання буде застосовано полігональне та сплайнове моделювання. Для створення верхніх і нижніх секцій шаф, які будуть редагуватися користувачем буде використаний метод моделювання за кресленням та полігональне моделювання, для підйомного механізму дверцят – сплайнове моделювання. Для об'єднання всіх деталей верхніх шаф дверцят – ієрархія і пряма кінематика, а можливості перегляду, як вона відкриваються – анімація. Для якісного вигляду готового обладнання виконано розгортку, накладання текстур та їх налаштування засобами V-Ray.

Метод моделювання за кресленням. Тільки зрозумівши зображення і уявивши, який вигляд повинен мати об'єкт можливо його створити. Однак моделювання за кресленням дозволить зберегти точність та отримати модель в реальних розмірах. У програму 3ds Max завантажується рисунок на якому буде малюватися контур, що співпадає з кресленням. Це дозволяє легко та швидко створювати різні моделі [5].

Метод полігонального моделювання. Полігон – замкнута ломана лінія або багатокутник об'єкта. Полігон може мати різну кількість вершин, власну текстуру та колір [6]. Існує три види полігонів:

- з трьома вершинами. Найпростіший, тому що має мінімальну кількість сторін та вершин.
- чотирма. Є найпоширенішим видом у 3D графіці. Також вважається обов'язковим при створенні моделей згладжених моделей або до яких буде застосовано анімацію.
- п'ятьма і більше. Не рекомендується до використання, бо додає труднощів при текстуруванні та анімації.

Для полегшення процесу текстурування моделі і запобігання деформування при анімації краще застосовувати чотирикутні полігони [7].

З'єднані полігони утворюють полігональну сітку. Це основний вид моделювання, за допомогою якого можна створювати об'єкти різної складності. Чим більше полігонів має об'єкт, тим модель буде більш точна, деталізована та згладжена. Головним недоліком полігонального моделювання є те, що при анімації високополігональні моделі легко "рвуться", повільно деформуються, вимагають більш високі характеристики ПК та більше часу [8].

Метод сплайнового моделювання. Сплайни – це лінії, двовимірні геометричні об'єкти, які формують контури об'єктів. За замовчуванням вони не відображаються на рендері. Сплайнами можуть виступати лінії різної форми: коло, дуга, прямокутник, багатокутник, які мають характерні налаштування. Їх можна об'єднувати, згладжувати, замикати та виконувати інші маніпуляції. За допомогою Line можна створити різні об'єкти будь-якої складності, тому що Line – це найбільш гнучкий інструмент сплайнового моделювання. Існує три режими редагування сплайну:

- Vertex – редагування вершин (точок). Точки бувають декількох типів: Bezier Corner – кут з кривою, має два незалежних маніпулятора; Bezier – згладжена крива з двома симетричними маніпуляторами; Corner – кут, який задає ламану лінію, не має маніпуляторів; Smooth – згладжена крива, не має маніпуляторів.

- Segment – редагування сегментів (відрізків, обмежених двома вершинами);

- Spline – редагування всього сплайну: від першої до останньої точки.

Створивши необхідний контур можна додати до нього модифікатор та видавити об'ємну фігуру [9]. Перевага сплайнового моделювання у тому, що об'єкти мають гнучкі налаштування і завжди можна змінити їх форму. Також сплайнове моделювання є більш точним, тобто при масштабуванні якість об'єкта не змінюється [6][8].

Текстурування. Меппінг застосовується на поверхню тривимірного об'єкту у вигляді 2d картинки. Якщо об'єкт простий, то текстурування не потребує ніяких додаткових налаштувань та функцій. Але при зміні геометрії об'єкта, текстура зазвичай накладається некоректно. Одним з варіантів виправлення є накладання текстури на окремі полігони моделі. Або застосування модифікатора UVW Map. Він створює розгортку поверхні, тобто умовно поділяє модель на окремі частини, на які максимально точно буде застосовано текстуру [10].

V-Ray. Одна з найбільш популярних програм для рендерингу, яка використовує найпередовіші обчислення, що забезпечують їй перевагу в швидкості і якості розрахунків. Перевагами V-ray є:

- велика бібліотека матеріалів і їх властивостей, що допомагають створювати реалістичні та якісні зображення;
- підтримка розподіленого рендеру (одне складне зображення може рендерити декілька серверів одночасно)
- велика кількість параметрів та налаштувань, що дозволяють створювати рендер для завдання з певними вимогами щодо якості отриманого зображення. До недоліків можна віднести проблеми з розрахунком освітленості об'єктів, що анімуються та довгий час рендеру, особливо дзеркальних або прозорих моделей [11]. Використовуючи V-Ray можна отримати реалістичні зображення. Що спершу залежить від глобального освітлення (досягаючи поверхні промінь світла може відбиватися або проходити через неї), а також якості моделей і текстур. Ці функції задаються у властивостях матеріалу поверхні, налаштуваннях джерела світла і рендеру [12].

Ієрархія і пряма кінематика. Для зручності роботи з об'єктами використовуються різні варіанти їх об'єднання, щоб при редагування одного викликалися відповідні дії до всієї групи. Існує два варіанти об'єднання елементів:

- групування, коли всі об'єкти є рівноправними між собою;

- створення ієрархії, яка при анімації забезпечує узгоджений рух пов'язаних об'єктів, але залишає можливість здійснювати незалежні дії дочірнім. Предком є об'єкт, який має більш високий рівень ієрархії, змінюючи положення якого виконуються ті ж дії з нащадками. Даний спосіб об'єднання елементів допомагає створювати складну анімацію. Щоб зв'язати об'єкти в ієрархічну структуру застосовується інструмент SelectandLink [13].

Анімація. Усі елементи сцени можна анімувати: створені моделі, камеру, джерела світла. Можна задати переміщення елементів, збільшення або зменшення їх розмірів, прозорість та інші ефекти. Кожна анімація містить ключові кадри, в яких знаходиться інформація про зміни, задані об'єкту. Програма прораховує параметри між найближчими ключовими кадрами і автоматично візуалізує не ключові. Тобто для анімації руху примітиву буде достатньо задати два ключових кадра: початкове та кінцеве положення [14]. Створити ключі анімації можна створити за допомогою SetKey – вручну та AutoKey – програма реагує на зміни і створює кадри при кожній модифікації. Спростити створення анімації можна за допомогою ієрархії та задання односторонні і двосторонні зв'язки між об'єктами [15].

2.3 Вибір методів реалізації

Візуалізація 3D моделі кухні буде реалізована за допомогою програм Autodesk 3ds Max, V-Ray та Photoshop.

Autodesk 3ds Max. 3ds Max – це професійна програма для роботи з тривимірною графікою. За допомогою якої створюються реалістичні сцени, інтер'єри, архітектурні споруди, анімація та багато іншого. Вона містить широкий спектр засобів, механізмів і методологій для створення моделей різноманітної складності та форми [16]. Програма має велику кількість модифікаторів сіток, полігонів, оптимізації поверхонь, обширну бібліотеку тривимірних об'єктів. Вибираючи серед інших програм для 3D моделювання,

3D Max, порівнюючи з Maya, є більш легким у вивченні і не потребує навичок програмування, має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс [17]. Також 3ds Max працює з переважною більшістю візуалізаторів, щоб створювати якісний рендер сцен і досягати приголомшливих візуальних ефектів [18].

V-Ray. Підходить на малопотужний комп'ютер, буде швидше працювати за інші програми, наприклад такі, як Corona. А також має більше параметрів для налаштувань та менше часу на рендеринг [19].

Отже, проект буде створено, використовуючи:

1. Autodesk 3ds Max. Для створення моделей меблів кухні з його наступною параметризацією розмірів та підбором підйомних механізмів шаф, створення розгортки для коректного відображення текстур та їх накладання, створення анімації.
2. V-Ray для налаштування світла та матеріалів.
3. Photoshop для створення та редагування текстур.

2.4 Планування робіт

На стадії планування було проведено деталізацію мети проекту методом SMART, створено WBS, OBS структуру, було побудовано матрицю відповідальності, діаграму Ганта, а також розраховано ризики проекту. Усі діаграми, таблиці та зображення наведено у Додатку Б.

3 Моделювання об'єкту візуалізації 3D моделі кухні

Для моделювання об'єкту візуалізації 3D моделі кухні було застосовано методологію SADT, IDEF0 та діаграму варіантів використання.

Методологія SADT. Це сукупність правил, методів і процедур, які призначені для створення моделей об'єкта предметної області. Використання SADT дозволяє краще зрозуміти та структурувати етапи проекту, що допоможе підвищити надійність та скоротити час на створення, а також зменшити кількість помилок [20]. Результатом використання методології є діаграма, що розбиває об'єкт на послідовні етапи виконання, які зображуються у вигляді блоків, тексту і стрілок, що мають посилання і з'єднані один з одним [21].

Методологія IDEF0. IDEF0 застосовується для побудови функціональної моделі, що зображує структуру і функції системи. Модель дозволяє точно і лаконічно описати елементи системи і зв'язки між ними. Назва блоку повинна бути дієсловом і описувати функцію. Стрілки показують, які об'єкти або дані повинні поступити на вхід, щоб відповідна функція могла бути виконана [22]. Функції об'єкта (блоки) можуть бути декомпозовані і представлені у вигляді більш детальних діаграм. Декомпозиція триває, поки об'єкт не буде досить деталізовано, щоб досягти цілі проекту. Діаграма найвищого рівня є загальним описом мети об'єкта. Кожна дочірня діаграма визначає ступінь детальності проекту [23].

Діаграма варіантів використання (use case diagram). Діаграма описує відношення і залежності між варіантами використання і особами, які беруть участь в процесі. А також демонструє, що саме повинна робити система. Дійова особа може бути людиною, комп'ютерною системою або зовнішньою подією, а варіант використання – процесом або активністю. Use case діаграма може використовуватися для узгодження ТЗ завдяки своїй простоті [24].

3.1 Структурно-функціональне моделювання

Структурно-функціональне моделювання об'єкту візуалізації 3D моделі кухні можна декомпонувати на наступні етапи:

- Аналіз предметної області;
- Розробка 3D моделей;
- Тестування;
- Написання звіту.

Вхідними даними для створення проекту є надходження замовлення. В процесі його виконання елементами управління буде виступати методологія 3D моделювання та методичні вказівки, які визначають, як буде виконуватися процес. А механізмом управління є виконавець, керівник проекту, апаратне та програмне забезпечення, які виконують роботу. Модель IDEF0 представлено на рисунках 3.1-3.2.

На етапі аналізу предметної області визначається загальний принцип роботи технології візуалізації та проводиться огляд існуючих програмних засобів інтернет-магазинів меблів.

Етап розробка 3D моделей декомпонується на декілька блоків: моделювання меблів, створення розгортки, налаштування матеріалів та поверхонь, текстурування, створення анімації, рендеринг, які зображено на рисунку 3.3.

На етапі тестування керівник перевіряє проект на відповідність вимогам і правильність функціонування.

Етап написання звіту включає в себе розробку документації та інструкцій користувача.

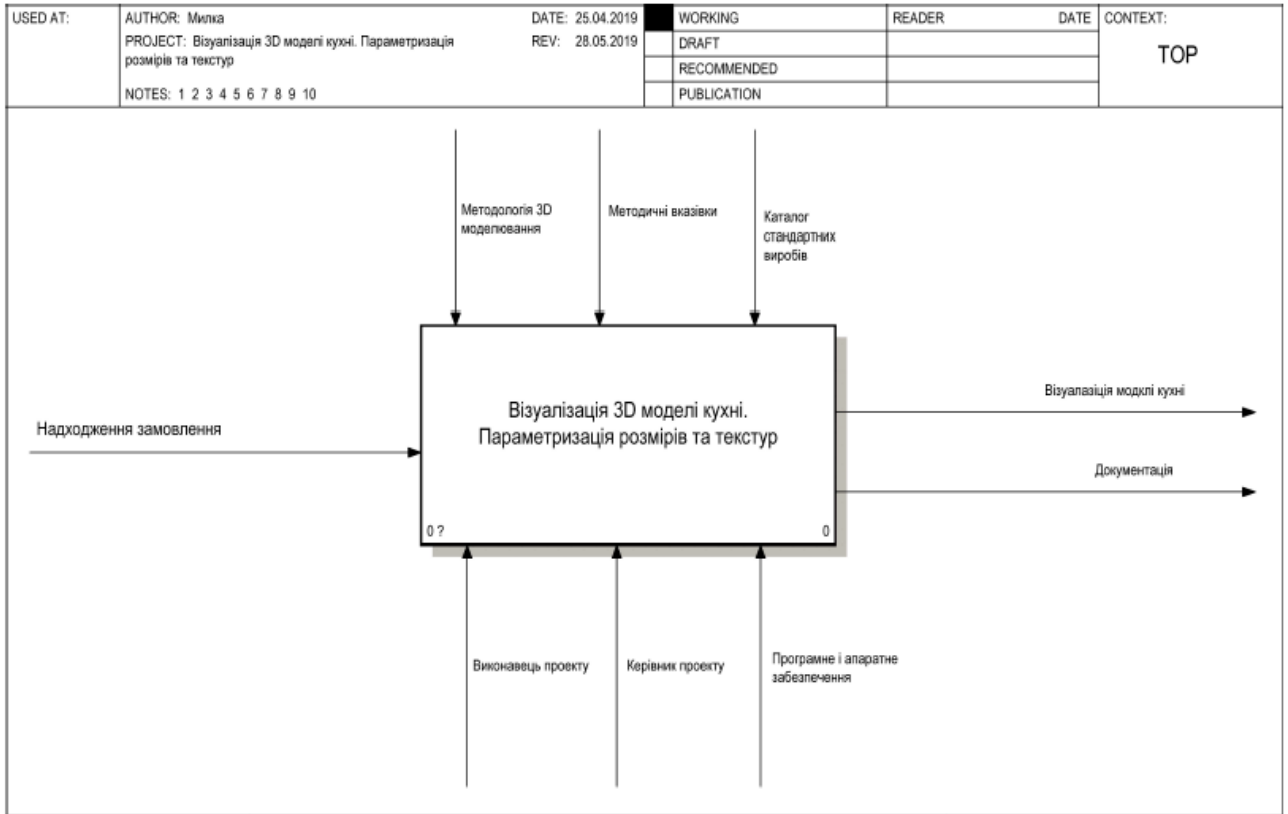
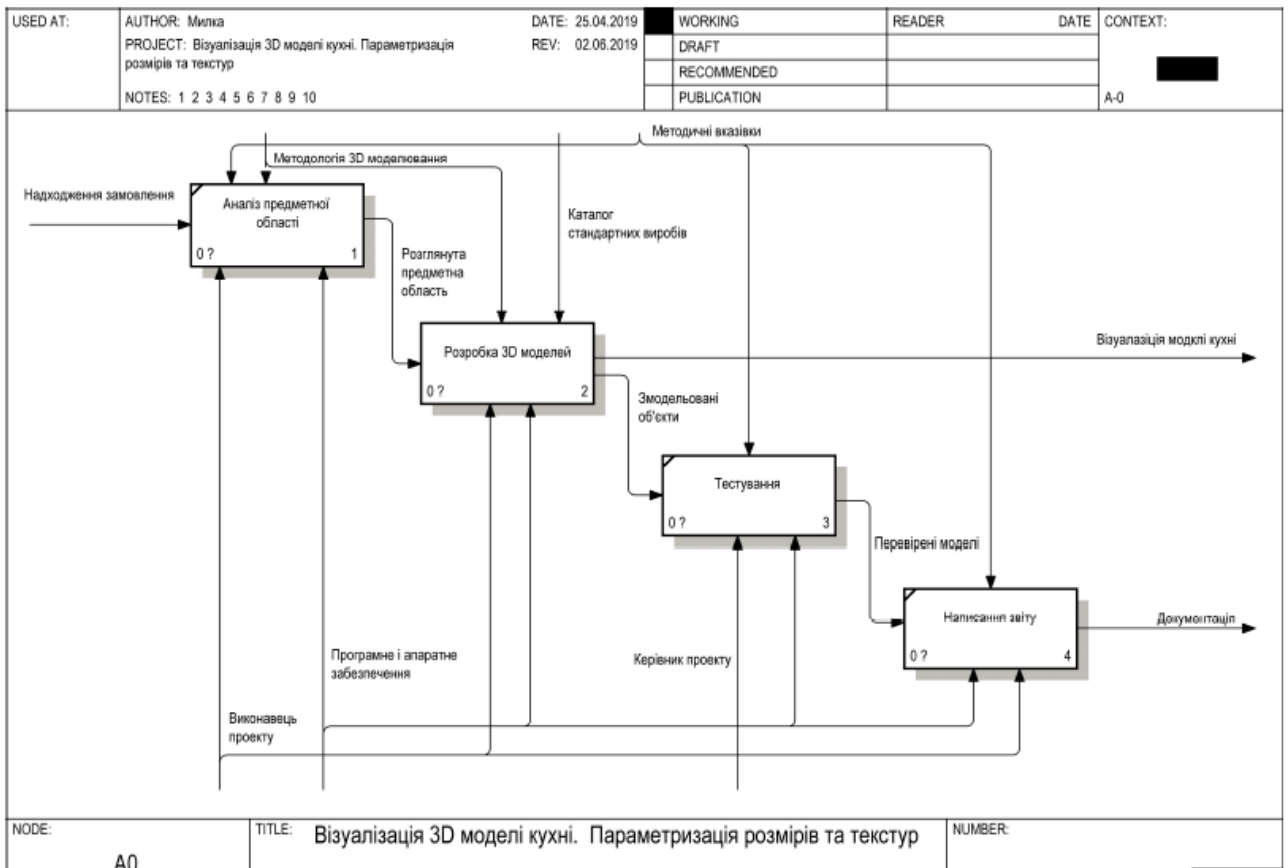


Рисунок 3.1 – Контекстна діаграма системи



NODE: A0 | TITLE: Візуалізація 3D моделі кухні. Параметризація розмірів та текстур | NUMBER:

Рисунок 3.2 – Перший рівень декомпозиції

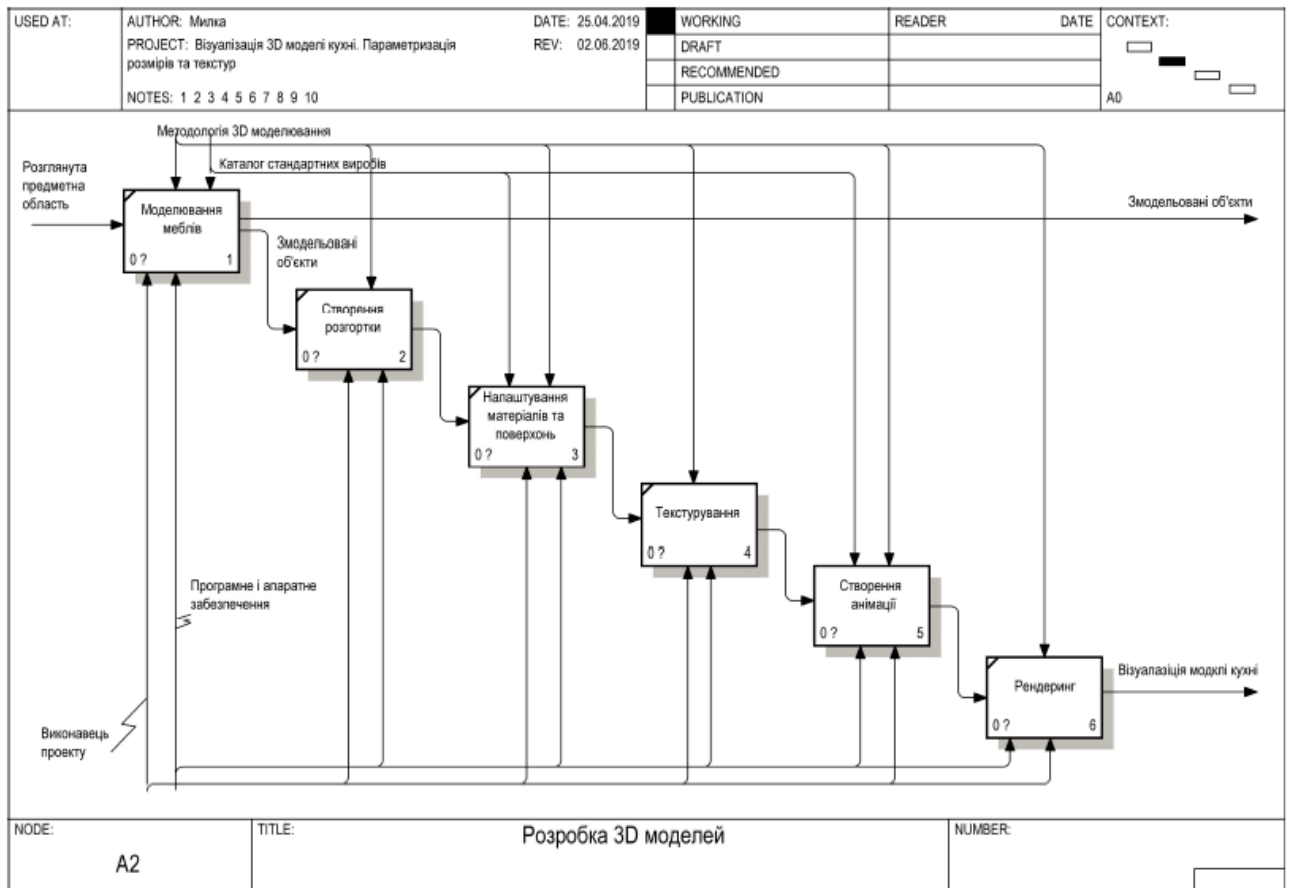


Рисунок 3.3 – Декомпозиція блоку «Розробка 3D моделей»

3.2 Моделювання варіантів використання

Діаграму use case було побудовано, щоб продемонструвати, як саме працює об'єкт візуалізації 3D моделі кухні. На діаграмі присутні два актори: Користувач та Розробник. Користувач може використовувати об'єкт візуалізації вибираючи глибину та висоту нижніх шаф, колір стільниці, відстань між нижньою і верхньою секціями, варіант відкриття дверцят верхньої шафи. Розробник може виконувати всі ті ж самі дії, що й Користувач, а також редагувати, створювати нові значення та параметри шаф, додавати нові текстури та підйомні механізми, анімацію та елементи керування об'єктом візуалізації. Діаграму зображено на рисунку 3.4.

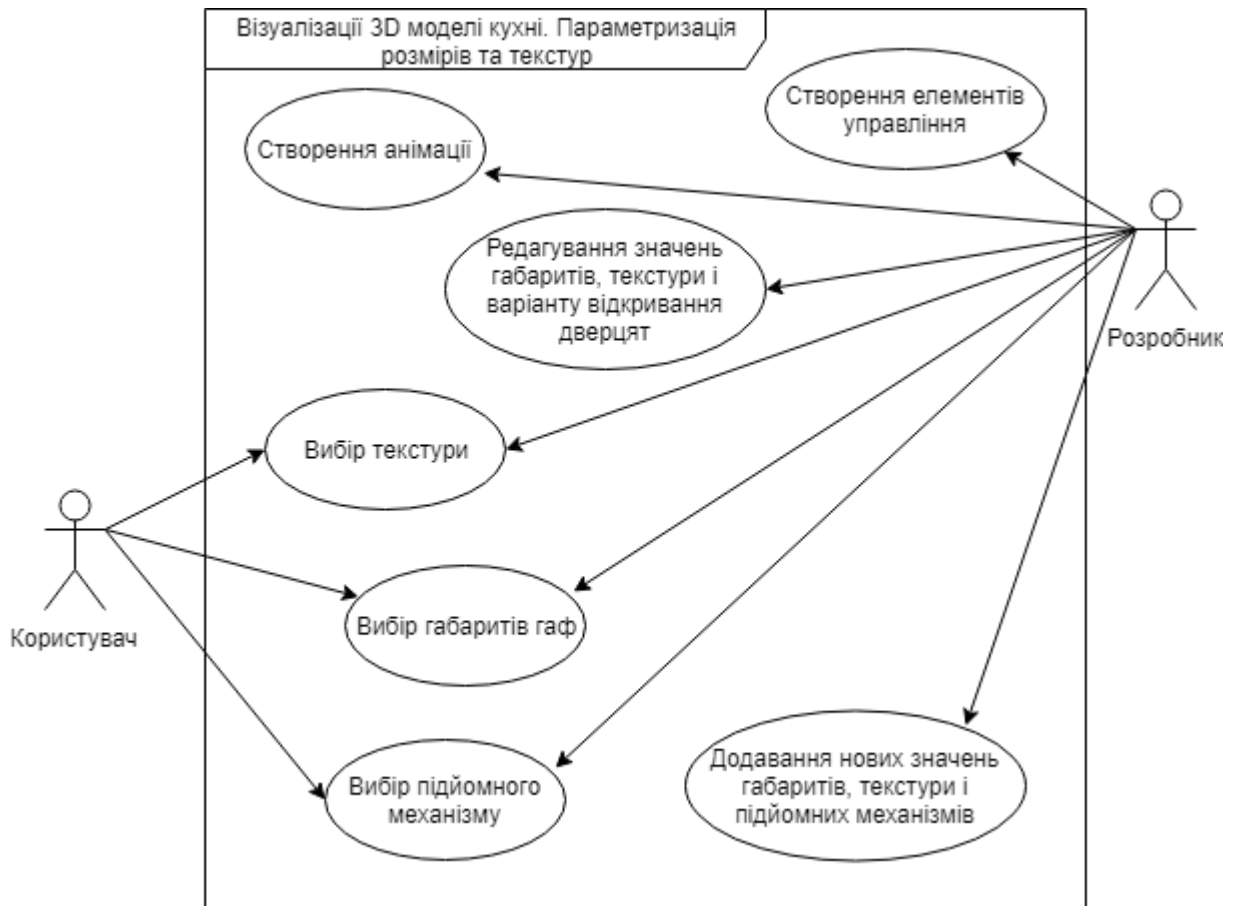


Рисунок 3.4 – Діаграма use case

4 Розробка об'єкту візуалізації 3D моделі кухні

4.1 Моделювання об'єктів кухні

Розроблений об'єкт візуалізації був реалізований у вигляді сцени 3ds Max, у якій можна налаштовувати та редагувати існуючі моделі.

Стіни кухні та підлогу було створено за допомогою примітиву Box. А більшість обладнання за допомогою полігонального моделювання.

Для моделювання верхніх та нижніх секцій шаф, мийки було застосовано примітив Box, конвертовано його до Editable Poly та у режимі редагування вершин, ребер та полігонів використано модифікатори Extrude (Видавлювання), Bevel (Видавлювання зі скосом), Chamfer (Заокруглення кутів) для зміни полігональної сітки та надання елементу потрібного вигляду. Шафи зображено на рисунку 4.1 – 4.4.



Рисунок 4.1 – Моделювання шаф

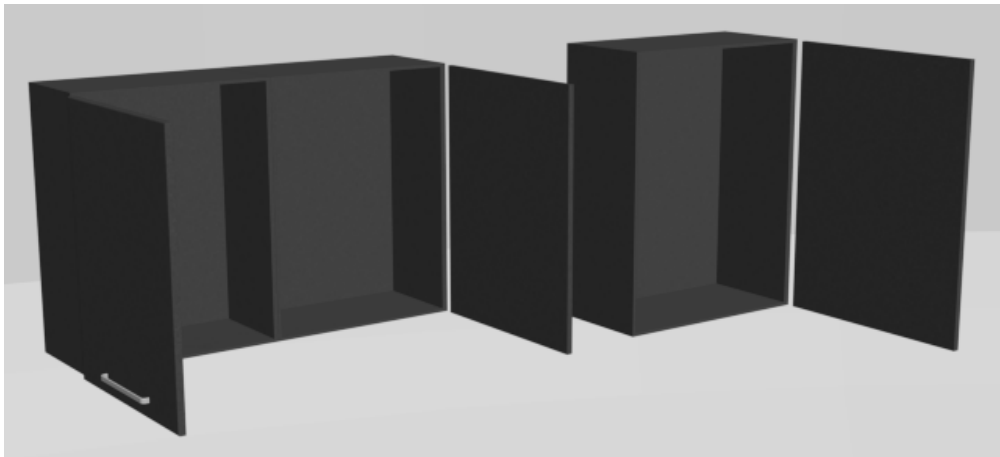


Рисунок 4.2 – Моделювання шаф

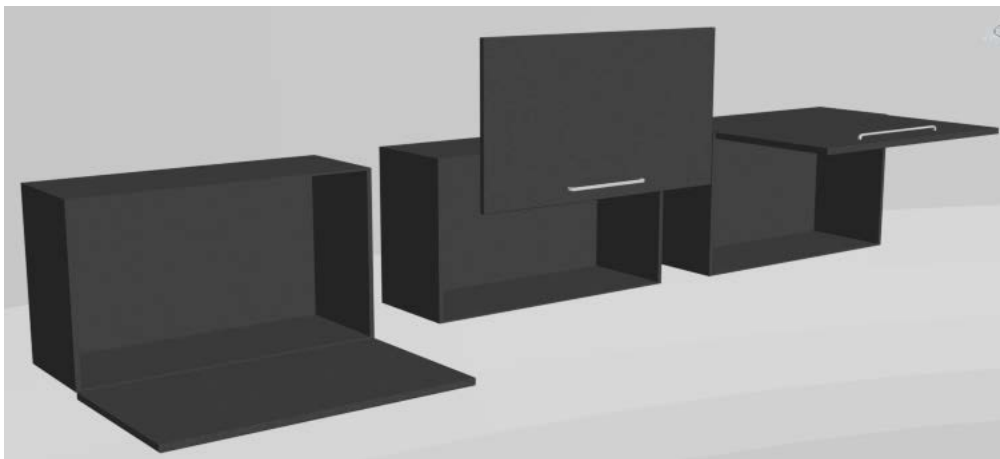


Рисунок 4.3 – Моделювання шаф



Рисунок 4.4 – Моделювання шаф

Для створення крану було використано примітив Cylinder, застосовано модифікатор Bend (згинання), потім конвертовано об'єкт до Editable Poly та створено необхідні вирізи використовуючи модифікатор Extrude. Ручка була змодельована окремо та потім за допомогою функції Attach приєднана до основи крану. Кран продемонстровано на рисунку 4.5.



Рисунок 4.5 – Моделювання крану

Кухонна плита складається з декількох об'єктів, які об'єднані в групу: плита, ручка та решітка. Вони були змодельовані за допомогою Box, Cylinder та функцій Editable Poly. Плита зображена на рисунку 4.6.

Витяжка та холодильник були створені на основі примітиву Box. Після конвертування до Editable Poly застосований модифікатор Extrude для створення потрібної форми та вирізів.

Щоб надати згладженого вигляду витяжці було накладено модифікатор TurboSmooth. Додатково було створено кнопки та об'єднано в одну групу.

Ручки були змодельовані та приєднані до холодильнику за допомогою функції Attach. Витяжку та холодильник продемонстровано на рисунку 4.7.



Рисунок 4.6 – Моделювання плити

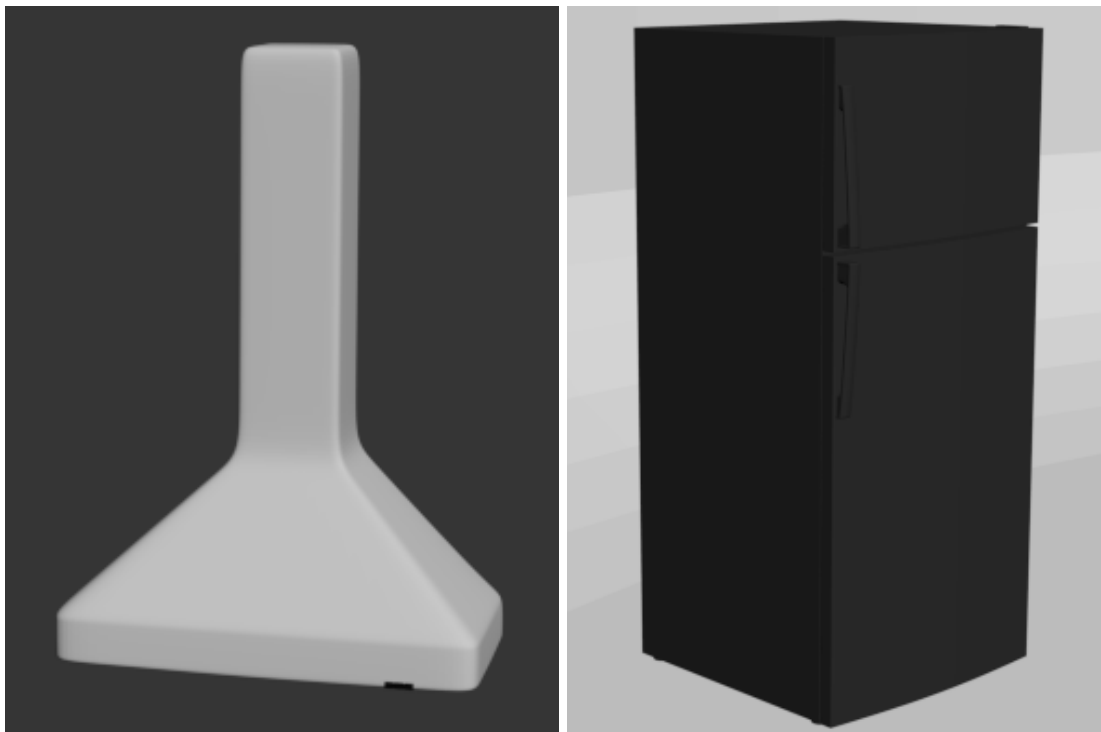


Рисунок 4.7 – Моделювання витяжки та холодильнику

Інші елементи кухні – результат сплайнового моделювання. На його основі було створено тарілки, чайник, столові прибори та підйомні механізми для дверей.

Для кожної з тарілок спочатку було намальовано сплайн, а потім застосовано модифікатор Lathe, який обертає цей сплайн навколо центральної осі.

Форма столових приборів була створена за допомогою Line. Потім кожен із сплайнів конвертовано до Editable Poly та використовуючи Extrude, Bevel, Chamfer досягнуто бажаного вигляду. Тарілки та столові прибори зображено на рисунку 4.8.



Рисунок 4.8 – Моделювання тарілок та столових приборів

Чайник складається з основи, кришки та ручки, які об'єднано в групу. Кришка була створена на основі сплайнового моделювання та модифікатора Lathe, інші елементи – полігонального, використовуючи примітив Cylinder та Editable Poly. Чайник зображений на рисунку 4.9.

Підйомні механізми було змодельовано використовуючи сплайнове та полігональне моделювання. Було проведено редагування на рівні вершин, ребер та полігонів. Основні модифікатори, які були використані: Extrude, Bevel, Chamfer, Attach, TurboSmooth. Усі види підйомних механізмів зображено на

рисунку 4.10 – 4.13. Потім було створено ієрархію шляхом поєднання механізмів та дверцят, щоб забезпечити узгоджений рух при анімації.



Рисунок 4.9 – Моделювання чайнику

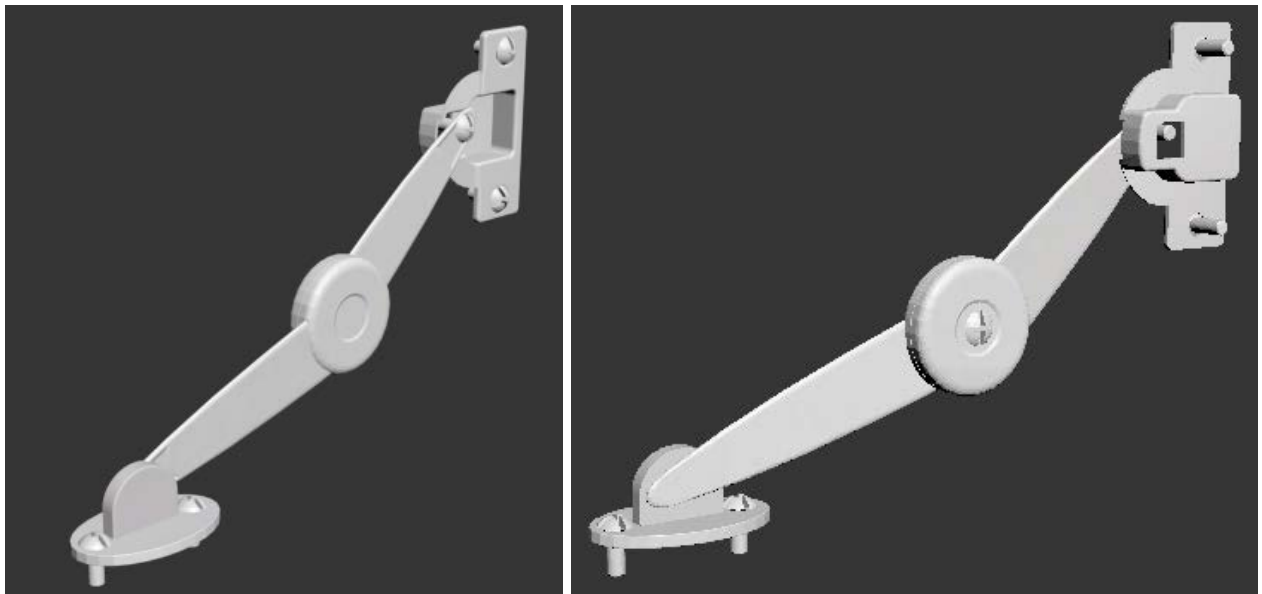


Рисунок 4.10 – Моделювання підйомного механізму

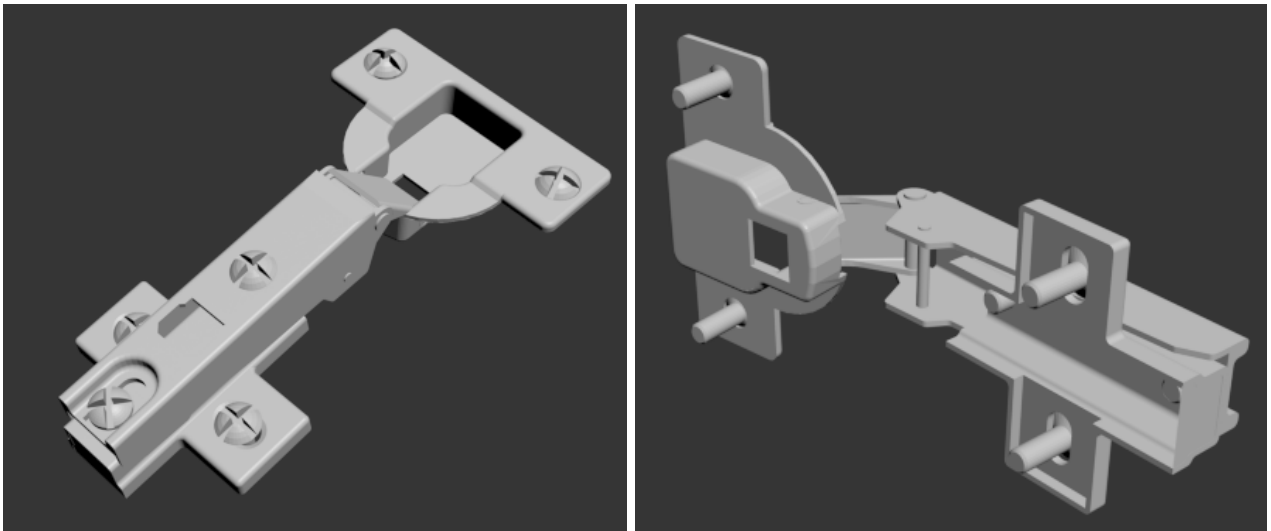


Рисунок 4.11 – Моделювання підйомного механізму

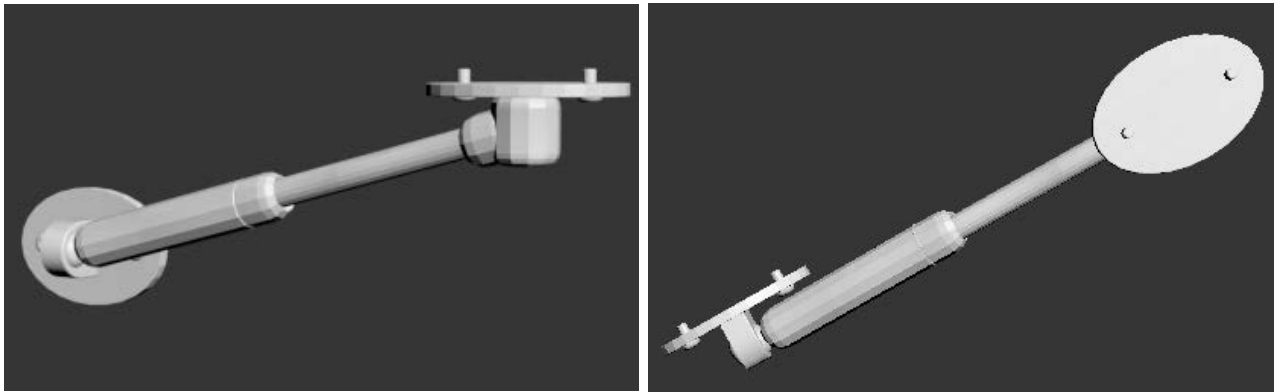


Рисунок 4.12 – Моделювання підйомного механізму

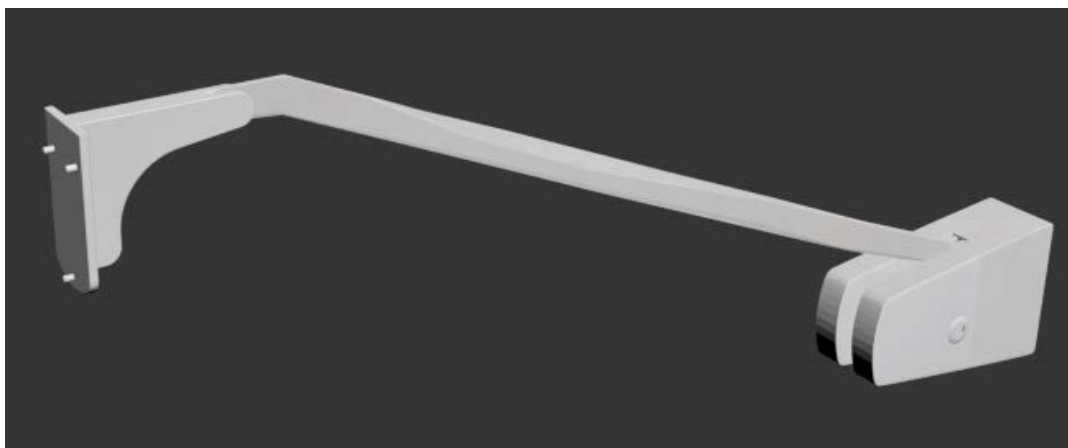


Рисунок 4.13 – Моделювання підйомного механізму

4.2 Створення розгортки

Розгортка використовується для коректного відображення текстури на об'єкті. Щоб її створити застосовується модифікатор Unwrap UVW. Після додавання модифікатора на модель потрібно її виділити на рівні полігонів та у вікні UV Editor обрати Mapping → Flatten Mapping. Він розділяє елемент на окремі частини, на які буде накладено текстуру.

У вікні Flatten Mapping необхідно задати налаштування для розгортки:

- Face Angle Threshold визначає кут залому, відповідно до якого виконується розбиття на сегменти.
- Spacing задає відстань між сегментами.
- Normalize Clusters дозволяє масштабувати сегменти.
- Rotate Clusters дозволяє повертати сегменти, щоб їх краще розмістити всередині області.
- Fill Holes дозволяє розміщувати менші сегменти всередині більших.

Налаштування вікна Flatten Mapping зображено на рисунку 4.14. Приклад розгортки зображено на рисунках 4.15 – 4.16.

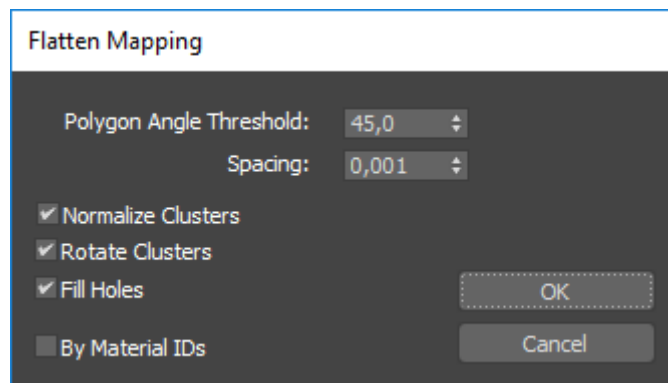


Рисунок 4.14 – Налаштування вікна Flatten Mapping

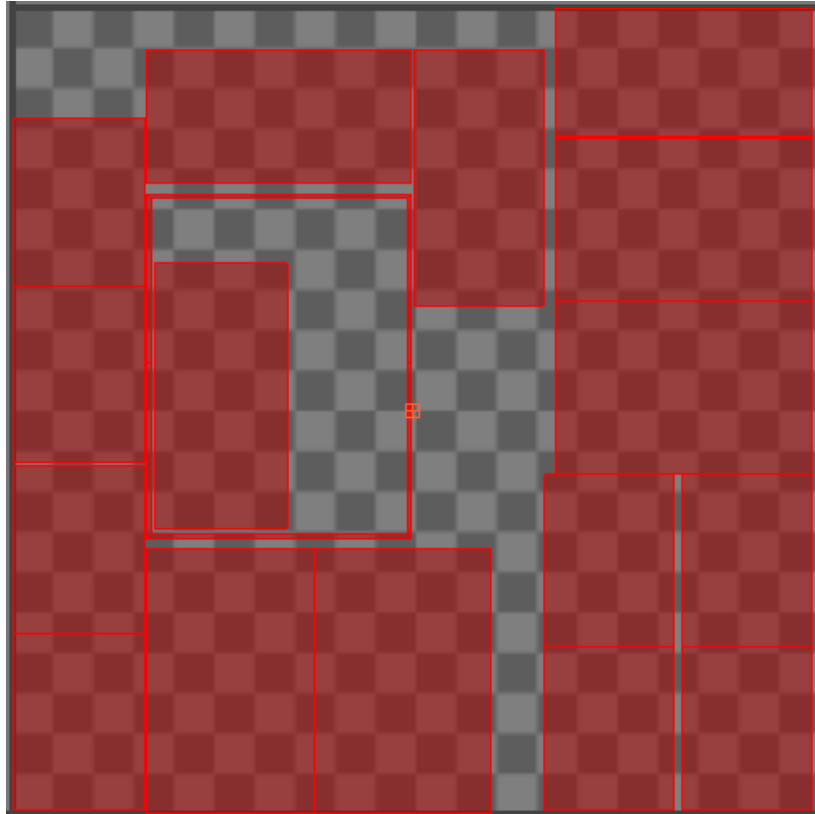


Рисунок 4.15 – Розгортка шафи

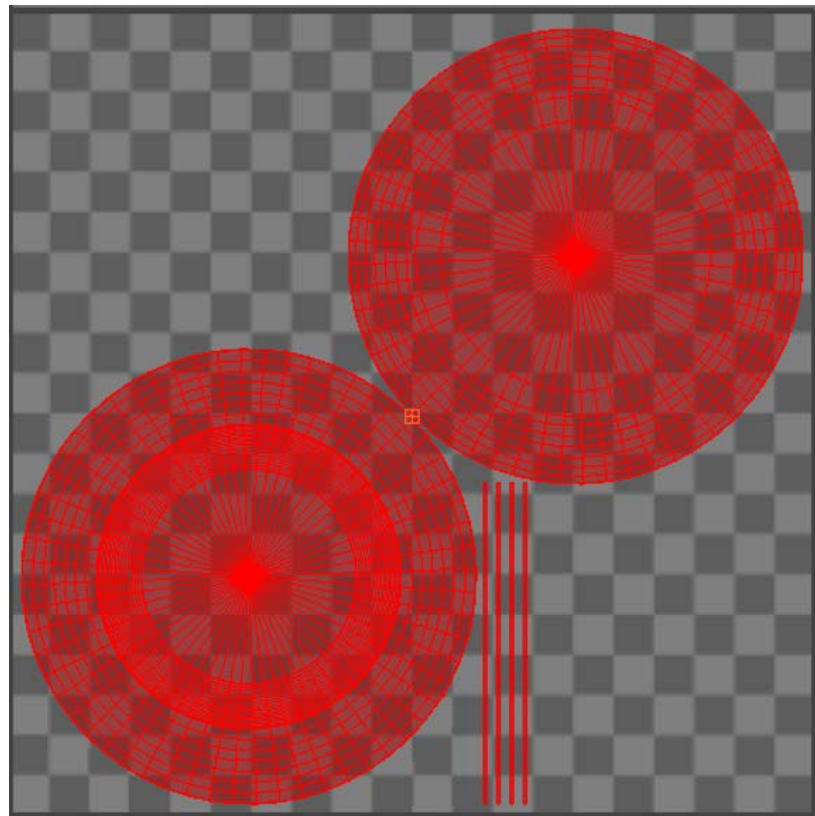


Рисунок 4.16 – Розгортка тарілки

4.3 Текстурування

На кожен об'єкт кухні було накладено матеріал. За допомогою V-Ray було створено різні види металу, пластик, скло, налаштовано колір, рівень прозорості та яскравості елементу, рівень відбивання світла. Для деяких елементів, таких, як підлога, стіни, стільниця, шафи, тарілка, плита текстурою є зображення. У вікні Slate Material Editor представлено список матеріалів, які використовуються у сцені і представлені на рисунку 4.17. Матеріали, карти та їх зв'язок зображені на рисунку 4.18.

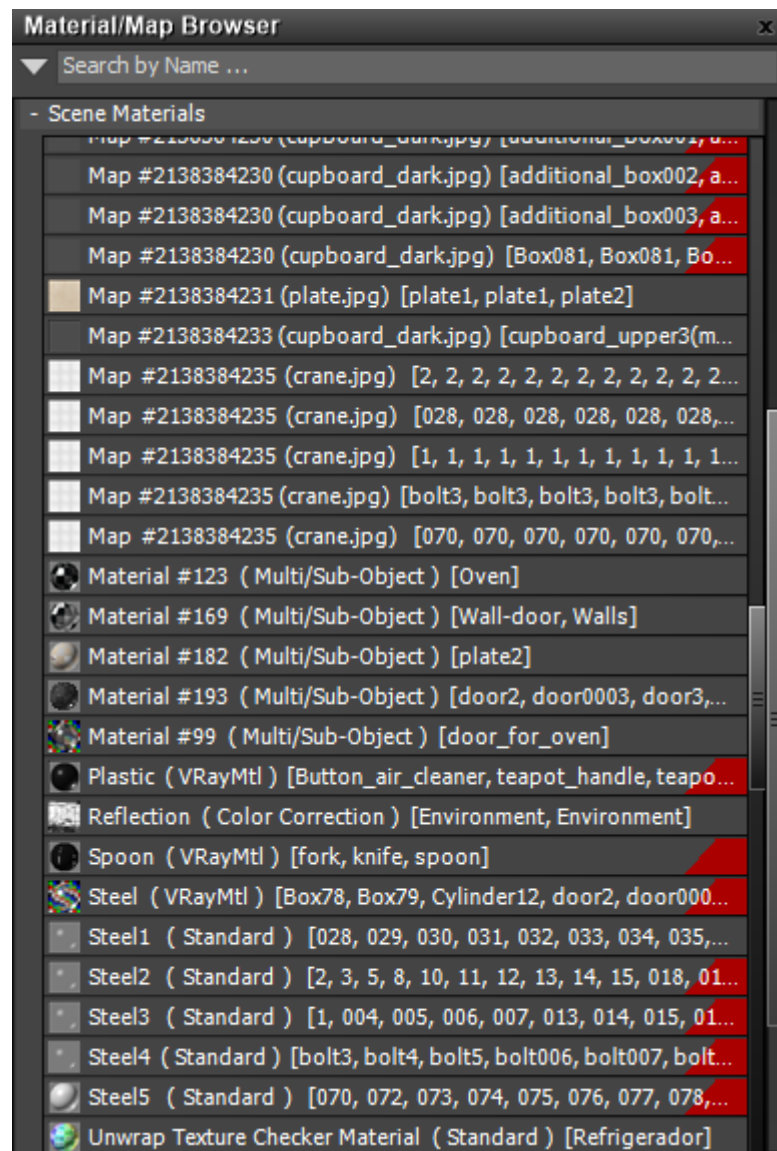


Рисунок 4.17 – Список матеріалів у вікні Slate Material Editor

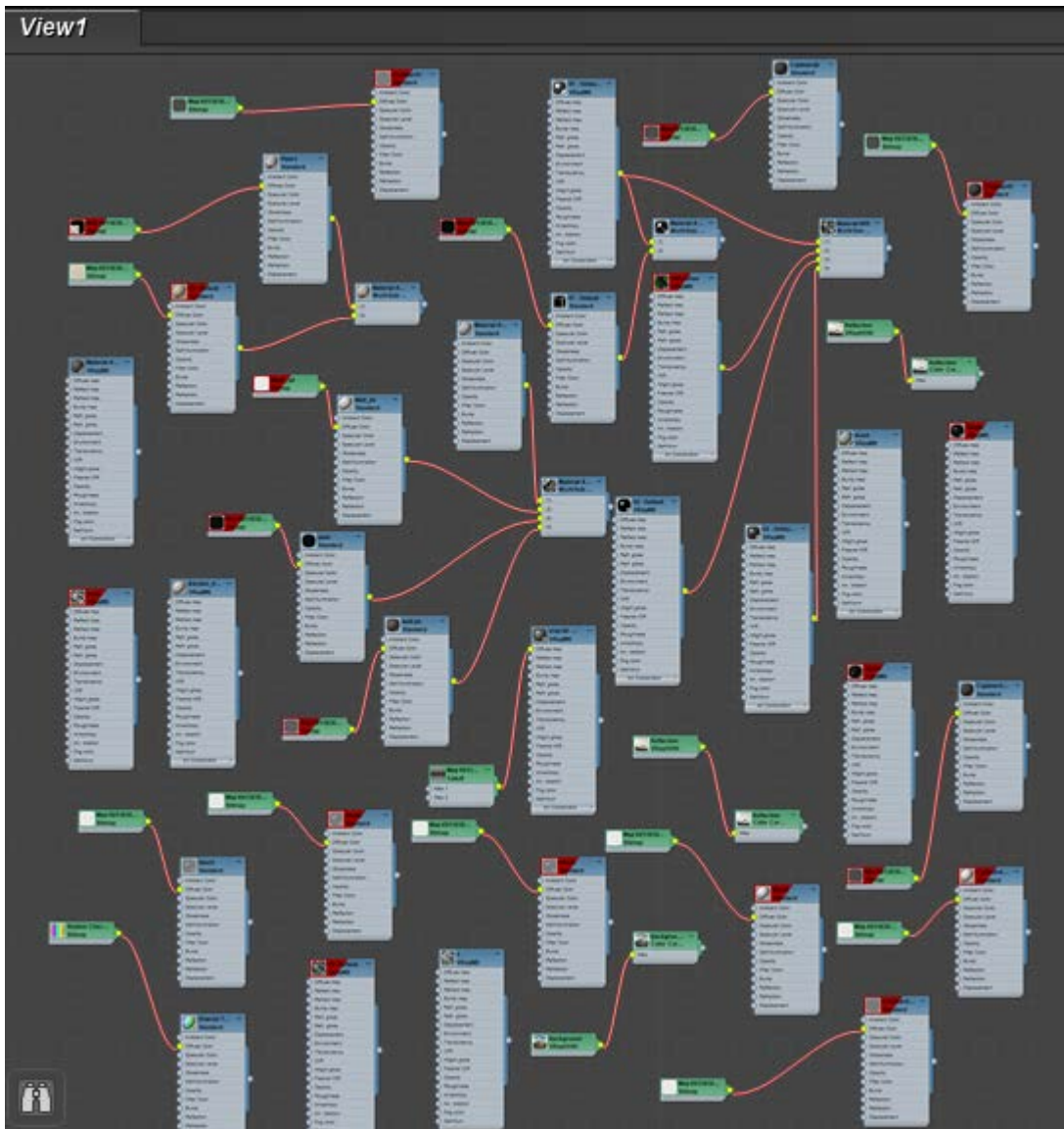


Рисунок 4.18 – Зв'язок матеріалів та карт у вікні Slate Material Editor

4.4 Додавання елементів управління

Розмір нижніх шаф і відстань між верхньою і нижньою секціями матимуть найменший існуючий параметр, який можна збільшувати. Характеристику та розміри шаф і їх елементів наведено у таблиці 4.1, які були взяті з каталогу стандартних виробів.

Редагування глибини та висоти нижніх шаф, задавання відстані між верхньою та нижньою секцією, вибір підйомного механізму та текстури стільниці виконується за допомогою елементів управління.

Таблиця 4.1 – Характеристика та розміри об'єктів кухні

| Характеристика | Параметр |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Довжина нижньої шафи | 450мм |
| Глибина нижньої шафи | 400-700мм |
| Висота нижньої шафи | 700-1000мм |
| Відстань між верхньою і нижньою секцією шаф | 300-1100мм |
| Текстура стільниці | біла, сіра |
| Кількість верхніх шаф | 5 |
| Габарити 1 верхньої шафи | Ширина x довжина x глибина 950x625x250 |
| Габарити 2 верхньої шафи | 600x775x300 |
| Габарити 3, 4, 5 верхньої шафи | 800x450x300 |
| Кількість підйомних механізмів | 4 |

Елементами управління є слайдери, які допомагають змінювати деякі параметри об'єктів кухні. Після додавання нового слайдеру потрібно налаштувати його в залежності від функцій, які він повинен виконувати. Minimum задає мінімальне положення повзунка, Maximum – максимальне, Value позначає поточне положення, а Snap Value – крок, з яким повзунок буде змінюватися. Подібно між собою налаштовані елементи управління для зміни

висоти, глибини нижніх шаф та дистанції між верхньою і нижньою секцією. Налаштування зміни кольору і вибір верхніх шаф інші. Приклади налаштування параметрів слайдеру для зміни висоти нижньої секції шаф та зміни кольору стільниці зображено на рисунку 4.19.

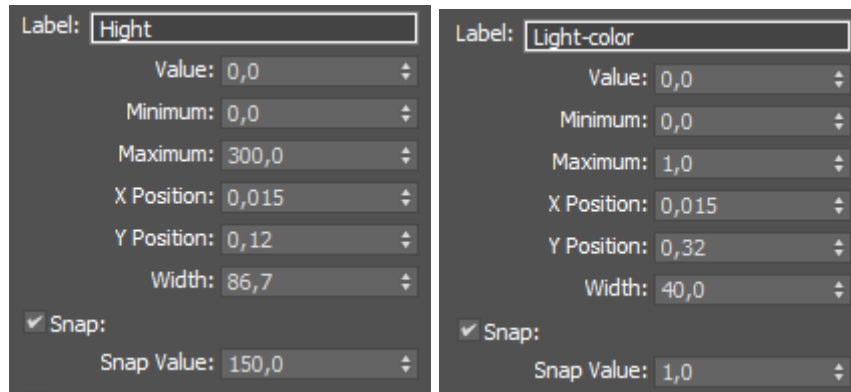


Рисунок 4.19 – Приклади налаштування параметрів слайдеру

Налаштований слайдер необхідно зв'язати з об'єктом, на який він буде впливати. Його значення Value з'єднується з параметром моделі, яку необхідно змінювати.

Для створення елемента управління Distance between cupboards треба для кожної з п'яти верхніх шаф виконати налаштування Wire Parameters та приєднати до слайдеру, потрібні параметри вибору зображені на рисунку 4.20. Подібне налаштування виконується і для зміни висоти та глибини нижньої секції шаф.

| | | | | |
|-------------------|------------|------------|------------------------------|--------|
| Transform > | Position > | X Position | Transform > | value |
| Modified Object > | Rotation > | Y Position | Object (sliderManipulator) > | minVal |
| Cupboard5 > | Scale | Z Position | | maxVal |

Рисунок 4.20 – Приклади налаштування параметрів Wire Parameters для шафи та слайдеру

Щоб створити елементи управління Light-color, Dark-color, 1 cupboard, 2 cupboard, 3 cupboard, 4 cupboard, 5 cupboard налаштування Wire Parameters треба вибирати ті, що показані на рисунку 4.21. Для правильної роботи слайдерів на кожну верню шафу було створено окремі матеріали.

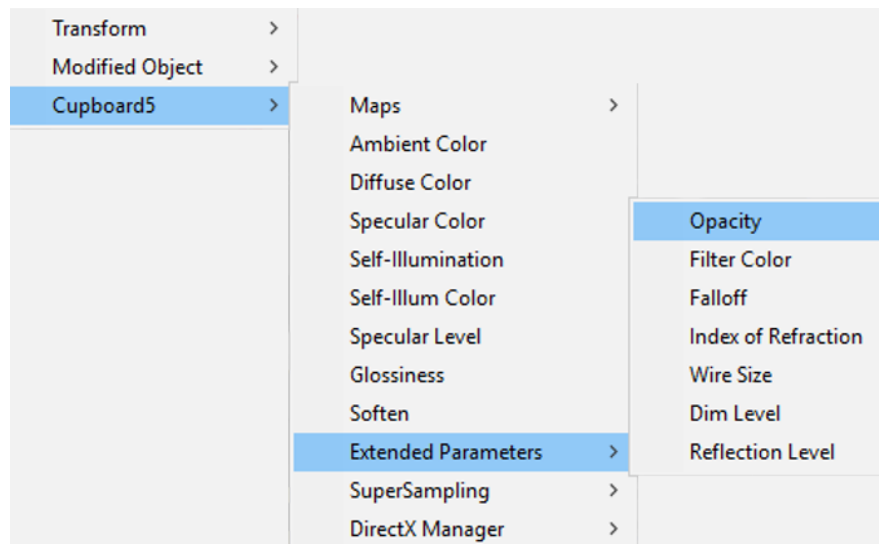


Рисунок 4.21 – Налаштування параметрів Wire Parameters для стільниці та верхніх шаф

Потім для кожного елементу управління і об'єкту у вікні Parameter Wiring потрібно задати двосторонній тип зв'язку. Він визначає коректну роботу слайдеру. Тобто переміщуючи повзунок, будуть змінюватися параметри моделі. І модифікуючи об'єкт повзунок слайдеру також змінюватиме значення. Приклад налаштування зв'язку між верхніми шафами і слайдером представлено на рисунку 4.22.

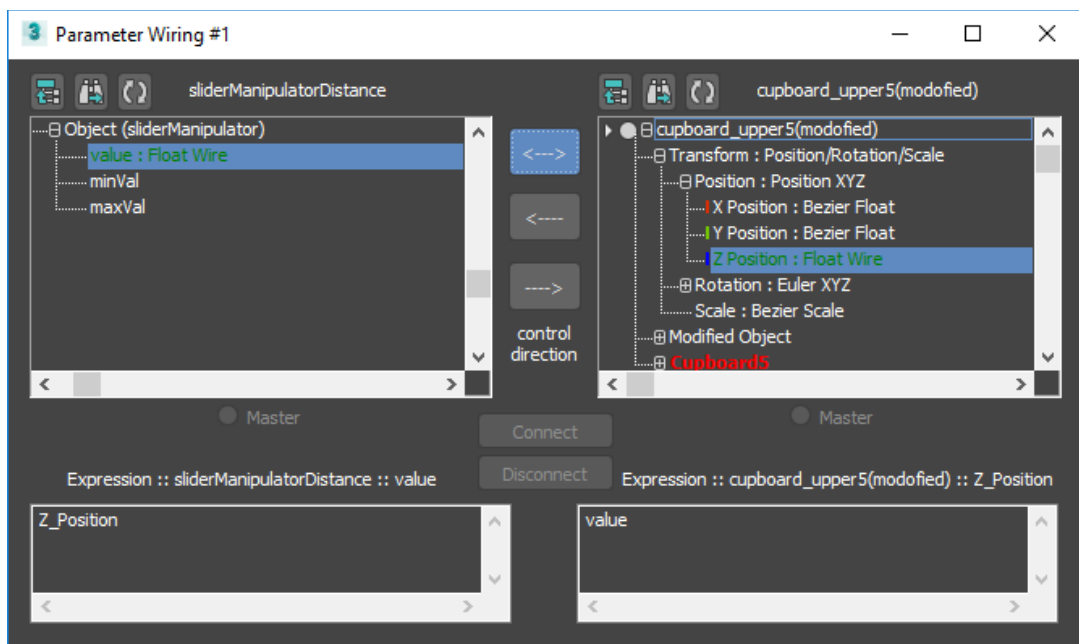


Рисунок 4.22 – Налаштування зв'язку між верхніми шафами і слайдером у вікні Parameter Wiring

Згідно з каталогом стандартних розмірів, габарити нижніх шаф і відстань між верхньою і нижньою секціями матимуть найменший існуючий параметр, який можна збільшувати.

Слайдер Hight відповідає за зміну висоти нижніх шаф і має три положення: 0 мм, 150 мм і 300 мм. Слайдер Depth змінює глибину нижньої секції шаф і коливається від 0 до 300 мм з кроком 5 мм. Слайдер Distance between cupboards задає відстань між верхньою і нижніми шафами, може змінювати параметри від 0 до 500 мм з кроком 5 мм. Слайдери Light-color та Dark-color мають два положення: 0 та 1 і відповідають за текстуру стільниці. При положенні повзунка слайдеру в позиції 0 текстура не відображається, в позиції 1 – приймає певний колір. Слайдери 1 cupboard, 2 cupboard, 3 cupboard, 4 cupboard, 5 cupboard відповідають за те, який тип верхньої шафи відображається на сцені. Слайдер може перебувати в позиції 0 – відповідна шафа буде скритою та в позиції 1 – видимою. Список усіх елементів управління зображено на рисунку 4.23.



Рисунок 4.23 – Список елементів управління

4.5 Створення анімації

Проводячи налаштування кухні, користувачу надано п'ять варіантів верхніх шаф на вибір. Для кращого розуміння, як відкриваються дверцята було налаштовано анімацію для кожної шафи, а саме дверей та підйомного механізму. Для її перегляду використовується повзунок анімації, який приймає положення від 0 до 60 кадру.

Змінюючи позицію повзунка буде змінюватися і стан дверцят. На рисунках 4.24-4.26 продемонстровано анімацію четвертої шафи, зображено ключі анімації та положення повзунка у 0, 15 та 30 кадри.

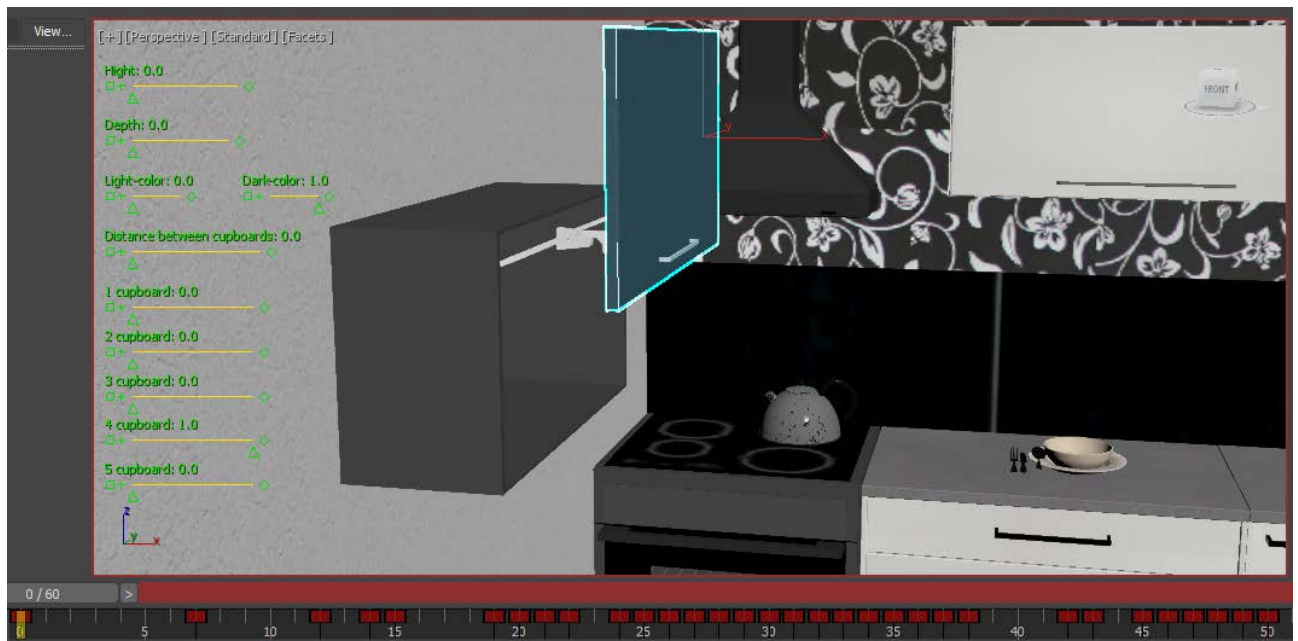


Рисунок 4.24 – Повзунок анімації в 0 кадрі

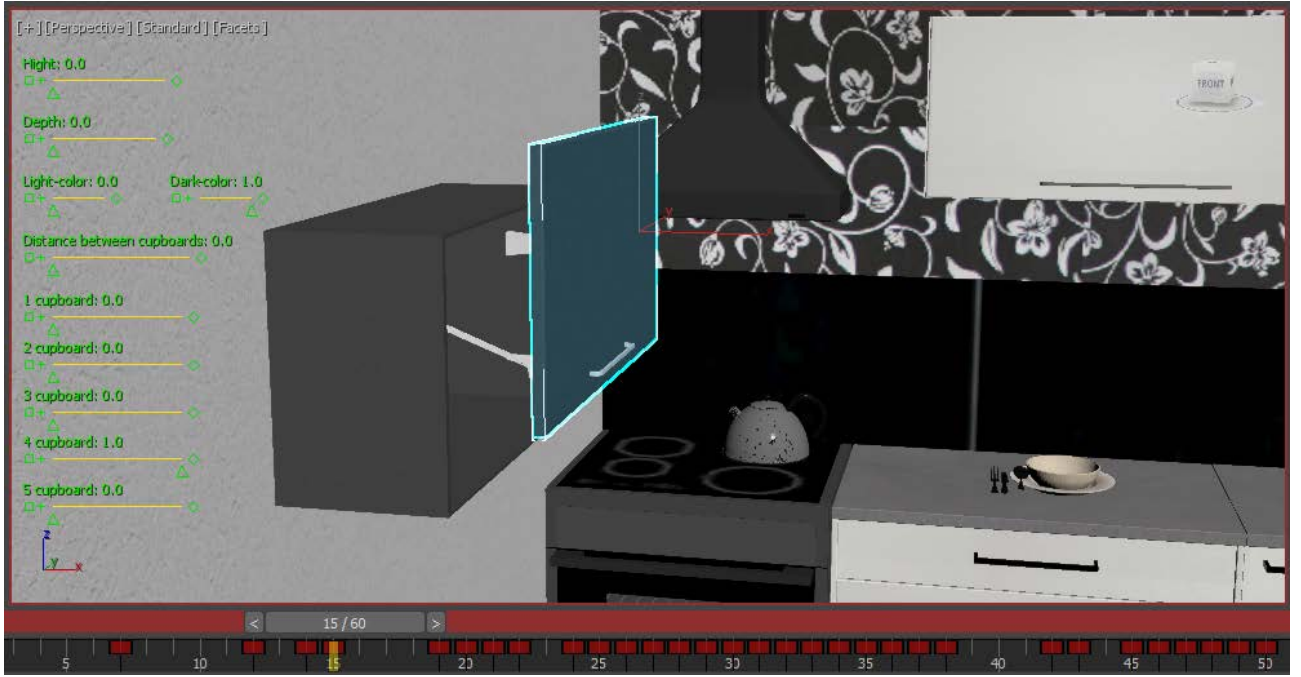


Рисунок 4.25 – Повзунок анімації в 15 кадрі

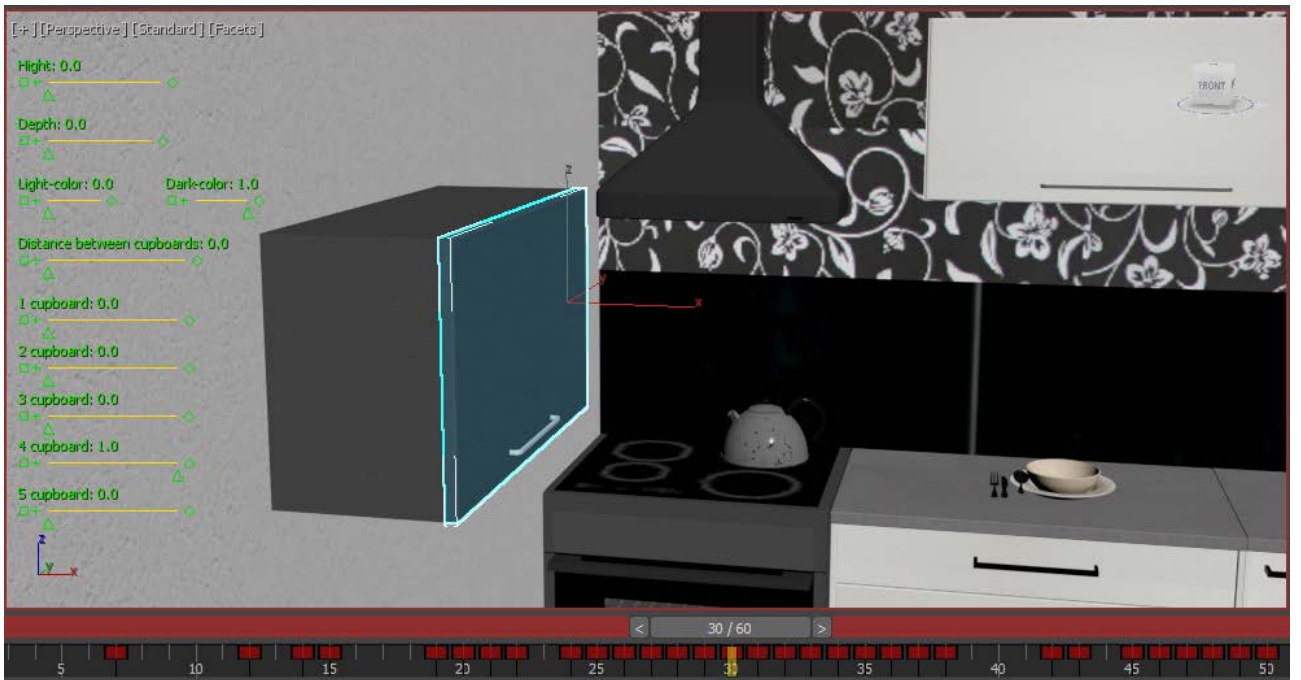


Рисунок 4.26 – Повзунок анімації в 30 кадрі

4.6 Візуалізація сцени

Змінюючи положення слайдерів управління, користувач відразу може бачити зміни, які відбуваються із шафами. Після проведення всіх налаштувань користувач може зробити візуалізацію, як у вигляді зображення, так і у вигляді відео. Вона потрібна для створення якісного зображення або відео, яке буде враховувати задані матеріали моделей, відображати їх властивості.

У сцені міститься дві налаштовані камери, щоб можна було бачити кухню з різних точок. Користувач може змінити положення камери шляхом її переміщення або повороту за допомогою інструментів *Select and move* та *Rotate* і отримати необхідний вид, рисунок 4.27. Потім потрібно налаштувати рендер натиснувши *F10* або *Rendering* → *Render Setup*.

Усі параметри для якісного рендеру вже були задані, але користувач може змінити розмір зображення/відео у розділі *Output size* та обрати тип візуалізації, який налаштовується у свитку *Time Output*:

- параметр *Single* відповідає за створення зображення;
- *Active Time Segment* – за створення відео з 0 по 60 кадр;
- *Range* – за створення відео в діапазоні кадрів, який можна задати власноруч.

Після завершення рендеру зображення або відео можна зберегти на пристрій.

Приклад вікна *Render Setup* для візуалізації зображення представлено на рисунку 4.28.

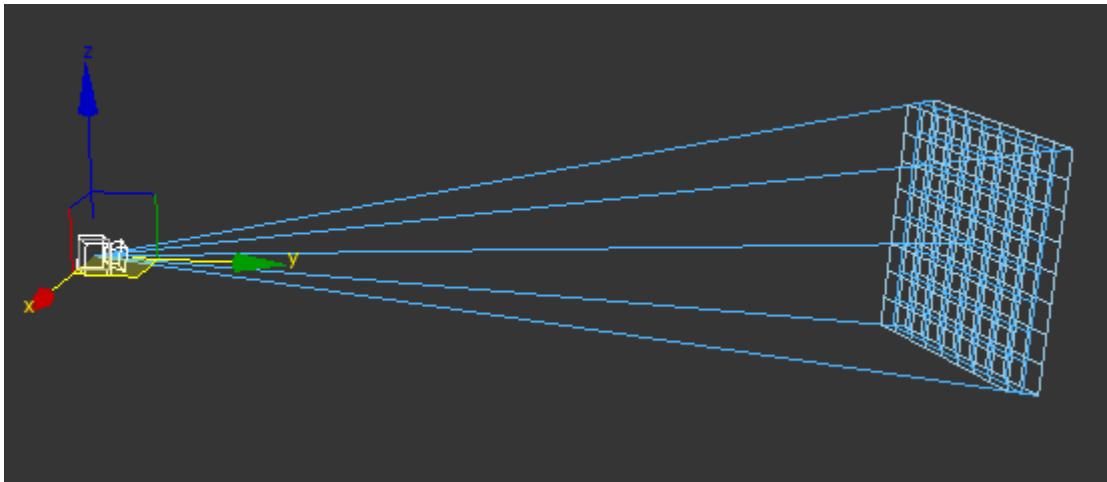


Рисунок 4.27 – Переміщення камери

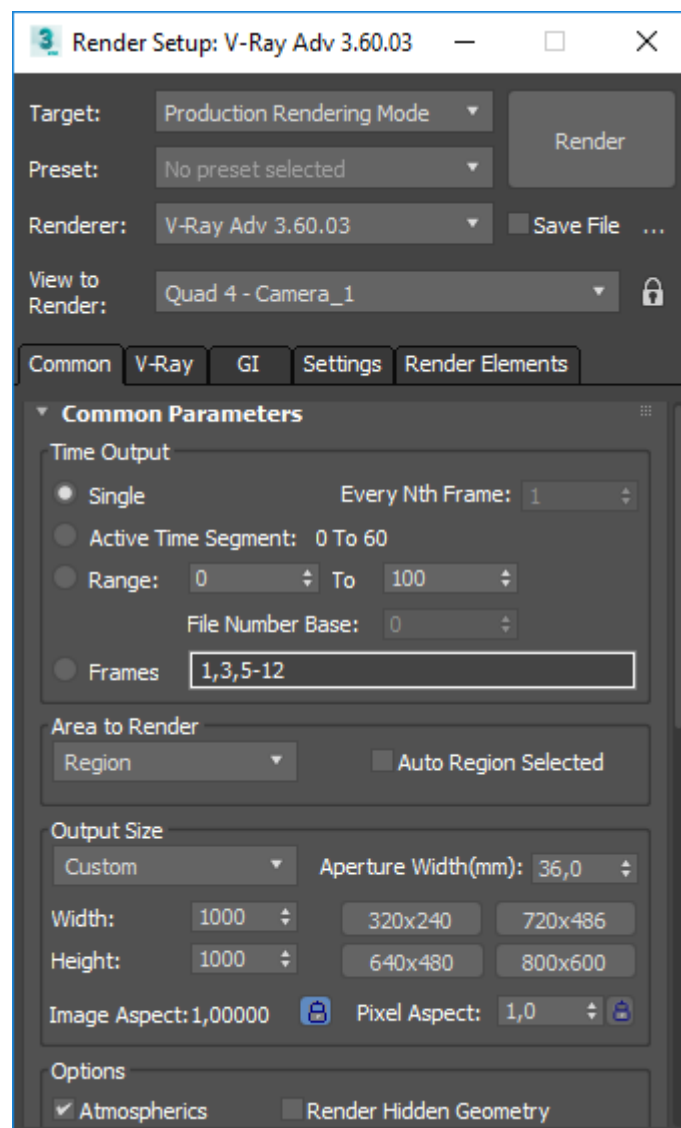


Рисунок 4.28 – Render Setup для візуалізації зображення

Фінальний рендер сцени зображено на рисунках 4.29-4.32, пояснення налаштування шаф описано в таблицях 4.2-4.4. Інструкція користувача знаходиться в додатку В, інструкція розробника – в додатку Г.

Таблиця 4.2 – Характеристика та розміри об'єктів кухні на рисунку 4.29

| Характеристика | Параметр |
|---------------------------------------------|----------|
| Глибина нижньої шафи | 400мм |
| Висота нижньої шафи | 700мм |
| Відстань між верхньою і нижньою секцією шаф | 650мм |
| Текстура стільниці | біла |
| Тип верхньої шафи | 1 |
| Тип підйомного механізму | 1 |



Рисунок 4.29 – Рендер сцени

Таблиця 4.3 – Характеристика та розміри об'єктів кухні на рисунку 4.30

| Характеристика | Параметр |
|---------------------------------------------|----------|
| Глибина нижньої шафи | 700мм |
| Висота нижньої шафи | 1000мм |
| Відстань між верхньою і нижньою секцією шаф | 300мм |
| Текстура стільниці | сіра |
| Тип верхньої шафи | 4 |
| Тип підйомного механізму | 3 |



Рисунок 4.30 – Рендер сцени

Таблиця 4.4 – Характеристика та розміри об'єктів кухні на рисунку 4.31

| Характеристика | Параметр |
|---------------------------------------------|----------|
| Глибина нижньої шафи | 500мм |
| Висота нижньої шафи | 700мм |
| Відстань між верхньою і нижньою секцією шаф | 900мм |
| Текстура стільниці | сіра |
| Тип верхньої шафи | 3 |
| Тип підйомного механізму | 2 |



Рисунок 4.31 – Рендер сцени



Рисунок 4.32 – Рендер сцени

ВИСНОВКИ

Кількість інтернет-магазинів зростає кожного дня, в тому числі і магазинів меблів. Для заохочення клієнтів створюються більш зручні умови вибору товару, одним з яких є 3D моделі.

Для створення об'єкту візуалізації спершу було проведено аналіз предметної області та визначено аналоги.

Метою завдання було створення візуалізації 3D моделі кухні з наступною параметризацією розмірів шаф, вибором текстури стільниці, підйомного механізму верхньої секції шаф та перегляду анімації відкривання дверцят.

Щоб реалізувати поставлену мету було вирішено наступні задачі:

- проведено огляд існуючих інтернет-магазинів меблів, їх функціоналу та можливостей;
- сформована схема етапів реалізації параметризації розмірів шаф, вибору текстури та підйомного механізму для 3D моделей, створено анімацію для відкривання дверцят;
- розроблено візуалізацію, яка реалізує сформовану схему.

Розроблений об'єкт візуалізації має логічну структуру та підписи, забезпечує розуміння користувачем їх змісту. Система коректно відображає зміни 3D моделей відповідно до налаштувань, що були задані користувачем.

Створений об'єкт візуалізації у подальшому можна буде вдосконалити шляхом реалізації модуля візуалізації і впровадити на сайт магазину меблів.

Список використаної літератури

1. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНОМУ СВІТІ, [Електронний ресурс], – Режим доступу до ресурсу: http://sophus.at.ua/publ/2013_12_19_20_kampodilsk/sekcija_7_2013_12_19_20/informacijni_tekhnologiji_v_suchasnomu_sviti/49-1-0-863
2. Калькулятор кухні, [Електронний ресурс], – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mebelok.com/online-kalkulyator-kuhni/>
3. 3D конструктор і планировщик кухні онлайн, [Електронний ресурс], – Режим доступу до ресурсу: <http://idealkitchen.ru/konstruktor-kuhni/>
4. Вардек кухні, [Електронний ресурс], – Режим доступу до ресурсу: <https://kuhni-vardek.ru/modeller/>
5. Создание модели по чертежу в 3ds max: моделируем квартиру по плану, [Електронний ресурс], – Режим доступу до ресурсу: <https://repetitor3d.ru/3dsmax/modelirovanie-po-chertezhu-v-3d-max>
6. Виды 3d моделирования, [Електронний ресурс], – Режим доступу до ресурсу: <https://3d-modeli.net/uroki-3d/6175-vidy-3d-modelirovaniya.html>
7. Правильная топология 3d модели. Теория полигонального моделирования персонажа. Составляющие полигональной сетки, [Електронний ресурс], – Режим доступу до ресурсу: <https://erfa.ru/pravilnaya-topologiya-3d-modeli-teoriya-poligonalnogo-modelirovaniya.html>
8. Виды 3d моделирования: полигональное, сплайновое и nurbs моделирование, [Електронний ресурс], – Режим доступу до ресурсу: <https://koloro.ua/blog/3d-tehnologii/vidy-3d-modelirovaniya-poligonalnoe-splajnovoe-i-nurbs-modelirovanie.html>
9. Сплайновое моделирование в 3ds max, [Електронний ресурс], – Режим доступу до ресурсу: <https://repetitor3d.ru/3dsmax/rabota-so-splajnami-v-3d-max>

10. Основы текстурирования в 3ds Max, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://visschool.ru/blog/stati-po-3ds-max-dlya-lyubopytnyh-4/osnovy-teksturovaniya-v-3ds-max-65/>
11. V-ray рендер, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://www.rendertimes.ru/v-ray-render/>
12. VRay - что это такое и как этим пользоваться, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://www.ixbt.com/soft/vray-1.shtml>
13. 3D Studio MAX: первые шаги. Урок 21. Иерархия и прямая кинематика, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://compress.ru/article.aspx?id=18343>
14. What is 3D Computer Animation?, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://www.wisegeek.com/what-is-3d-computer-animation.htm#>
15. АНИМАЦИЯ В 3DS MAX, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://visschool.ru/blog/no-rubic/animaciya-v-3ds-max-41/>
16. 3ds Max – что это такое? , [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://3dfox.ru/3ds-max-what-it-is/>
17. 3D Studio Max. Всё о легендарном пакете трехмерного моделирования, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: http://esate.ru/uroki/3d-max/informatsiya_o_3d_studio_max/3D-Studio-Max/
18. 3D modeling and rendering software for design visualization, games, and animation, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://www.autodesk.com/products/3ds-max/overview>
19. ОБЗОР V-RAY И CORONA RENDERER, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://softculture.cc/blog/entries/articles/obzor-v-ray-i-corona-renderer>
20. Методологии и средства структурного моделирования процессов и систем, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://studfiles.net/preview/5266138/page:12/>

21. Методология функционального моделирования SADT, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=2806>

22. IDEF0 diagram: examples and building rules, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://trendxmexico.com/kompyutery/58158-idef0-diagramma-primery-i-pravila-postroeniya.html>

23. Методология IDEF0, [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef0>

24. Основы UML – диаграммы использования (use-case), [Электронный ресурс], – Режим доступа до ресурсу: <https://pro-prof.com/archives/2594>

ДОДАТОК А.
ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на розробку «Візуалізації 3D моделі кухні. Параметризація розмірів та
текстур»

Суми 2019

1 Призначення й мета створення візуалізації

1.1 Призначення візуалізації 3D моделі кухні

Візуалізація повинна бути реалізована в програмі 3ds Max і представляти кімнату, в якій можна налаштовувати параметри кухонного обладнання: розмір, текстуру стільниці, відстань між верхніми на нижніми секціями шаф, вибирати підйомний механізм та переглядати анімацію відкриття верхньої шафи.

1.2 Мета проекту

Створення візуалізації, параметризація розмірів та текстур для створення 3d моделі кухні.

1.3 Цільова аудиторія

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

1. Викладачі.
2. Інші зацікавлені особи.

2 Вимоги до проекту

2.1 Вимоги до структури й функціонування технології візуалізації

Можливості візуалізації 3d моделі кухні повинні бути представлені у вигляді відео, яке повинне демонструвати усі можливості та функції проекту.

2.2 Вимоги до функцій параметризації та текстурування

2.2.1 Загальні вимоги

2.2.1.1 Структура моделі

Кухня повинна містити текстуроване обладнання, верхні та нижні секції шаф, з якими будуть проводитись модифікації, підйомні механізми дверцят, елементи

управління параметризацією, вибором текстури стільниці, відстанню між верхніми на нижніми шафами, вибором підйомний механізму.

2.2.1.2 Навігація

Візуалізація об'єкту кухні повинна мати логічну структуру та підписи, забезпечувати розуміння користувачем їх змісту. Система має коректно відображати зміну 3D моделі відповідно до налаштувань, що були задані. Для вибору існуючих варіантів налаштувань використовується слайдер управління зміною параметрів з відповідним заголовком до кожного з них, а для перегляду анімації – повзунок анімації.

2.2.2 Функціональні можливості параметризації та текстурування

Візуалізація параметризації та текстурування кухні матиме такі елементи:

- Функція для вибору глибини та висоти нижніх шаф;
- Функція для вибору відстані між верхньою та нижньою секцією;
- Функція для вибору підйомного механізму відкривання дверцят верхньої шафи;
- Функція для вибору текстури стільниці;

2.3 Вимоги до видів забезпечення

2.3.1 Вимоги до створення 3D моделі кухні

Для створення моделей меблів кухні з його наступною параметризацією розмірів та підбором підйомних механізмів шаф, створення розгортки для коректного відображення текстур та їх накладання використовується Autodesk 3ds Max. Для налаштування світла та матеріалів – пакет візуалізації V-Ray.

2.3.2 Вимоги до лінгвістичного забезпечення

Підписи, заголовки та назви, що розміщені в анімації мають бути англійською мовою.

2.3.3 Вимоги до програмного забезпечення

Відео візуалізації кухні можливо до перегляду, якщо операційна система користувача: Windows XP, 7, 8, 10 має вбудований або встановлений відеоплеєр для перегляду файлів формату AVI, MKV або MP4.

2.3.4 Вимоги до апаратного забезпечення

Апаратне забезпечення при створенні 3D моделей та їх візуалізації повинно задовольняти таким умовам:

- Оперативна пам'ять комп'ютера: 4 Гб і більше;
- Вільна пам'ять на диску: 5 Гб і більше.

3 Склад і зміст робіт зі створення візуалізації 3d моделі кухні

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

Таблиця А.1 – Етапи створення програмного модуля

| № | Склад і зміст робіт | Строк розробки, днів |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 | Розробка дизайну меблів | 2 |
| 2 | Моделювання меблів та їх елементів | 7 |
| 3 | Створення розгортки | 2 |
| 4 | Налаштування матеріалів та поверхонь для текстурування | 2 |
| 5 | Текстурування | 2 |
| 6 | Створення елементів управління вибору габаритів, вибору підйомного механізму, вибору текстури, анімації відкривання дверцят верхньої шафи | 10 |
| 7 | Рендеринг сцени, створення відео візуалізації | 2 |
| 8 | Завершення роботи: тестування та виправлення помилок | 7 |

Продовження таблиці А.1 – Етапи створення програмного модуля

| | | |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| | Загальна тривалість робіт (з урахуванням налагодження й виправлення помилок) і строк закінчення проекту | 34 |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

4 Вимоги до складу й змісту робіт із майбутнім використанням створеної візуалізації

Візуалізація 3D моделі кухні повинна працювати коректно та відповідати вимогам технічного завдання. Створений проект у майбутньому буде використано для розробки програмного модуля. Необхідно передбачити та уникнути можливих проблем сумісності програм.

ДОДАТОК Б. ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

Деталізація мети проекту методом SMART. Продуктом дипломного проекту є технологія візуалізації 3D моделі кухні. Результати деталізації методом SMART розміщені у таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Деталізація мети методом SMART

| | |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Specific (конкретна) | Візуалізація 3D моделі кухні, параметризація розмірів кухонних шаф та текстуровання. |
| Measurable (вимірювана) | Результатом використання є налаштовані розміри та текстури для кухонного обладнання. |
| Achievable (досяжна) | Візуалізацію буде виконано за допомогою додатків: Autodesk 3ds Max для створення моделей меблів кухні з його наступною параметризацією розмірів та підбором підйомних механізмів шаф, створення розгортки для коректного відображення текстур, анімації. V-Ray для налаштування світла та матеріалів. Photoshop для створення текстур. |
| Relevant (реалістична) | У наявності є всі необхідні технічні та програмні засоби. Розробники достатньо кваліфіковані для виконання поставлених задач. |
| Time-framed (обмежена у часі) | Проект обмежений у часі, який було встановлено замовником. Проект повинен бути виконаний згідно з календарним планом. |

Планування змісту структури робіт. WBS структура – це інструмент для планування задач проекту у вигляді ієрархії, які пов'язані з продуктом проекту. У ній широко та детально описано завдання, що необхідно виконати у

ході створення проекту та їх розбиття на підзадачі. Діаграма WBS зображена на рисунку. Б.1.

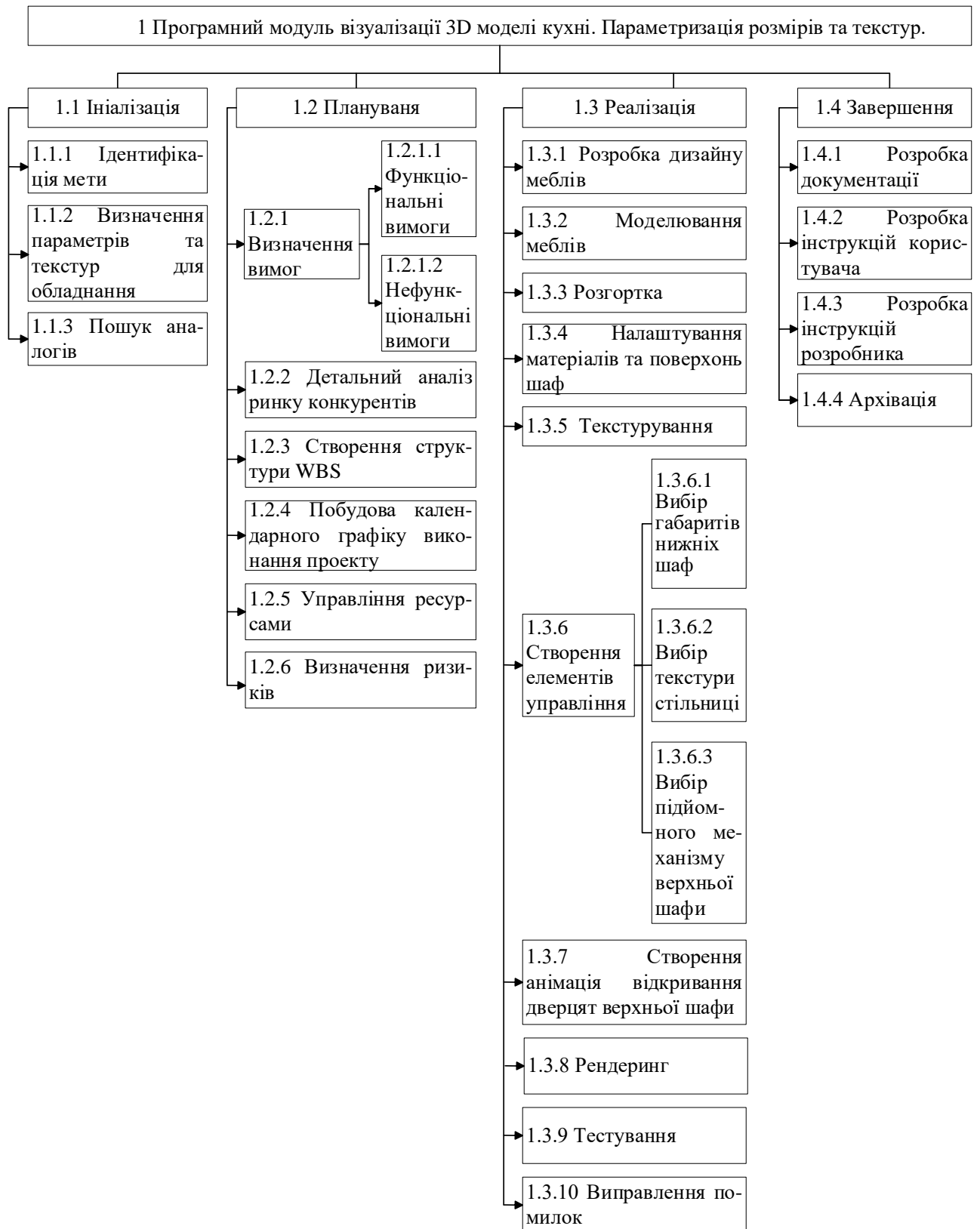


Рисунок Б.1 – WBS структура робіт проекту

Планування структури організації, для впровадження готового проекту (OBS). Організаційна структура OBS є графічним відображенням виконавців проекту. Діаграма OBS зображена на рисунку Б.2. Список виконавців, що функціонують в проекті знаходиться в таблиці Б.2.

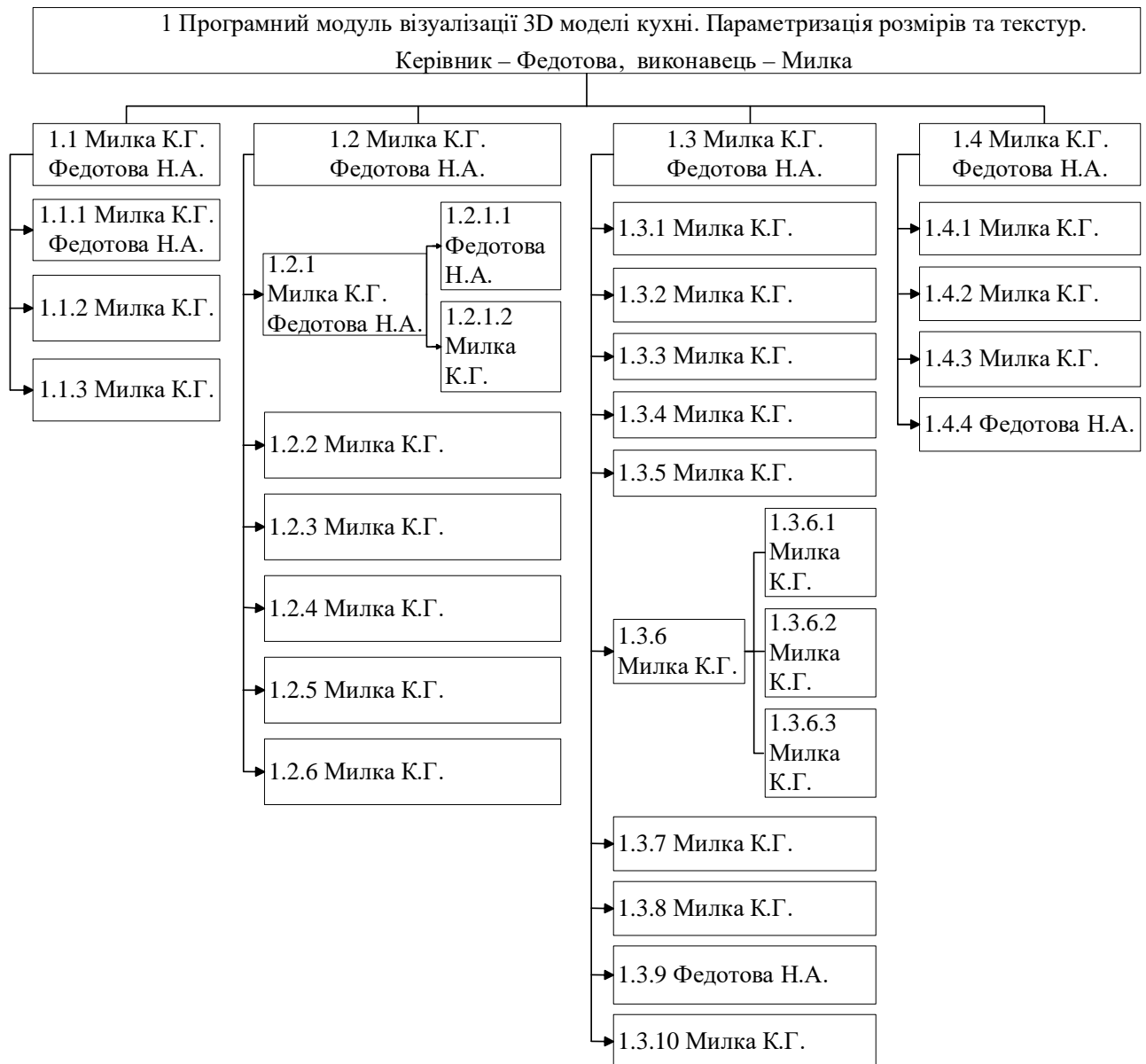


Рисунок Б.2 – Організаційна структура проекту (OBS)

Таблиця Б.2 – Виконавці проекту

| Роль | Ім'я | Проектна роль |
|---------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Розробник | Милка К.Г. | Виконує розробку основного функціоналу проекту. |
| Проектувальник | Милка К.Г. | Проектує 3D моделі та елементи тривимірної графіки, розробляє їх дизайн та анімацію. |
| Менеджер проекту | Милка К.Г. | Відповідає за виконання термінів, розподіл ресурсів та завдань між учасниками. Виконує збір та аналіз даних. |
| Тестувальник | Федотова Н.А. | Відповідає за тестування функціоналу візуалізації 3D моделі кухні. |
| Консультант проекту | Федотова Н.А. | Формує завдання на розробку проекту. |

Діаграма Ганта. Це календарного план проекту, який дозволяє менеджеру і команді розробників відстежувати графіки часу, послідовність етапів виконання завдань та взаємозв'язок між ними. Діаграма Ганта та список робіт зображено на рисунках Б.3–Б.4.

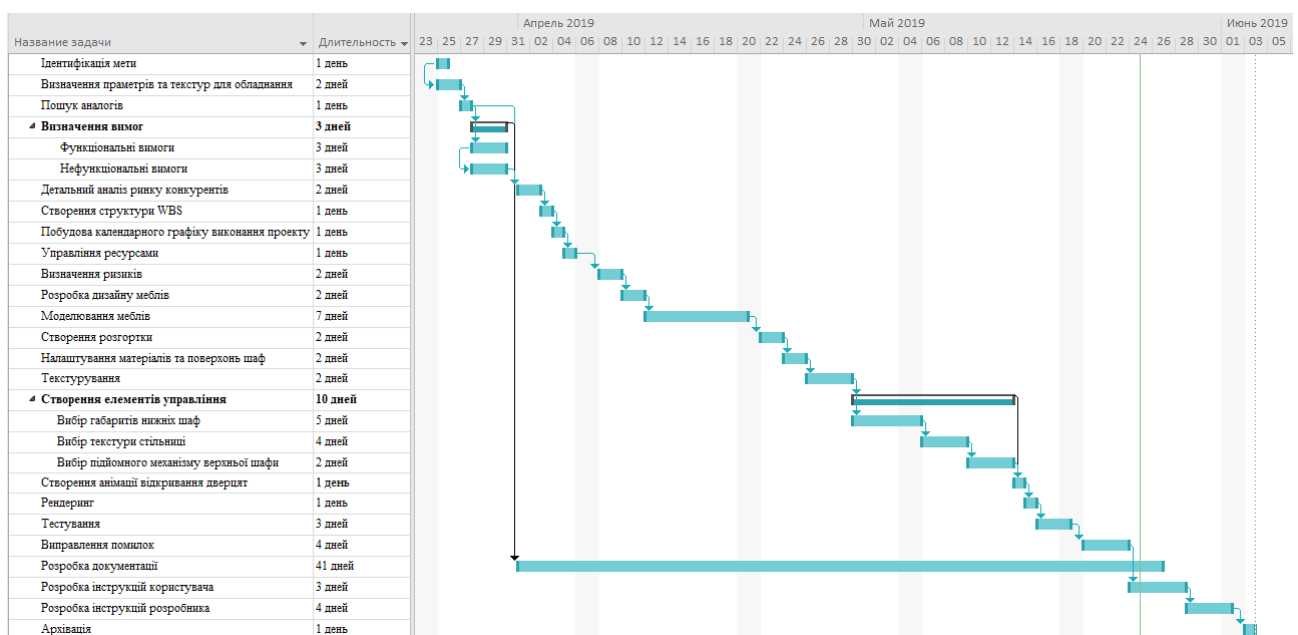


Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта

| Название задачи | Длительность | Начало | Окончание | Предшественники |
|-------------------------------------------------|----------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| ▲ Діаграма Ганта | 51 день | Пн 25.03.19 | Пн 03.06.19 | |
| Ідентифікація мети | 1 день | Пн 25.03.19 | Пн 25.03.19 | |
| Визначення праметрів та текстур для обладнання | 2 днів | Пн 25.03.19 | Вт 26.03.19 | 1НН |
| Пошук аналогів | 1 день | Ср 27.03.19 | Ср 27.03.19 | 2 |
| ▲ Визначення вимог | 3 днів | Чт 28.03.19 | Сб 30.03.19 | 3 |
| Функціональні вимоги | 3 днів | Чт 28.03.19 | Сб 30.03.19 | 3 |
| Нефункціональні вимоги | 3 днів | Чт 28.03.19 | Сб 30.03.19 | 5НН |
| Детальний аналіз ринку конкурентів | 2 днів | Пн 01.04.19 | Вт 02.04.19 | 4;3;6 |
| Створення структури WBS | 1 день | Ср 03.04.19 | Ср 03.04.19 | 7 |
| Побудова календарного графіку виконання проекту | 1 день | Чт 04.04.19 | Чт 04.04.19 | 8 |
| Управління ресурсами | 1 день | Пт 05.04.19 | Пт 05.04.19 | 9 |
| Визначення ризиків | 2 днів | Пн 08.04.19 | Вт 09.04.19 | 10 |
| Розробка дизайну меблів | 2 днів | Ср 10.04.19 | Чт 11.04.19 | 11 |
| Моделювання меблів | 7 днів | Пт 12.04.19 | Сб 20.04.19 | 12 |
| Створення розгортки | 2 днів | Пн 22.04.19 | Вт 23.04.19 | 13 |
| Налаштування матеріалів та поверхонь шаф | 2 днів | Ср 24.04.19 | Чт 25.04.19 | 14 |
| Текстурування | 2 днів | Пт 26.04.19 | Пн 29.04.19 | 15 |
| ▲ Створення елементів управління | 10 днів | Вт 30.04.19 | Пн 13.05.19 | 16 |
| Вибір габаритів нижніх шаф | 5 днів | Вт 30.04.19 | Ср 05.05.19 | 16 |
| Вибір текстури стільниці | 4 днів | Пн 06.05.19 | Чт 09.05.19 | 18 |
| Вибір підйомного механізму верхньої шафи | 2 днів | Пт 10.05.19 | Пн 13.05.19 | 19 |
| Створення анімації відкриття дверцят | 1 день | Вт 14.05.19 | Вт 14.05.19 | 17;20 |
| Рендеринг | 1 день | Ср 15.05.19 | Ср 15.05.19 | 21 |
| Тестування | 3 днів | Чт 16.05.19 | Сб 18.05.19 | 22 |
| Виправлення помилок | 4 днів | Пн 20.05.19 | Чт 23.05.19 | 23 |
| Розробка документації | 41 днів | Пн 01.04.19 | Ср 26.05.19 | 4 |
| Розробка інструкцій користувача | 3 днів | Пт 24.05.19 | Вт 28.05.19 | 24 |
| Розробка інструкцій розробника | 4 днів | Ср 29.05.19 | Сб 01.06.19 | 26 |
| Архівація | 1 день | Пн 03.06.19 | Пн 03.06.19 | 27 |

Рисунок Б.4 – Список робіт для побудови діаграми Ганта

Аналіз ризиків. Оцінка ризиків допомагає визначити ступінь небезпеки ризику і дозволить вибрати спосіб реагування. План реагування на ризики — це розробка методів зниження негативного впливу ризиків на проект. Оцінка ризиків за показниками описана в таблиці Б.3. Матриця ймовірності виникнення та впливу ризиків зображена на рисунку Б.5. В якій:

- зелений колір – прийнятні ризики;
- жовтий колір – виправданні ризики;
- червоний колір – недопустимі ризики.

Опис ризиків, визначення рангу та стратегії реагування зображено в таблиці Б.4.

Таблиця Б.3 – Шкала оцінювання ймовірності виникнення та впливу ризику

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

| | | | | |
|------------------------|---|------|------|---|
| Ймовірність виникнення | 3 | RS_1 | RS_3 | |
| | | RS_4 | | |
| | 2 | RS_2 | | |
| | 1 | | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| Вплив ризику | | | | |

Рисунок Б.5 – Матриця ймовірності виникнення ризиків та впливу ризику

Таблиця Б.4 – Оцінка ймовірності виникнення, величини витрат та індексу ризику

| ID | Статус ризику | Опис ризику | Ймовірність виникнення | Вплив ризику | Ранг ризику | План А/Б |
|------|---------------|----------------------------------------|------------------------|--------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RS_1 | Відкритий | Нечітке завдання на розробку | Низька | Середній | 3 | 1. Чітко обговорити та визначити усі види вимог із замовником. 2. Скласти технічне завдання. / При виявленні невідповідностей зробити необхідні правки. |
| RS_2 | Відкритий | Поява альтернативного продукту | Низька | Середній | 2 | 1. Провести огляд альтернативних продуктів. 2. Додати унікальні функції та можливості до свого проекту. |
| RS_3 | Відкритий | Помилки проектування | Середня | Високий | 6 | Співпрацювати із замовником та здійснювати проміжний контроль результатів в ході виконання проекту. |
| RS_4 | Відкритий | Збої в роботі програмного забезпечення | Низька | Високий | 4 | 1. Розробка проекту з врахуванням вимог до програмного забезпечення користувачів проекту. 2. Створення резервних копій в ході виконання проекту. |

ДОДАТОК В.

ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА

Для можливості використовувати об'єкт візуалізації 3D моделі кухні, на персональному комп'ютері повинні бути встановлені такі програми: 3ds Max 2018 та V-Ray 2018.

Об'єкт візуалізації 3D моделі кухні дозволяє вибирати глибину та висоту нижніх шаф, задавати відстань між верхньою та нижньою секцією, вибирати підйомний механізм та переглядати анімацію відкриття дверцят верхньої шафи, вибирати текстуру стільниці.

За вибір і зміну параметрів відповідають слайдери управління. Змінюючи положення слайдерів управління, користувач відразу може бачити зміни, які відбуваються із шафами.

- Слайдер Height відповідає за зміну висоти нижніх шаф і має три положення: 0 мм, 150 мм і 300 мм.
- Слайдер Depth змінює глибину нижньої секції шаф і коливається від 0 до 300 мм з кроком 5 мм.
- Слайдер Distance between cupboards задає відстань між верхньою і нижніми шафами, може змінювати параметри від 0 до 500 мм з кроком 5 мм.
- Слайдери Light-color та Dark-color мають два положення: 0 та 1 і відповідають за текстуру стільниці. При положенні повзунка слайдеру в позиції 0 текстура не відображається, в позиції 1 – приймає певний колір.
- Слайдери 1 cupboard, 2 cupboard, 3 cupboard, 4 cupboard, 5 cupboard відповідають за те, який тип верхньої шафи відображається на сцені. Слайдер може перебувати в позиції 0 – відповідна шафа буде скритою та в позиції 1 – видимою.

Для перегляду анімації використовується повзунок анімації, який розташований на нижній панелі програми і змінюється в діапазоні від 0 до 60 кадру. Змінюючи позицію повзунка буде змінюватися і стан дверей.

Після проведення всіх налаштувань можна зробити візуалізацію у вигляді зображення або відео. Спочатку потрібно налаштувати положення камери шляхом її повороту або переміщення. Потім викликати вікно Render Setup натиснувши F10 або Rendering → Render Setup. Для редагування доступні усі параметри, але рекомендується змінювати лише розмір зображення/відео.

Вибір типу візуалізації налаштовується у світку Time Output:

- параметр Single відповідає за створення зображення;
- Active Time Segment – за створення відео з 0 по 60 кадр;
- Range – за створення відео в діапазоні кадрів, який можна задати власноруч.

Після завершення рендеру зображення або відео можна зберегти на пристрій.


ДОДАТОК Г. ІНСТРУКЦІЯ РОЗРОБНИКА

Апаратне забезпечення при роботі з об'єктом візуалізації повинно задовольняти таким умовам:

- Оперативна пам'ять комп'ютера: 4 Гб і більше;
- Вільна пам'ять на диску: 5 Гб і більше;
- Операційна система: Windows XP, 7, 8, 10;
- Встановлений відеоплеєр для перегляду файлів формату AVI, MKV або MP4.

Для додавання нових елементів управління потрібно на панелі Create обрати вкладку Helpers → Manipulators → Slider. Задати підпис слайдеру, максимальне, мінімальне значення та крок, на який значення буде змінюватися.

Після створення нового слайдеру потрібно зв'язати його значення Value з параметром моделі, яку необхідно змінювати. Для цього потрібно виділити модель, обрати Wire Parameters, обрати необхідний параметр зі списку. Пунктирну лінію, яка з'явилась потрібно навести на слайдер та натиснути ліву кнопку миші і у вікні Parameter Wiring потрібно обрати двосторонній тип зв'язку.

Додавання або зміна текстури виконується за допомогою Material Editor, який викликається клавішою M або піктограмою . Створення матеріалів виконується за допомогою VRayMtl. Він більш правильно прораховує параметри матеріалу і прискорює рендеринг.

Щоб створити або редагувати анімацію потрібно перейти в режим Toggle Auto Key Mode або Toggle Set Key Mode. Рекомендується використовувати режим Toggle Auto Key Mode. Після змінення положення повзунка анімації і редагування моделі, ключі анімації будуть встановлюватися автоматично.