

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

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри

_____ Світлана ВАЩЕНКО

_____ 2023 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 будинку

Здобувача (ки) групи ІТ-91 Безвін Богдана Віталіївна
(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)

Богдана БЕЗВІН
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник к.т.н., доцент, Наталія ФЕДОТОВА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедри ІТ

_____ Ващенко С.М.
«__» _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Безвін Богдана Віталіївна

1 Тема роботи Візуалізація 3D моделі будинку

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

затверджені наказом по університету від «29» 05 2023 р. №0588-VI _____

2 Строк подання студентом роботи «7» червня 2023 р.

3 Вхідні дані до роботи _____ технічне завдання, додаток Б

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

аналіз предметної області, функціональне моделювання проєкту, практична реалізація проєкту

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

актуальність роботи, мета та задачі, аналіз аналогів, порівняльна таблиця аналогів, вимоги до проєкту, діаграма процесів в нотації IDEF0, діаграма декомпозиції, діаграма варіантів використання, засоби реалізації додатку, схема взаємодії з локацією, практична реалізація додатку, висновки, апробація роботи.

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	11.04.23 – 15.04.23	
2	Оформлення технічного завдання	16.04.23 – 17.04.23	
3	Планування робіт проєкту	18.04.23 – 21.04.23	
4	Огляд останніх досліджень	22.04.23 – 25.04.23	
5	Аналіз існуючих продуктів-аналогів	26.04.23 – 30.04.23	
6	Постановка задачі	01.05.23 – 02.05.23	
7	Вибір засобів реалізації	03.05.23 – 10.05.23	
8	Структурно-функціональне моделювання	11.05.23 – 14.05.23	
9	Візуалізація 3D моделі будинку	15.05.23 – 29.05.23	
10	Оформлення документації	30.05.23 – 02.06.23	

Студент _____
(підпис)

Безвін Б.В.

Керівник роботи _____
(підпис)

к.т.н., доц. Федотова Н.А.

РЕФЕРАТ

Тема роботи: «Візуалізація 3D моделі будинку»

Пояснювальна записка 79 с., 64 рисунки, 27 літературних джерел, 10 таблиць, 2 додатки.

Метою роботи є розробка ігрового додатку та візуалізація 3D моделі будинку з інтер'єром з додаванням інтерактивних можливостей для використання 3D моделі у мультимедійних та презентаційних цілях.

Під час роботи над дипломною роботою було досліджено предметну область, проблеми, які існують у предметній області при моделюванні додатку, визначено мету та виконано постановку задач.

Проведено аналіз існуючих програмних продуктів, моделей, методів, технологій та виявлено необхідність у створенні додатку.

Виконано аналіз і проектування 3D моделі будинку з інтер'єром, обрано засоби для реалізації додатку.

Ключові слова: додаток, 3D-модель, рендер, моделювання, UE4, C++, Blender 3D.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	7
1.1 Огляд останніх досліджень	7
1.3 Постановка задачі.....	12
1.4 Вибір методів моделювання моделей	13
1.5 Вибір засобів реалізації моделей.....	16
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ 3D МОДЕЛІ.....	21
2.1 Структурно-функціональне моделювання.....	21
3 МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЦІЇ	25
3.1 Основна робота та структура роботи	25
3.2 Моделювання будинку	26
3.3 Наповнення будинку 3D елементами.....	29
3.4 Створення ландшафту.....	32
3.5 Створення Blueprint-елементів для інтерактивності.....	35
ВИСНОВКИ	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57
ДОДАТОК А	60
ДОДАТОК Б.....	65
ПЛАНУВАННЯ РОБІТ	65

ВСТУП

На сьогоднішній день ринок 3D моделювання є одним із найприбутковіших. Із моменту початку інформаційно-технічної революції світ стрімко рухається в майбутнє, створюючи все більш досконалі комп'ютерні системи для моделювання, щоб полегшити життя людини, а так само зайняти її дозвілля.

Технології наближають уяву до реальності, і найкращим прикладом цього є те, як 3D-моделювання змінило світ презентації архітектурних проектів. Це як витягнути багатовимірні образи з вашого мозку і намалювати їх на папері, щоб побачити, як це виглядає. Вплив 3D-моделювання на презентацію архітектурних послуг, безсумнівно, є найбільш трансформаційним з усіх, що коли-небудь відбувалися. Тому не випадково, що особлива роль у житті сучасної людини відводиться моделюванню та проектуванню.

Метою даної роботи є візуалізація 3D моделі будинку з інтер'єром та надання інтерактивності та параметризації рендеру, використання якої забезпечить можливість реалізувати модель в життя за допомогою відповідних інструментів.

Для досягнення мети проекту необхідно виконати наступні задачі:

- виконати аналіз предметної області;
- розробити технічне завдання згідно вимог замовника;
- обрати програмні засоби реалізації;
- створити тривимірну модель будинку з елементами інтер'єру;
- додати матеріали та текстури для реалістичного вигляду всієї моделі;
- зробити перевірку та тестування, щоб переконатися, що всі елементи візуалізації працюють належним чином;
- створити інтерактивний додаток для перегляду візуалізації.

Інтерактивний додаток має надати користувачу можливість оглянути дизайн будинку, а також змінювати інтер'єр кімнат. Даний проект орієнтований на архітекторів та користувачів, які за допомогою додатку зможуть визначитися з плануванням дизайну будинку.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Огляд останніх досліджень

Одним зі значних досягнень систем автоматизованого проектування (САПР) є поєднання 3D-моделювання з 2D-проектуванням. Дослідження, проведене американською компанією Business Advantage Group, з'ясувало, що ця практика, яка давно стала стандартом у сфері автомобільного виробництва, повільно, але стабільно знаходить своє застосування в архітектурній галузі. Багато респондентів вважають, що це вимагає більших зусиль, однак насправді переваги цього поєднання значно перевищують його недоліки.

Ілюстрацією революційного впливу технологій на презентацію архітектурних проектів є 3D-моделювання, яке дозволяє відобразити проект у тривимірному просторі. Це подібно до перенесення багатовимірних образів зі світу вашого мозку на папір, щоб побачити їх у реальному вигляді. Вплив 3D-моделювання на презентацію архітектурних проектів є надзвичайно трансформаційним. Розглянемо переваги 3D-моделювання з точки зору архітектурної презентації.

Переваги 3D-моделювання в архітектурній презентації включають:

Реалістичність: 3D-моделі дозволяють точно відобразити архітектурні деталі, матеріали та освітлення, що створює реалістичний вигляд проекту.

Візуалізація простору: Завдяки тривимірному зображенню, 3D-моделі дають змогу краще розуміти просторові взаємозв'язки в проекті, такі як пропорції, розташування та розташування елементів, розміщення меблів і декору.

3. Взаємодія з клієнтом: 3D-моделі дозволяють клієнту більш детально розглянути проект, відчувати його атмосферу та зробити більш обґрунтовані рішення щодо дизайну та конфігурації [1].

Виявлення помилок і оптимізація: 3D-моделювання дозволяє заздалегідь виявити можливі проблеми, такі як конфлікти між елементами, недоліки у

просторовому плануванню або проблеми з функціональністю, що допомагає зробити відповідні корективи та оптимізувати проект.

Маркетинговий потенціал: 3D-моделі є потужним інструментом для привертання клієнтів та інвесторів, оскільки вони демонструють високий рівень професійності та інноваційності в архітектурній галузі [2].

3D-моделювання допомагає у всьому: від виведення кількості горизонтальних, вертикальних і діагональних ліній у 2D-проектах до отримання одномоментної картини архітектурних послуг. За допомогою інтерактивних матеріалів дизайн оживає, а користувачі можуть здійснити віртуальну екскурсію. Також можна швидко визначити, чи є нова концепція реалістичною, або побачити, як незначні зміни в дизайні можуть вплинути на загальний вигляд будівлі.

Переміщатися по 3D-моделі цікавіше і ефективніше, ніж дивитися на 2D-креслення. Яскраве зображення залишається в пам'яті потенційного клієнта на довший період часу, підвищуючи шанси на укладення угоди.

Отже, візуалізація 3D моделі будинку з інтер'єром є актуальною задачею в сфері архітектури як для збільшення популярності сфери, так і для сучасного бізнесу[3].

1.2 Аналіз існуючих продуктів-аналогів

3D-проекування будинків - це чудовий спосіб для всіх зацікавлених сторін - дизайнерів, архітекторів, будівельників, а також власників та їхніх друзів переглянути нові будинки або ремонтні роботи ще до їхнього безпосереднього початку.

Пропонуючи швидкість, гнучкість і зручність у використанні, ці 3D плани будинків не тільки надають усім зацікавленим сторонам раніше недосяжну можливість вирішити, чи подобається їм те, що вони бачать ще до того, як вони візьмуть на себе зобов'язання щодо реалізації моделі в життя.

В якості аналогів було обрано три 3D моделі будинків з дизайном інтер'єру з сайту 3DLancer [4]:

- 3D модель будинку від користувача benjii.vd [5];
- 3D модель двоповерхового будинку від користувача Orsan [6];
- 3D модель котедж зруб від користувача Fly [7].

1.2.1 3D модель будинку від користувача benjii.vd

В розглянутій 3D-моделі будинку, розробленої користувачем benjii.vd, присутні простий дизайн та компактні розміри. Ця модель використовує полігональне моделювання та має просту архітектуру фасаду, складаючи зі стін, вікон та вхідних дверей. Використовуються текстури, що імітують матеріали, такі як цегла, дерево та штукатурка. Дах моделі має просту конструкцію та покритий шифером. Зазначена 3D-модель може мати застосування в різних областях, таких як планування дизайну будинку та візуалізація в навчальних цілях. На рисунку 1.1 представлений вигляд 3D моделі будинку від користувача benjii.vd [8]



Рисунок 1.1 - Вигляд 3D моделі будинку від користувача benjii.vd

1.2.2 3D модель двоповерхового будинку від користувача Orsan

Представлена 3D модель двоповерхового будинку, розроблена користувачем Orsan, характеризується мінімальною кількістю полігонів, що обмежує реалістичність моделі. Будинок має мансандру, що надає йому додаткового простору. Основна форма будівлі є класичною з прямими лініями та геометричними деталями. Вікна, розташовані на фасадах, забезпечують внутрішнє проникнення світла. Формат .skp, у якому доступна модель, не є універсальним і може обмежувати її використання в різних програмах для 3D моделювання. Ця модель не є дуже популярною серед користувачів, які шукають 3D модель будинку для візуалізації або майбутньої реалізації [9].

На рисунку 1.2 представлено вигляд 3D моделі двоповерхового будинку від користувача Orsan.



Рисунок 1.2 - Вигляд 3D моделі двоповерхового будинку від користувача Orsan.

1.2.3 3D модель котедж зруб від користувача Fly

Надана модель будинку складається з високодеталізованих полігонів, що дозволяє використовувати її для детального вивчення та візуалізації. Використання текстур у моделі надає будинку більш реалістичний та привабливий вигляд. Відсутність анімації або рухомих частин створює враження статичності. Модель будинку доступна у форматі (.3ds), який є популярним у багатьох програмах для редагування та візуалізації 3D-зображень. Зазвичай, модель котеджу має високу кількість полігонів та включає текстури, що дозволяють візуалізувати та деталізувати архітектурні особливості будинку [10].

На рисунку 1.3 представлено вигляд 3D моделі котеджу зруб від користувача Fly.

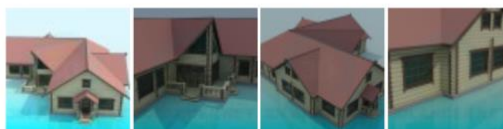
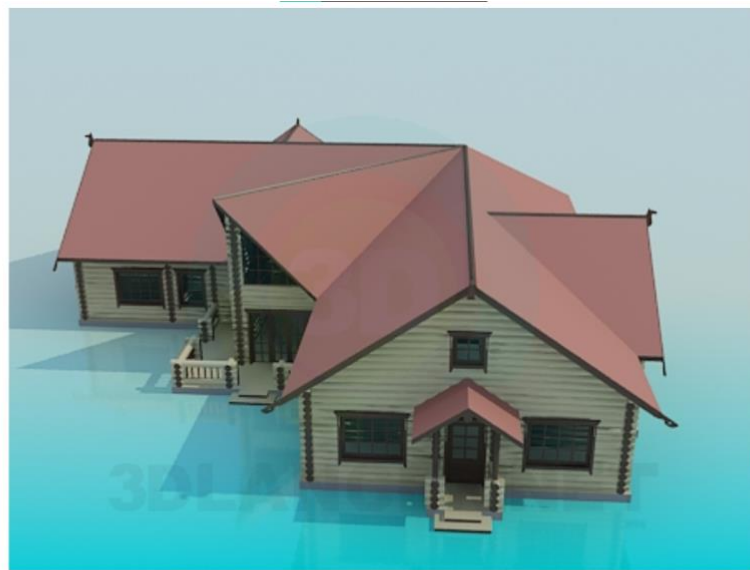


Рисунок 1.3 - Вигляд 3D моделі котеджу зруб від користувача Fly

Проаналізувавши дані 3D моделі будинків, було визначено, що всі аналоги не мають системи взаємодії користувача з будинком. Відсутність анімацій та елементів інтерактивності не надає користувачу додаткового елемента взаємодії з локацією. Тому при створенні 3D моделі будинку необхідно реалізувати систему

взаємодії користувача з дизайном будинку, а також додати елементи візуалізації. Саме це допоможе користувачам більш детально розглядати дизайн будинку, змінювати його архітектуру та план розташування елементів на свій смак. Для більш детального порівняння аналогів була створена порівняльна таблиця 3D моделей будинків (табл 1.1).

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика аналогів 3D моделей будинків

Критерії оцінювання (+/-)	3D моделі будинків		
	Від користувача benjii.vd	Від користувача Orsan	Від користувача Fly
Високополігональність	+	-	+
Інтерактивність	-	-	-
Деталізовані об'єкти	-	-	+
Популярний тип файлу	-	-	+
Наявність детальних анімацій	-	-	-

1.3 Постановка задачі

Метою проекту є розробка ігрового додатку та візуалізація 3D моделі будинку з інтер'єром з додаванням інтерактивних можливостей для використання 3D моделі у мультимедійних та презентаційних цілях, а також для можливого майбутнього втілення в реальному житті. Розроблений проект має надавати можливість користувачу взаємодіяти з об'єктами всередині будинку та змінювати наповнення кожної кімнати.

Для досягнення мети треба вирішити наступні задачі:

- розробити технічне завдання;
- виконати аналіз предметної області;
- обрати програмні засоби реалізації;
- розробити структуру ігрового додатку та ігрових рівнів;
- створити тривимірну модель будинку з елементами інтер'єру;
- додати матеріали та текстури, які нададуть реалістичного вигляду всій моделі;
- реалізувати інтерактивні компоненти додатку;
- зробити перевірку та тестування, щоб переконатися, що всі елементи візуалізації працюють належним чином;
- створити інтерактивний додаток для перегляду візуалізації.

Можливості додатку

Кожен користувач додатку має можливість оглянути дизайн будинку, та за допомогою візуальних та інтерактивних елементів змінити інтер'єр та дизайн. Головна задача додатку на основі 3D моделі - надавати користувачу можливість переглядати інтер'єр будинку та взаємодіяти з ним. Також модель може використовуватися в якості прикладу планування будинку для його побудови в реальному житті. Детальні вимоги до моделі описані в технічному завданні (додаток А).

1.4 Вибір методів моделювання моделей

Існує кілька способів 3D моделювання:

Полігональне моделювання — це тип 3D-моделювання, який виник в епоху, коли для визначення місцезнаходження точки потрібно було вручну вводити її координати по осях X, Y і Z. Якщо три точки координат встановити як вершини та

з'єднати ребрами, результатом буде трикутник, відомий у 3D-моделюванні як багатокутник [11].

Незважаючи на те, що полігональне моделювання використовується доволі часто, особливо при створенні тривимірних комп'ютерних ігор сьогодні, останнім часом спостерігається перехід від моделювання полігонів до роботи зі сплайнами (рисунок. 1.4).

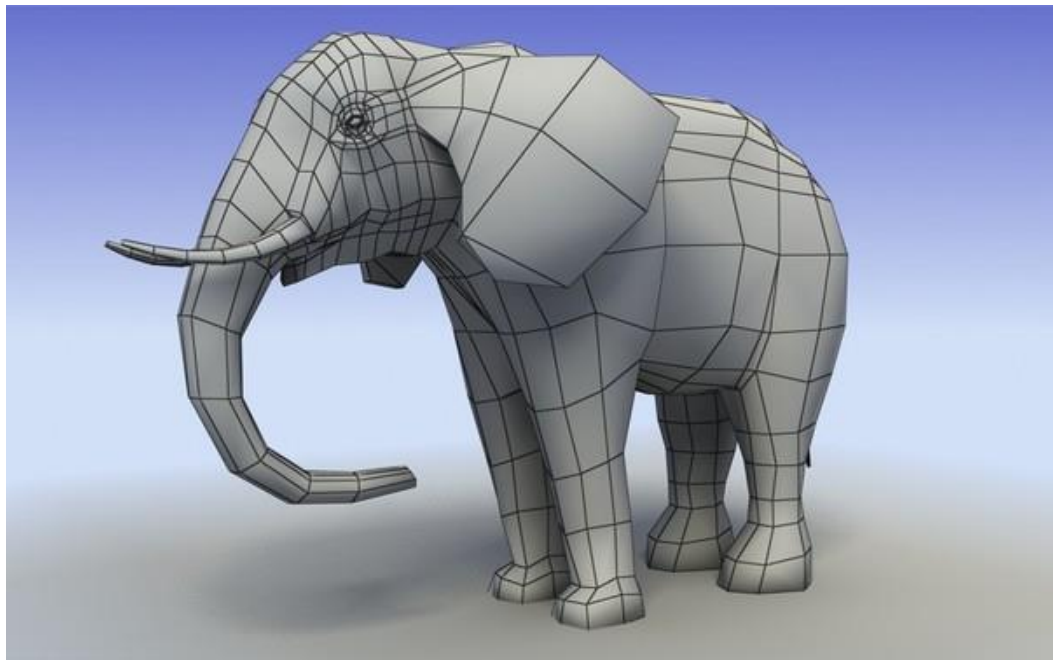


Рисунок 1.4 – Приклад полігональної сітки створеного об'єкта

Сплайн-моделювання - це вид 3D-моделювання, при якому модель створюється за допомогою сплайнів (сплайн - від англ. Spline - гнучкий візерунок, в 3D - це тривимірна крива). Сплайн визначається набором тривимірних контрольних точок у просторі, які визначають плавність кривої. Усі сплайни зведені до сплайн-каркасу, на основі якого створена оригінальна 3D геометрична поверхня. Сплайнове моделювання — це метод тривимірного моделювання, який використовує сплайни для створення моделей. У цьому методі крива визначається набором тривимірних контрольних точок, які визначають плавність кривої. Кожен сплайн має рамку, яка створює замкнуту тривимірну геометричну поверхню [12].

Крім того, в моделюванні сплайна використовуються примітиви сплайнів (рисунок 1.5).

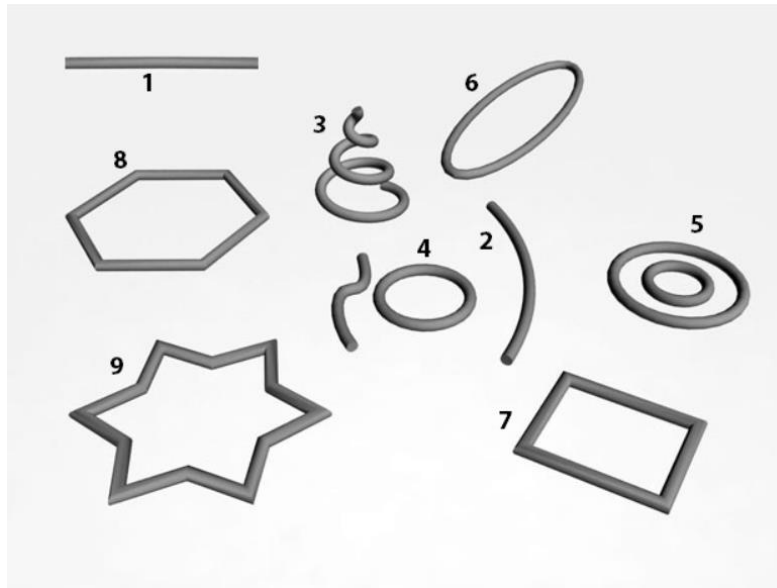


Рисунок 1.5 – Приклад сплайнового моделювання

Моделювання NURBS або техніка нерівномірних раціональних B-сплайнів — це техніка, яка створює гладкі форми та моделі без гострих країв, наприклад полігональні моделі [13]. У цьому моделюванні використовуються два типи кривих NURBS: P (точкові) криві та CV (контрольні вершини) [14]. Точкові криві контролюються вершинами, які лежать безпосередньо на лінії або на самому об'єкті, тоді як криві контрольних вершин контролюються точками, які лежать поза межами лінії або об'єкта [15] (рис 1.6).

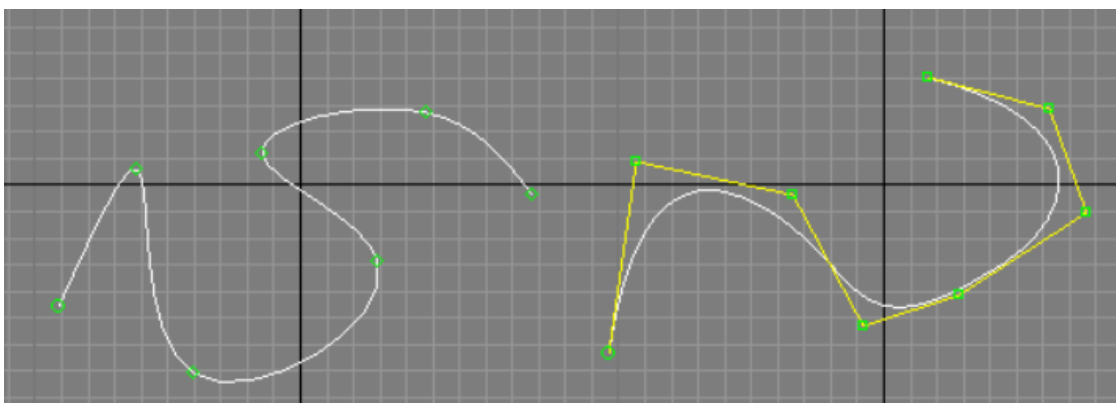


Рисунок 1.6 – Приклад NURBS моделювання

Після аналізу методів моделювання, було обрано полігональний метод моделювання. Основна перевага даного типу моделювання – широка підтримка в різних програмах та ігрових рушіях. Також потрібно врахувати те, що більшість

програм для 3D моделювання надають інструменти для створення полігональних моделей. Крім того, полігональне моделювання дозволяє легко здійснювати анімацію об'єктів та взаємодію.

1.5 Вибір засобів реалізації моделей

Існує достатня кількість додатків для реалізації 3D моделей. Серед цих редакторів та ігрових рушіїв мною були обрані ті, які своєю функціональністю задовільняють мої потреби при реалізації проекту. Серед ігрових рушіїв для аналізу було обрано два додатки: Unreal Engine 4 та Unity.

1.5.1 Unreal Engine 4 [16]

З роками Unreal Engine розвивався і тепер він став більш дружнім до розробників-одинаків та студій інди-ігор. Він має потужний набір інструментів, який дозволяє створювати 3D-ігри з одним з найкращих рушіїв для реалістичного вигляду, але при цьому користувач може використовувати моделі, які відповідають художньому баченню, наприклад, стилізовані ігри.

В якості прикладу, як невеликі студії можуть створити хорошу гру в Unreal, потрібно звернути увагу на Hellblade: Senua's Sacrifice (відеогра від студії Ninja Theory, видана в 2017 році для платформ PC та консолей Xbox та PlayStation). Також ігровий рушій за підтримки компанії Epic Games має магазин ресурсів, де користувач може придбати моделі або інструменти, які допоможуть йому швидко побудувати або створити прототип будь-якого додатку, а також він має систему креслень, яка дозволяє запрограмувати логіку гри, не знаючи, як писати на C++. Рушій також працює на безлічі платформ, включаючи мобільні.

1.5.2 Unity [17]

Unity - це неймовірно потужна та інтуїтивно зрозуміла платформа для розробки ігор, яка дозволяє користувачам створювати високоякісні ігри з ефектом присутності за лічені секунди. Платформа пропонує широкий спектр можливостей,

таких як пакети ресурсів та потужна мова сценаріїв, які допомагають розробникам швидко створювати захопливі ігри. Крім того, спільнота Unity є неймовірно активною та корисною, пропонуючи користувачам доступ до навчальних посібників, порад та корисних ресурсів.

Для більш детального аналізу було складено таблицю порівняння характеристик ігрових рушіїв (табл 1.2).

Таблиця 1.2 – Порівняння характеристик ігрових рушіїв

Критерії оцінювання	Ігрові рушії	
	Unreal Engine 4	Unity
Підтримка	Створений компанією Epic Games	Створений компанією Unity Technologies
Рік релізу	2014 рік	2005 рік
Мова програмування	C++ та JavaScript	C#
Варіанти використання	Для ігрових додатків високої якості, мобільних та консольних ігор	Для розробки ігрових додатків з використання web – плагінів. Також є можливість створювати мобільні та консольні додатки.
Особливості	Надійний фреймворк для мультиплеєру, VFX & Particle Simulation, редактор гнучких матеріалів, інструменти для анімації, Blueprint	Інструменти для 2D проєктів, платформа для створення анімації, інструменти для обробки аудіо. Створення знімків.

Для створення високоякісних проектів потрібно використовувати додатки для 3D моделювання. Кожна модель перед розміщенням в додатку повинна відповідати чіткій якості відображення. Тому для більш детальної реалізації проекту було обрано наступні додатки для 3D моделювання: Blender 3D, 3ds Max, Cinema 4D [18].

1.5.3 Blender 3D [19]

Blender є безкоштовним додатком з відкритим вихідним кодом, що є чудовою історією про Попелюшку для малого бізнесу. Незважаючи на те, що Blender має відкритий вихідний код і є безкоштовним, він є потужним 3D-програмним забезпеченням, що слугує для створення анімаційних фільмів, візуальних ефектів, мистецтва, 3D-друкованих моделей, графіки руху, інтерактивних 3D-додатків та комп'ютерних ігор.

1.5.4 3ds Max [20]

3ds Max - це програмне забезпечення для моделювання, за допомогою якого користувач може отримати більш реалістичні зображення порівняно з іншими програмами. Хоча процес створення моделі досить складний у порівнянні зі скетч-апом, але це повністю виправдовує витрачені ресурси для досягнення кінцевого результату.

1.5.5 Cinema 4D [21]

Коли справа доходить до моушн-дизайну, Cinema4D легко входить до числа найкращих платформ для створення 3D-моделей та рендерингу. Там, де інші інструменти процвітають завдяки ідеальній візуалізації фізичного рендерингу, C4D здіймається над рештою інструментів для графіки руху. Легкість переходу до моделювання, ефективність інтерфейсу, простота рендерингу динамічних симуляцій - все це сприяє загальному чудовому досвіду роботи в 3D-програмі [16].

Для більш детального порівняння складена таблиця характеристик додатків для 3D моделювання (табл. 1.3).

Проаналізувавши ігрові рушії та додатки для 3D моделювання, було вирішено обрати наступні інструменти для реалізації проекту – Unreal Engine 4 та

Blender 3D. При використанні цих двох додатків є можливість виконувати наступні операції:

Таблиця 1.3 – Порівняння додатків для 3D моделювання

Критерії оцінювання	Додатки для 3D моделювання		
	Blender	3ds Max	Cinema 4D
Ліцензія	GPLv2+	Autodesk	Maxon
Рік випуску	1998	1990	1990
Підтримка рендеру	+	+	+
Рівень входу	Професійний	Початковий	Початковий
Платформа	Windows, MacOS	Windows, MacOS	Windows, MacOS
Формати файлів	3ds, dar, fbx, dxf, obj, lwo, svg, ply	3ds, dar, fbx, dxf, obj	dxf, obj, lwo, svg, ply
Доступність	Безкоштовний	Платний	Платний

– **Імпорт активів (Importing Assets).** Використання Blender-а з Unreal Engine 4 може стати чудовим способом створення унікальних 3D-активів для будь-якого проекту. Робочий процес моделювання дозволяє легко імпортувати моделі з Blender-а до UE4, де ними можна маніпулювати та анімувати у самому рушії. Важливо переконатися, що модель правильно експортована з Blender-а перед імпортом в UE4, оскільки саме це забезпечить плавні анімаційні переходи під час анімації в рушії. Анімації, створені у Blender-і, також потрібно правильно експортувати, щоб їх можна було використовувати в UE4. Після успішного імпорту вашого 3D-активу до UE4 користувачу надається можливість анімувати його за допомогою інструментів робочого процесу анімації.

– **Створення матеріалів.** Після того, як 3D модель імпортована в Unreal Engine 4, наступним кроком буде створення матеріалів для неї. Матеріали - це чудовий спосіб зробити моделі більш реалістичними, додати їм текстури та

кольору. Для цього потрібно використати накладання текстур у Blender'і. Також можна обирати різні типи шейдерів, які створюють різні ефекти на поверхнях 3D-моделі, наприклад, відблиски металу, які зроблять її блискучою. Завдяки поєднанню ефектів накладання текстур і шейдерів можна взяти будь-який простий 3D-актив і перетворити його на високоякісну текстуру.

2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ 3D МОДЕЛІ

2.1 Структурно-функціональне моделювання

Для реалізації поставлених задач перш за все необхідно розробити контекстну діаграму [22]. Діаграма надає детальний опис тверджень, за якими можна отримати загальний опис проекту «Візуалізація 3D моделі будинку з інтер'єром».

Перш за все необхідно визначити вхідні дані, вихідні дані, методи управління та механізми:

- Вхідні дані: мета реалізації додатку.
- Вихідні дані: створена модель будинку та візуалізована та інтерактивна модель.
- Механізми: апаратне забезпечення, студент-виконавець, програмне забезпечення.
- Управління: методологія створення додатку за допомогою UE 4 та Blender, ТЗ, Бібліотека безкоштовних 3D моделей.

Діаграма представлена на рисунку 2.4.

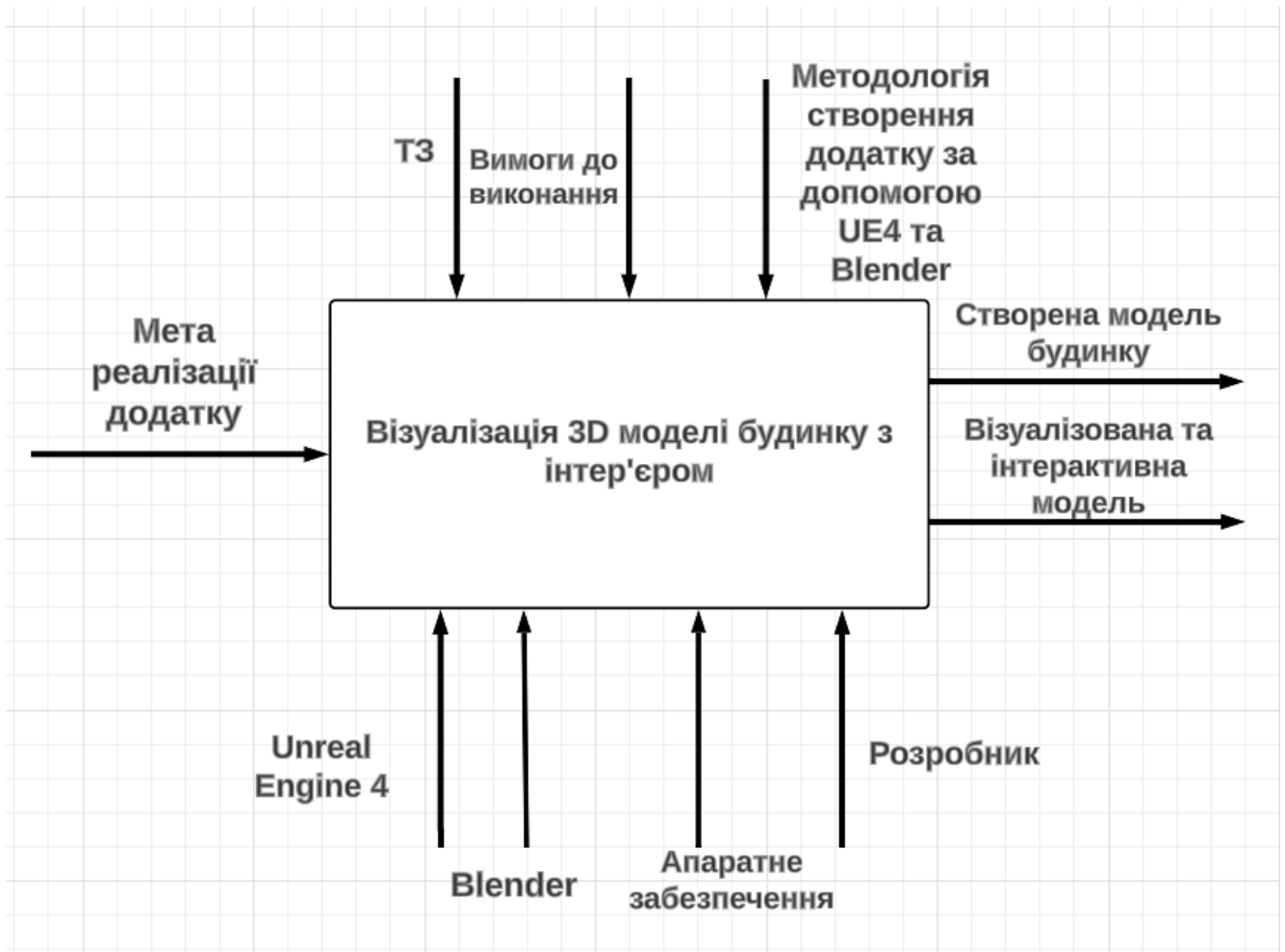


Рисунок 2.4. – Контекстна діаграма «Візуалізація 3D моделі будинку з інтер'єром»

Після створення контекстної діаграми потрібно виконати операцію декомпозиції. Декомпозиція виконується у рамках послідовності процесів, на основі методології IDEF0. На рисунку 2.5 представлено діаграму декомпозиції блоку «Моделювання дизайну будинку».

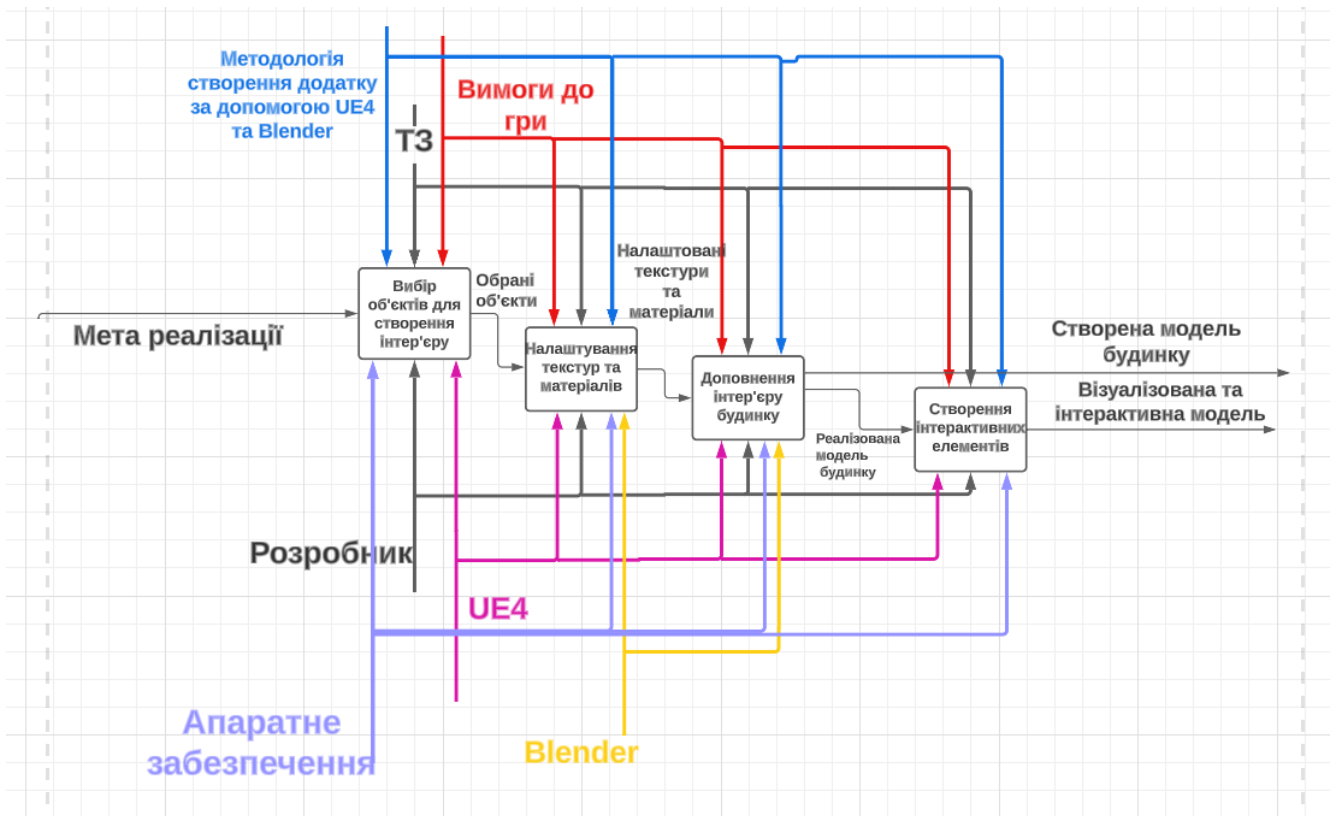


Рисунок 2.5 - Діаграма декомпозиції блоку «Моделювання дизайну будинку»

Діаграма варіантів використання дає чітке розуміння користувачу про надані функції та рівень доступу до них. На рисунку 2.6. подано діаграму варіантів використання додатку. Під час розробки було визначено актора – користувач.

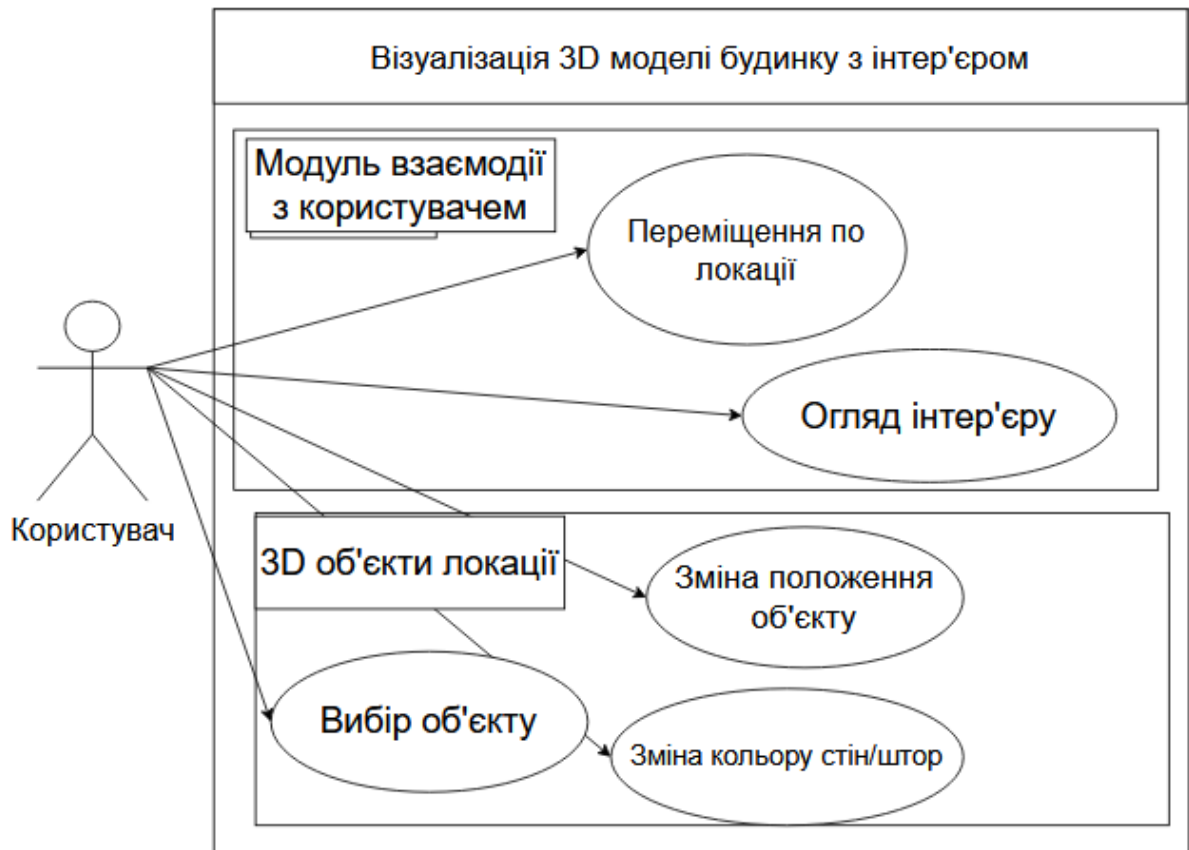


Рисунок 2.6 – Діаграма варіантів використання

Також для більш детального аналізу було побудовано діаграму Ганта та проведено оцінку ризиків. Повна інформація наведена в додатку Б.

3 МОДЕЛЮВАННЯ ЛОКАЦІЇ

3.1 Основна робота та структура роботи

Перш ніж розпочати реалізацію локації, необхідно визначити тип моделювання для елементів для доповнення декору. Після детального аналізу було обрано полігональний тип моделювання, головна перевага якого полягає в широкому застосуванні, та використання в графіці та 3D моделюванні. Кінцевий результат дає максимально реалістичний вигляд, та легко піддається оптимізації шляхом зменшення кількості полігонів. Завдяки деталізованій структурі, полігональні моделі здатні відтворювати різні поверхні та текстури.

При детальному аналізі етапів створення на першому місці буде створення 3D моделі будинку. Друге місце займає етап наповнення будинку 3D елементами для майбутньої взаємодії. Третє місце – створення ландшафту та наповнення рослинами. Четвертий етап і найголовніший – створення blueprint-елементів для інтерактивності та зміни дизайну як окремих кімнат, так і всього будинку. На рисунку 3.1 представлено схему етапів виконання моделювання локації.

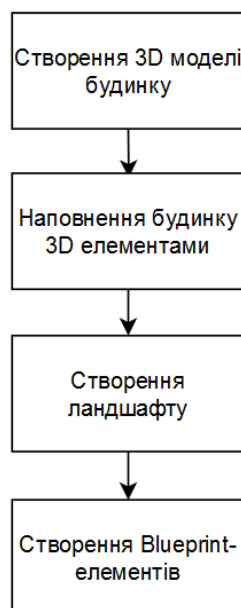


Рисунок 3.1 – Схема етапів виконання моделювання локації

3.2 Моделювання будинку

Реалізація будинку відбувалася за допомогою послідовного моделювання з використанням всіх можливостей ігрового рушія Unreal Engine 4. Для створення будинку використовувалися елементи архітектури, які були додані автоматично при створенні нового проекту. Для початку було створено підлогу за допомогою Static Mesh «Floor_400x400». Поверх підлоги для першого поверху за допомогою клавіші Alt було виконано дублювання підлоги для другого поверху. На рисунку 3.2 представлено результат створення підлоги для двох поверхів.

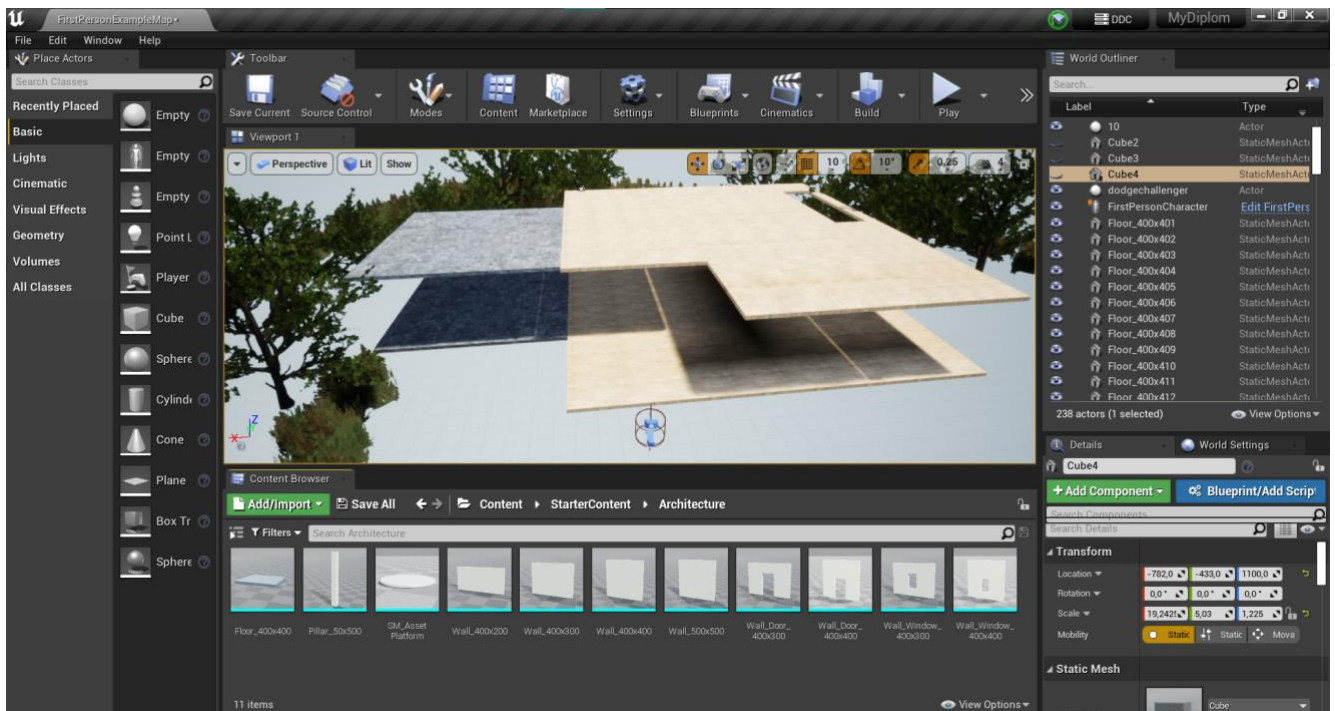


Рисунок 3.2 – Результат створення підлоги для поверхів

Далі потрібно створити каркас для стін для поверхів. Для цього використовуємо Static Mesh «Pillar_50x500» та за допомогою інструменту «Transform» змінюємо розмір фігури, для того щоб підлаштувати під модель будинку. Матеріали текстур застосовувались для зафарбовування елементів каркасу. На рисунку 3.3 зображено вигляд будинку з додаванням каркасу та даху.

Матеріали «M_Rock_Basalt», «T_Wood_Pine_Mat» були використані в якості текстур. Налаштування текстур представлено на рисунках 3.4 - 3.5.

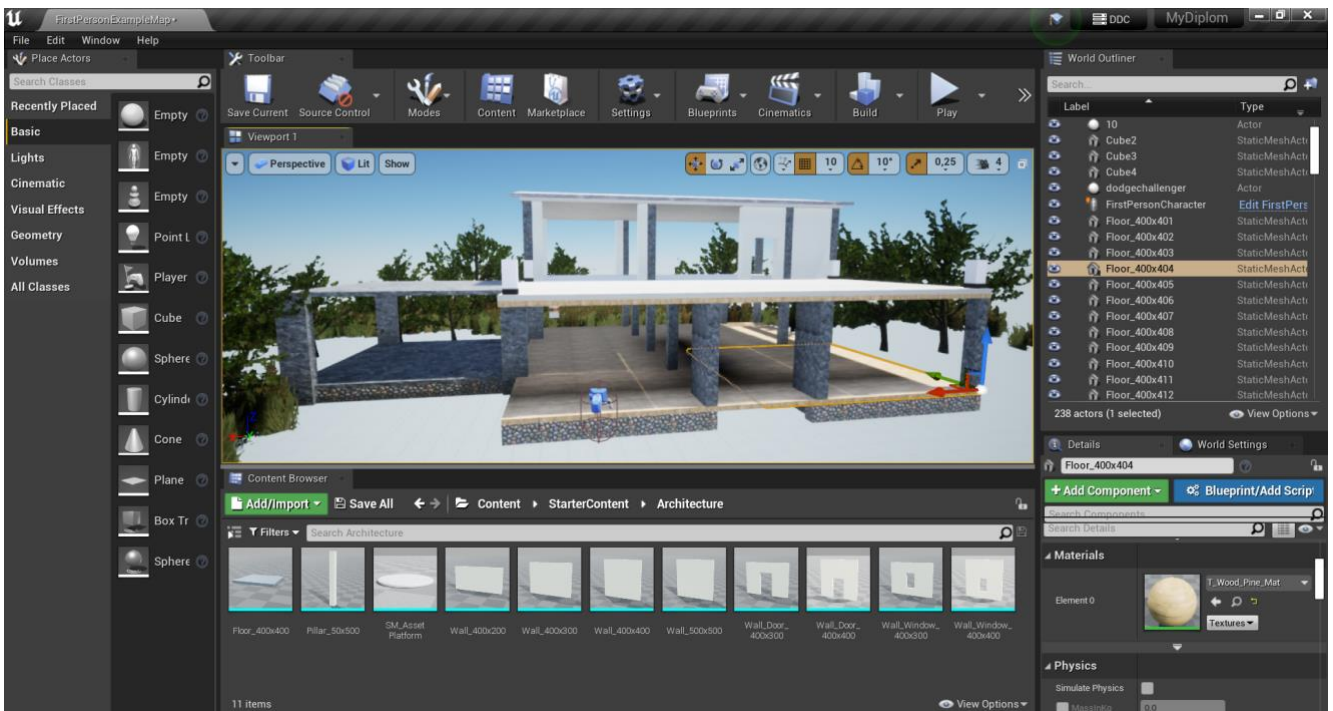


Рисунок 3.3 – Вигляд будинку з додаванням каркасу та даху

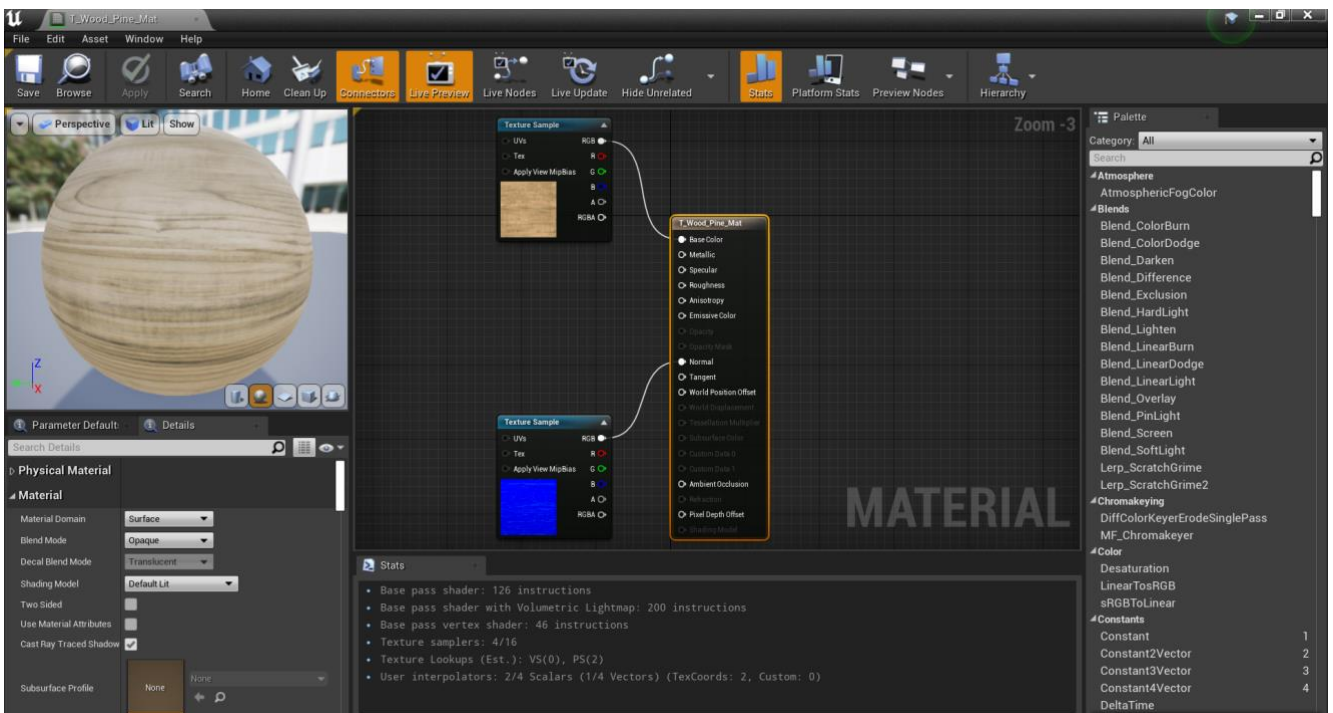


Рисунок 3.4 – Налаштування текстури «T_Wood_Pine_Mat»

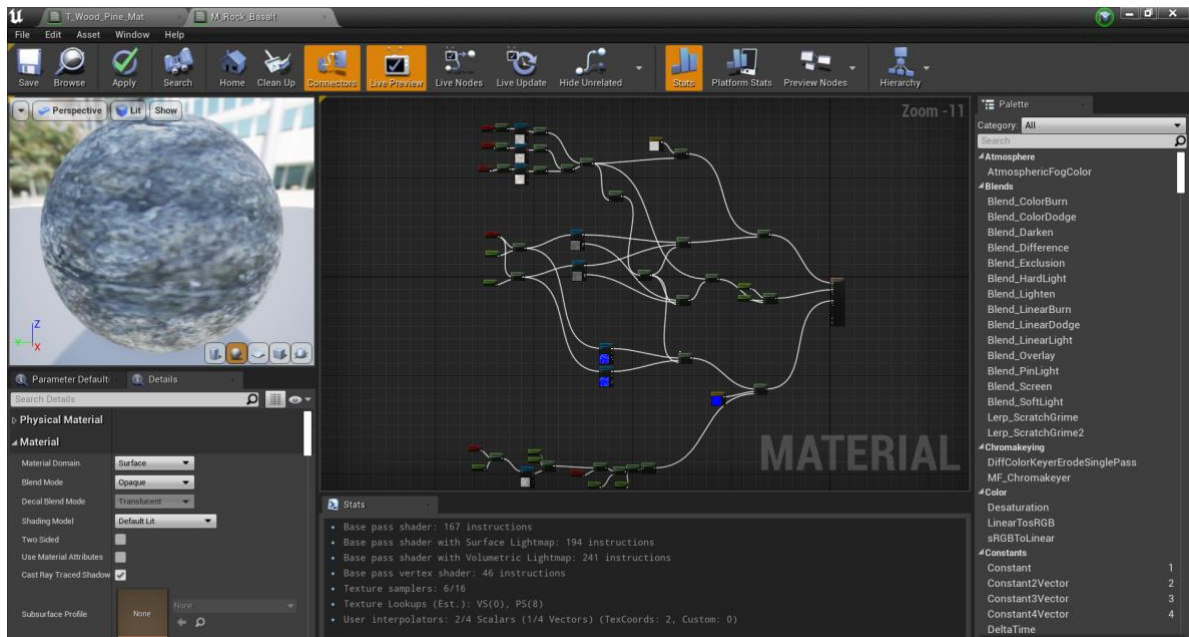


Рисунок 3.5 – Налаштування текстури «M_Rock_Basalt»

Після цього необхідно створити вікна, та балкон. Для цього було використано Static Mesh «Shape_Cylinder», «Shape Sphere», «SM_Door_Frame» та «SM_GlassWindow». Після розміщення елементів результат представлений на рисунку 3.6.

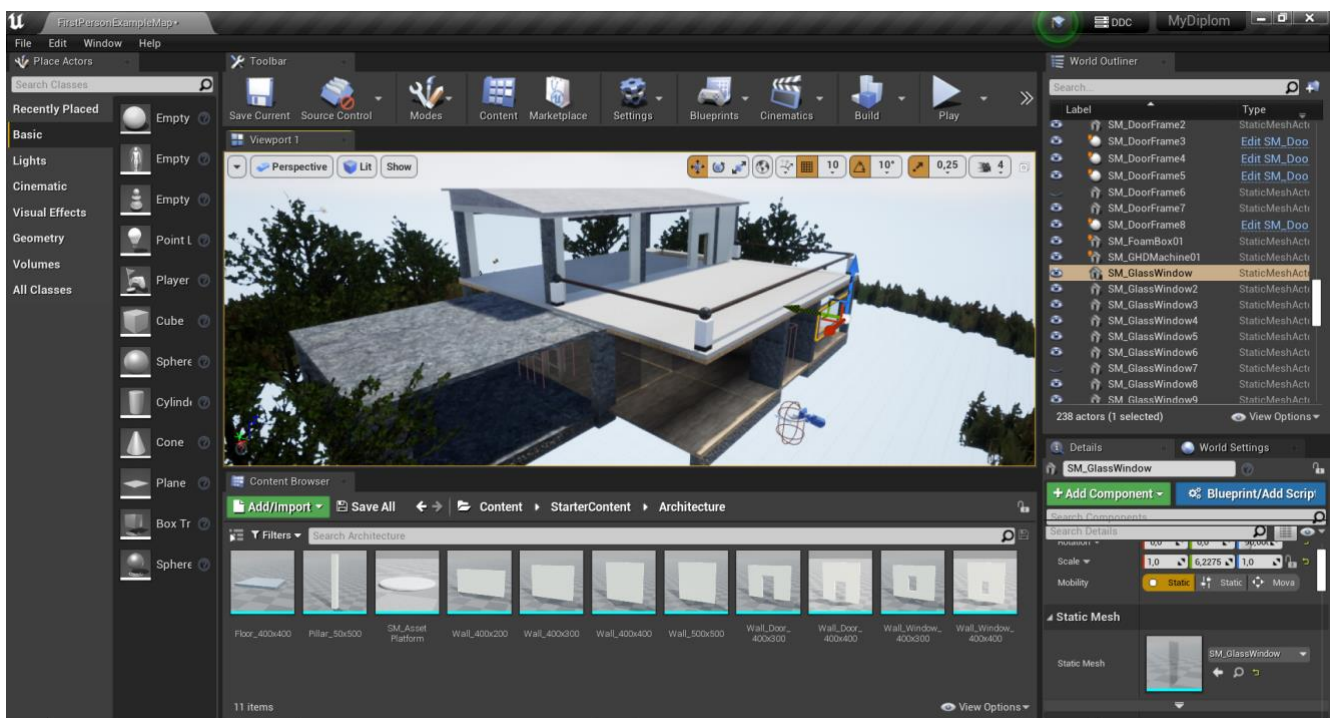


Рисунок 3.6 – Результат створення балкону та вікон

Після цього необхідно за допомогою Static Mesh «Wall_400x500» необхідно створити стіни для будинку. В якості текстури буде використовуватися «M_Basic_Wall». Результат розміщення стін представлено на рисунку 3.7.

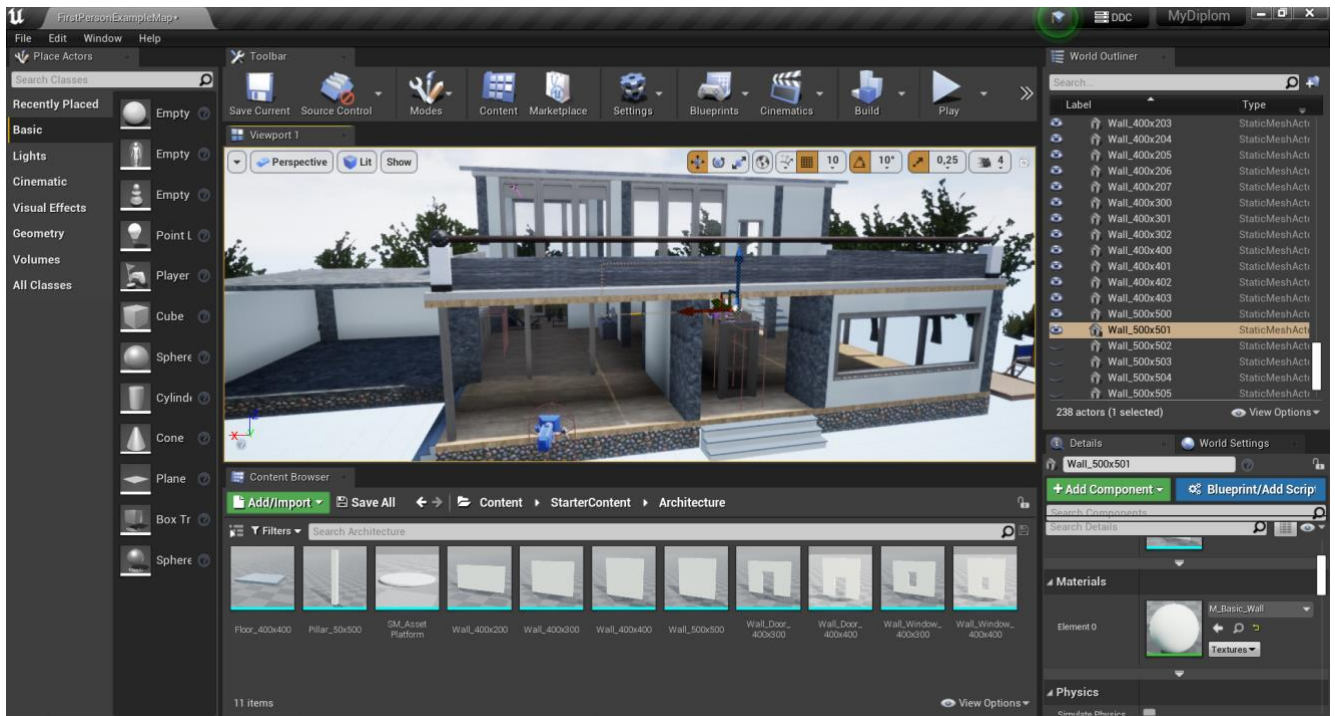


Рисунок 3.7 – Результат розміщення стін

3.3 Наповнення будинку 3D елементами

Після того, як основна модель будинку готова, необхідно додати 3D об'єкти для інтер'єру. Щоб зберегти час та ресурси, було прийнято рішення використати безкоштовні текстур паки в бібліотеці Unreal Engine. Текстур паки «TM_BackYard_1», «TMEntertainmentPack1» та «TMSportsEquipmentPack2» були використані в якості наповнення кімнат 3D об'єктами. На рисунках 3.8 – 3.12 представлено вигляд кімнат всередині будинку з наповненням 3D об'єктів.

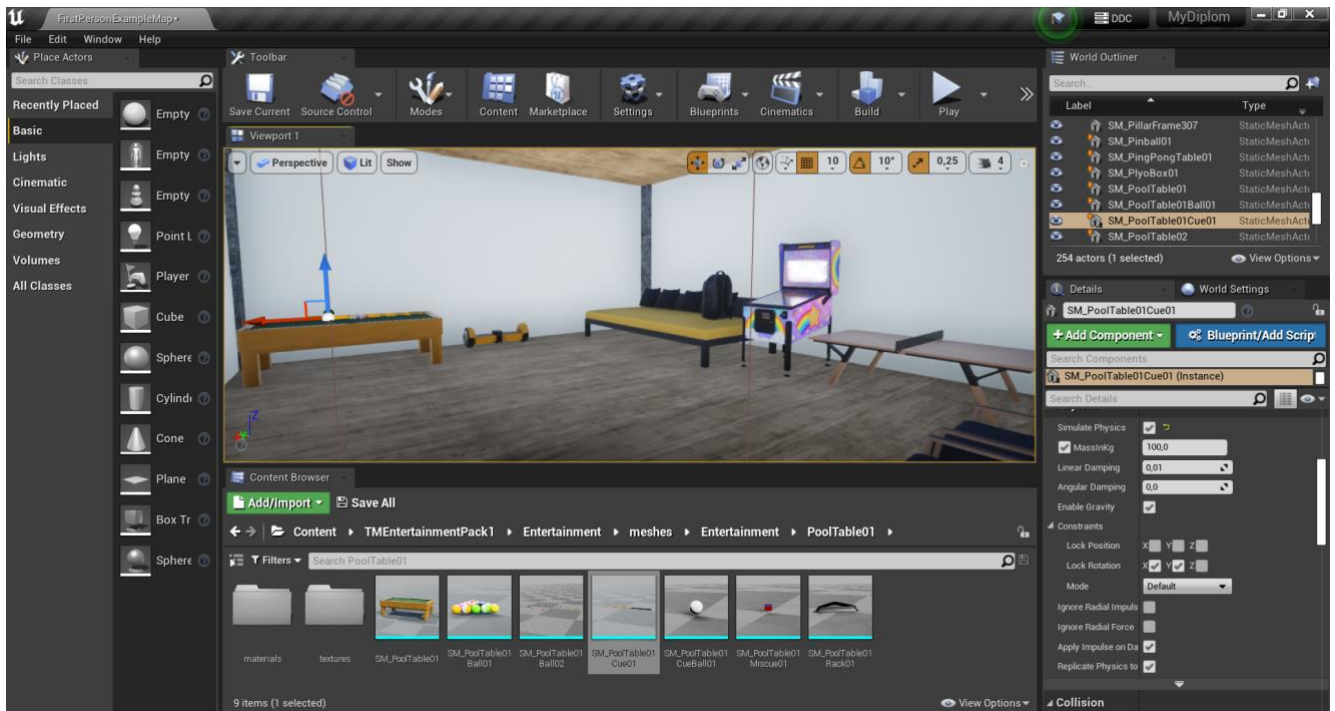


Рисунок 3.8 – Видяд розважальної кімнати

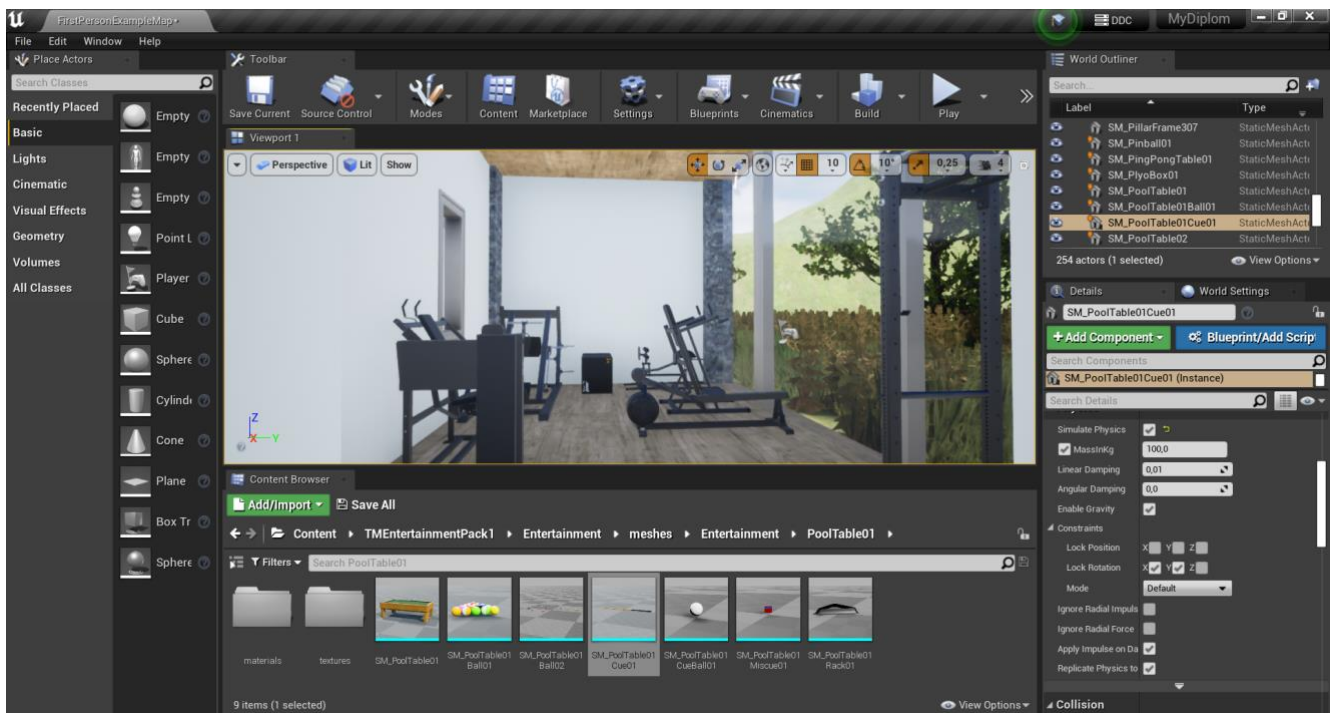


Рисунок 3.9 – Видяд спортивного залу

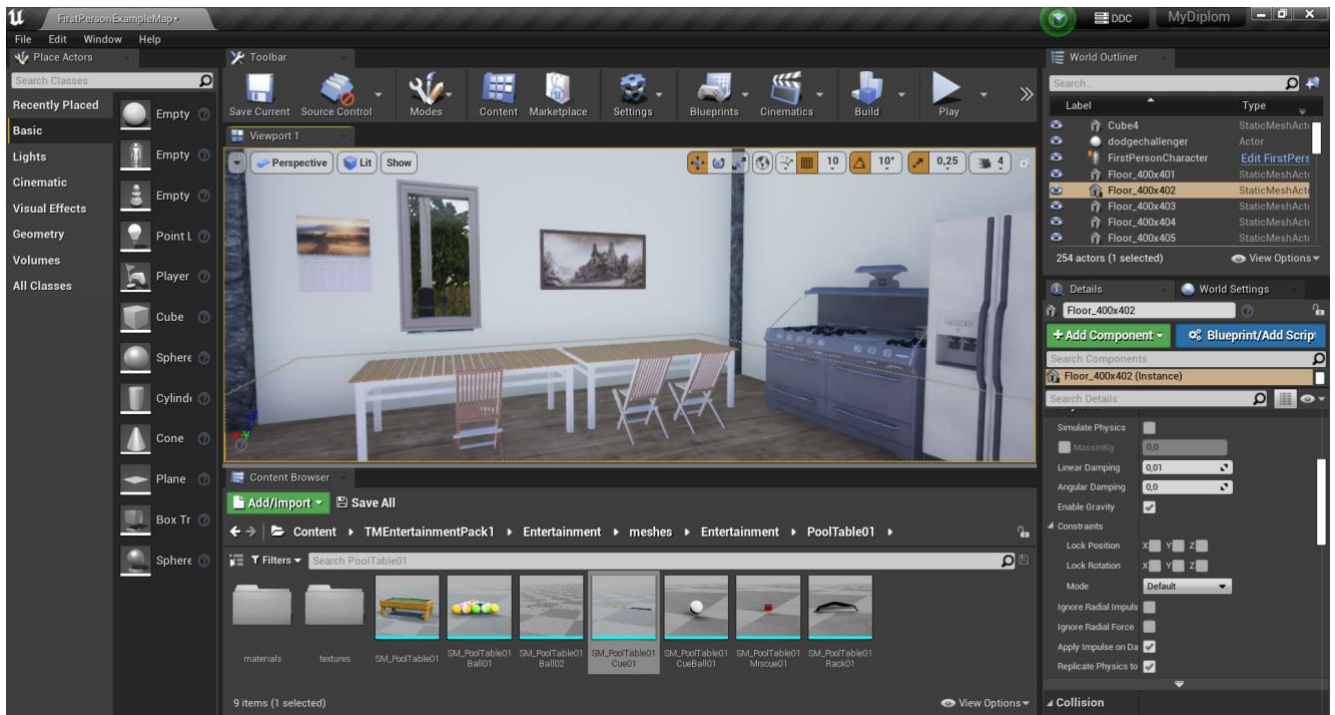


Рисунок 3.10 – Вигляд кухні

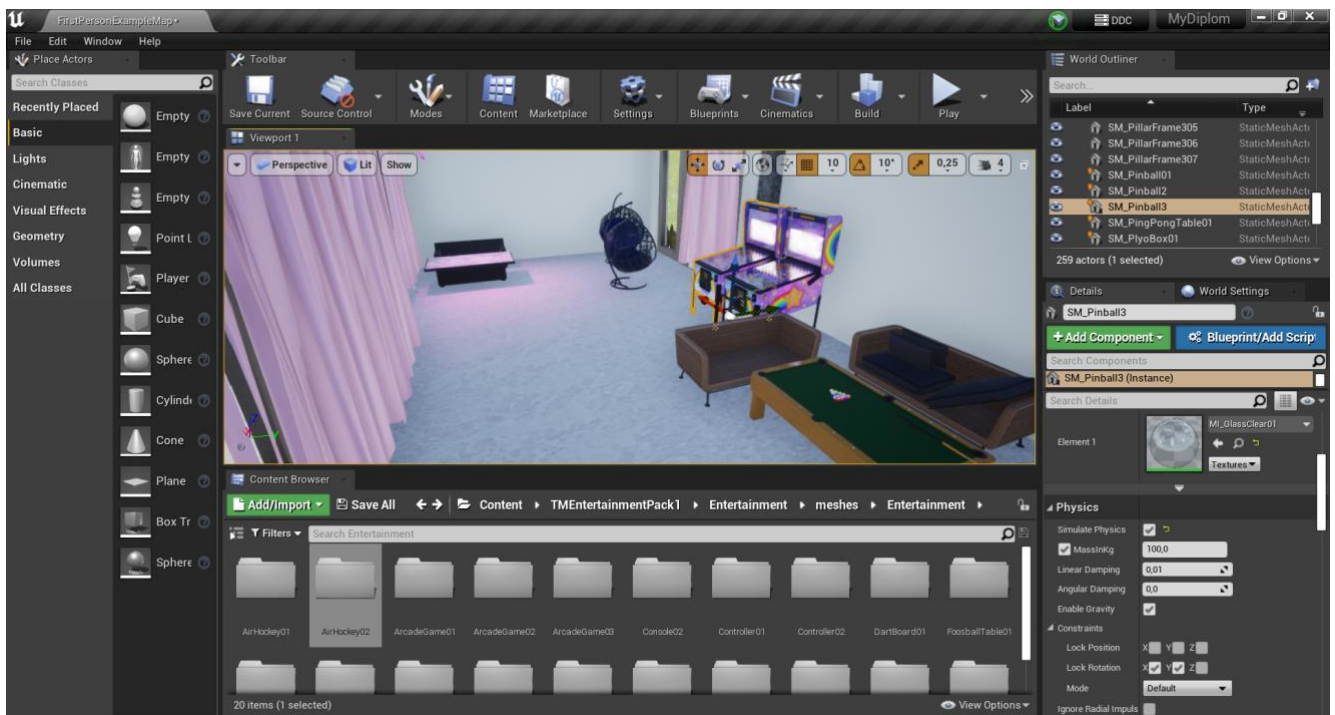


Рисунок 3.11 – Вигляд кімнати другого поверху

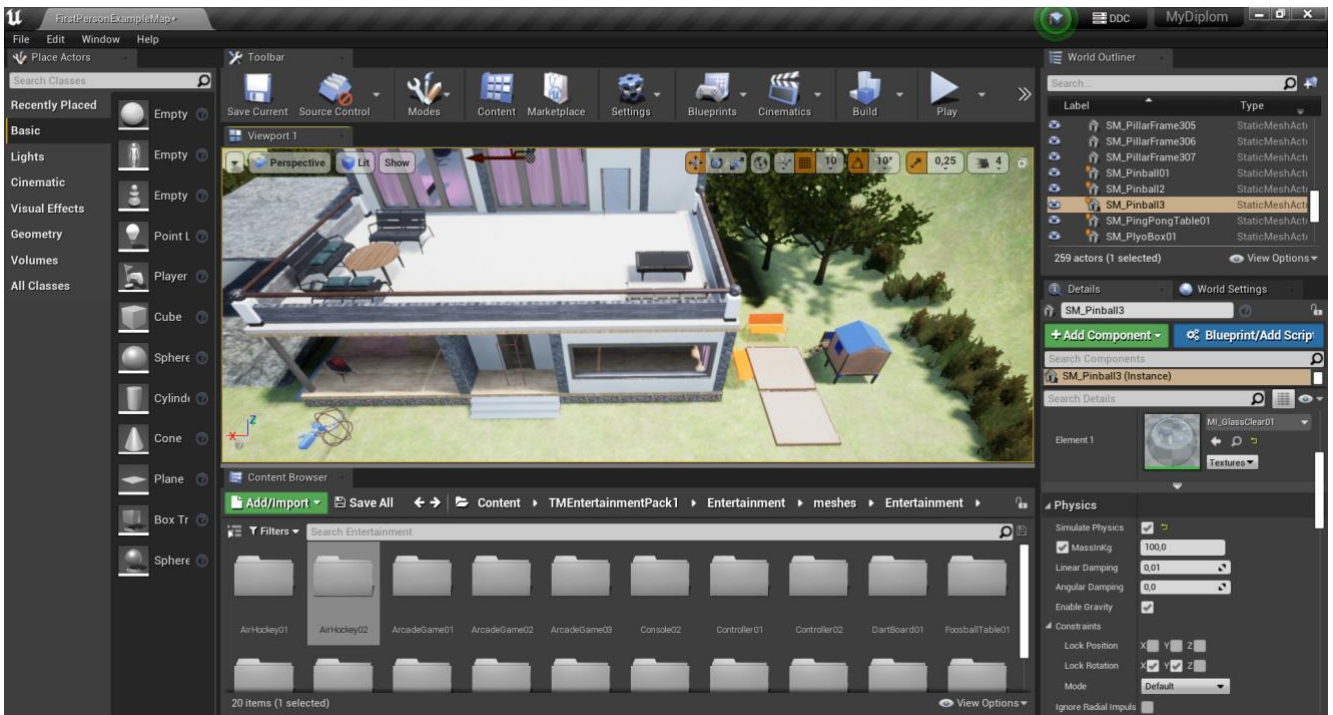
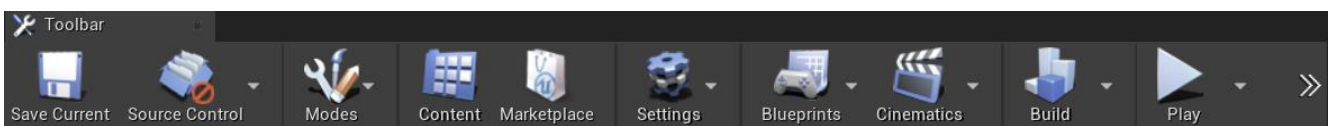


Рисунок 3.12 – Вигляд балкону та дитячого майданчику

3.4 Створення ландшафту

Після того, як будинок змодельовано, необхідно створити ландшафт, та розмістити рослини навколо будинку. Для цього на панелі Toolbar (рис.3.13) необхідно з панелі створення «Modes» перейти в режим «LandScape».



Рисунку 3.13 – Панель «Toolbar»

Після цього за допомогою інструментів «Sculpt», «Paint» та «Manage» можна маніпулювати створеним ландшафтом. Приклад маніпуляції ландшафтом зображено на рисунку 3.14.

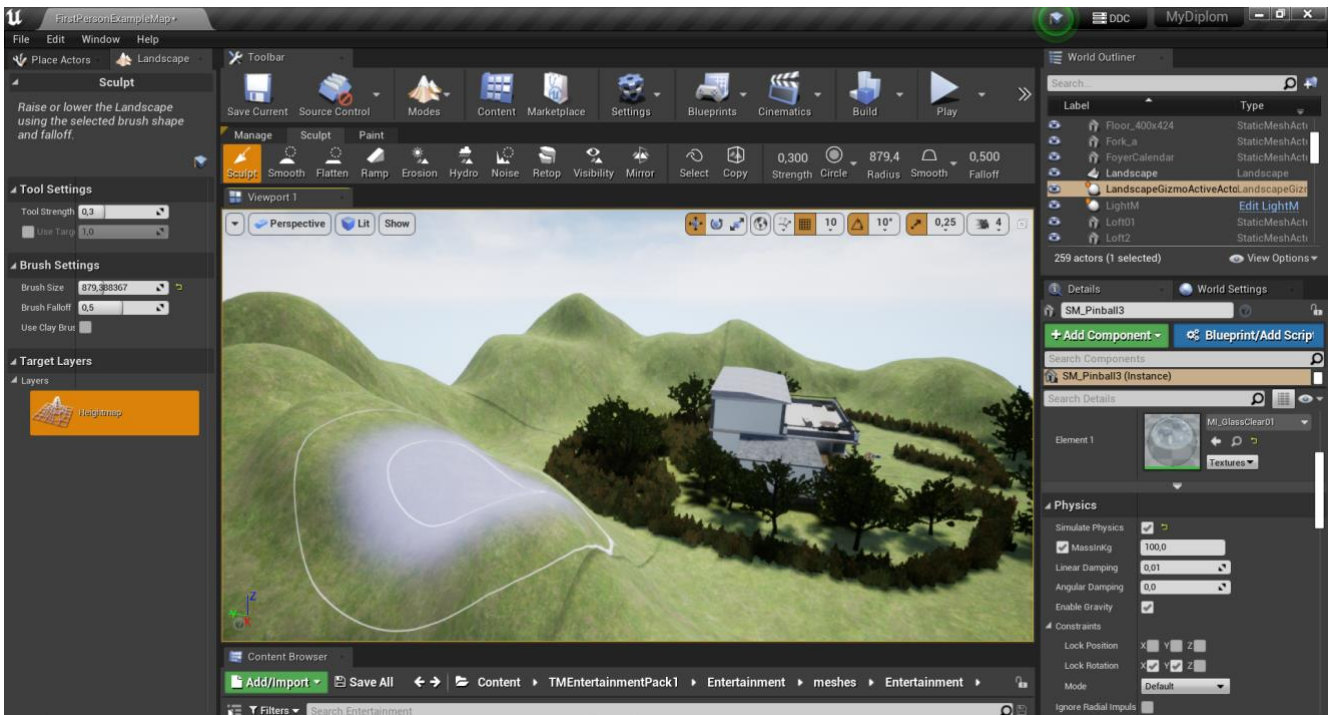


Рисунок 3.14 – Приклад використання інструментів для зміни ландшафту

Наступним етапом буде розміщення рослин та дерев на ландшафті за допомогою інструменту на панелі Toolbar «Foliage». Для цього необхідно використовувати елементи Foliage_Type. На рисунку 3.15 зображено вигляд панелі Foliage з доданими елементами для наповнення локації рослинністю.

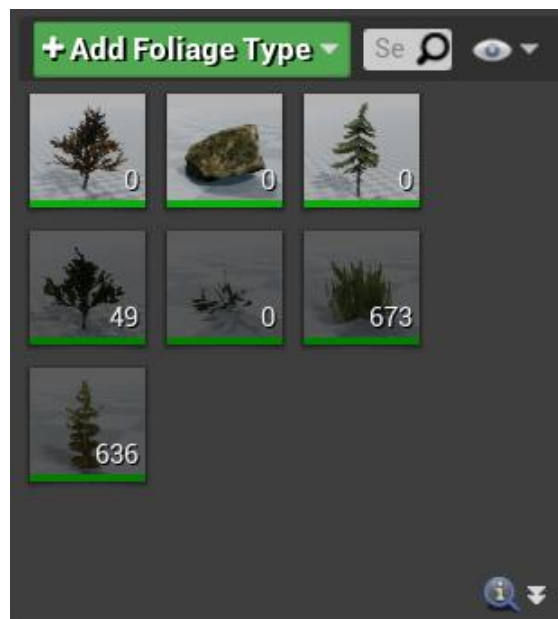


Рисунок 3.15 – Вигляд панелі Foliage

Також за допомогою додатку Blender 3D було створено штори для оформлення будинку. Створення відбувалося в режимі скульптингу, з використання Static Mesh «Cube». На рисунку 3.16 представлено результат виконання роботи в додатку Blender 3D.

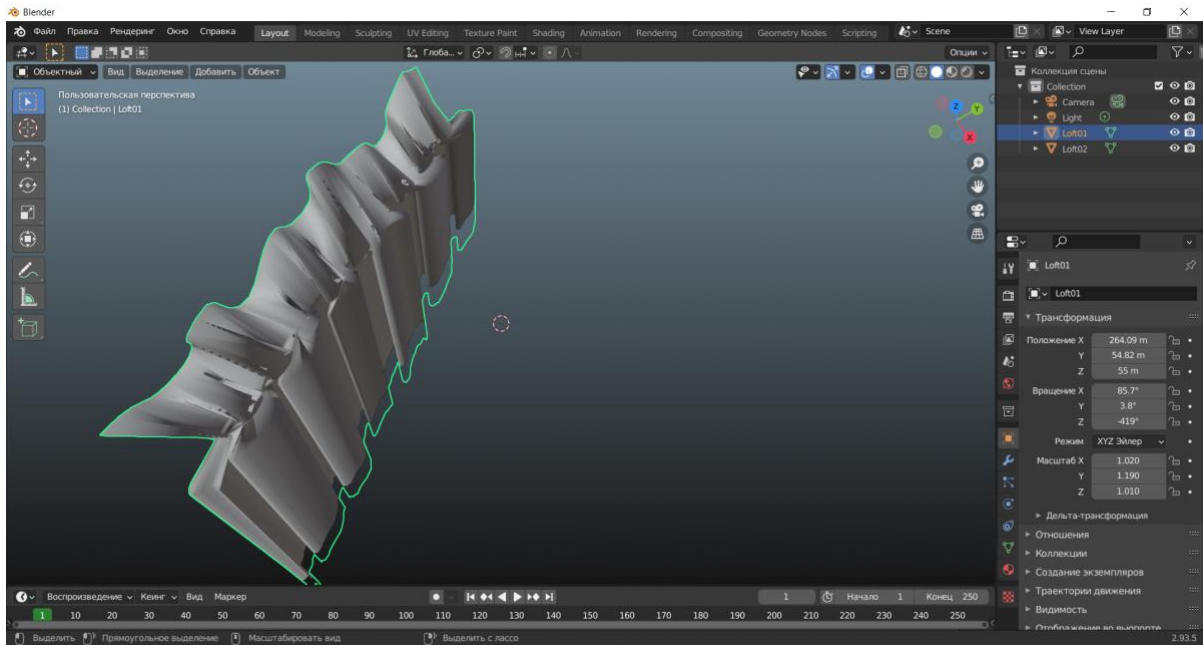


Рисунок 3.16 – Результат створення штори в додатку Blender 3D

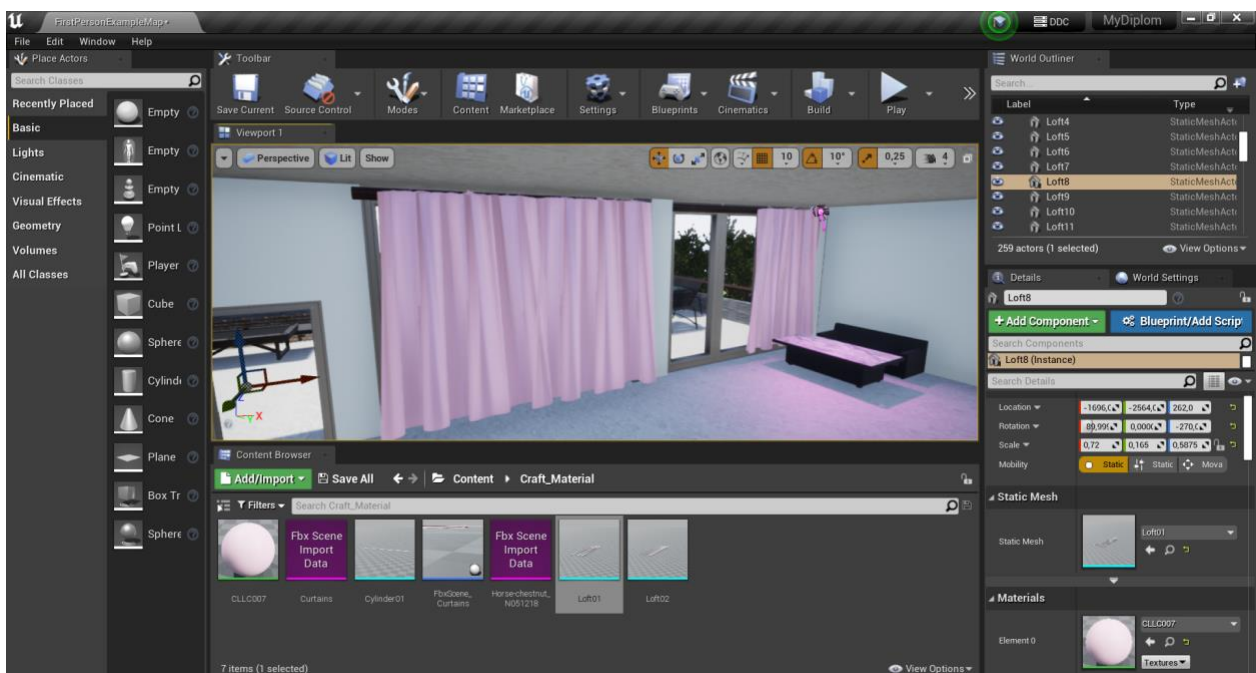


Рисунок 3.17 – Вигляд створених матеріалів на локації

3.5 Створення Blueprint-елементів для інтерактивності

Елементи Blueprint є важливою складовою частиною системи Unreal Engine, що дозволяють розробникам створювати та редагувати графічні об'єкти та поведінку у грі без необхідності писати традиційний програмний код. Вони забезпечують візуальне програмування, де логіка реалізується за допомогою вузлів і зв'язків між ними. Замість того, щоб писати послідовність команд у програмній мові, розробник може створити блок-схему, де вузли представляють окремі дії і зв'язки визначають порядок виконання цих дій [23].

Елементи Blueprint пропонують розширені можливості програмування, що дозволяють взаємодіяти з різними функціями та системами Unreal Engine. Розробники можуть створювати нові об'єкти, встановлювати їхні властивості, змінювати поведінку та реагувати на події гри. За допомогою елементів Blueprint можна легко створювати інтерактивні об'єкти, управляти анімацією персонажів, налаштовувати фізичну взаємодію об'єктів та багато іншого.

Однією з ключових переваг елементів Blueprint є їхня сумісність з різними системами та функціями Unreal Engine. Розробники можуть використовувати елементи Blueprint разом з іншими компонентами, такими як графічний двигун, фізичний рух, штучний інтелект, система звукового супроводу тощо. Це дозволяє створювати складні ігрові об'єкти та сценарії без необхідності писати код на низькорівневому рівні [24].

Крім того, елементи Blueprint підтримують успадкування та повторне використання. Розробники можуть створювати повторно використовувані елементи Blueprint, які успадковують функціональність та властивості від інших елементів. Це спрощує процес створення нових об'єктів, оскільки розробник може використовувати вже існуючі елементи з певними налаштуваннями та логікою, що зберігається у успадкованому елементі. Це дозволяє забезпечити однорідність та консистентність в розробці гри, а також прискорює процес розробки.

Елементи Blueprint також забезпечують візуальну зрозумілість та доступність для розробників, які не мають глибоких знань програмування. Вони надають інтуїтивний інтерфейс та графічну представленість логіки, що дозволяє розробникам швидше розуміти та відлагоджувати функціональність своїх об'єктів.

Для створення інтерактивності з локацією будинку та ландшафту необхідно створити наступні Blueprint-елементи:

- перенесення елементів декору та меблів всередині будинку. Це допоможе поглянути на дизайн інтер'єру будинку з втіленням ідей користувача додатку;
- створення скрипту зміни кольору стін та штор. Це дозволить створити різні комбінації вигляду будинку, відповідно до потреб користувача та дизайну;
- створення анімацій відкриття дверей всередині будинку;
- створення скрипту вмикання/вимикання світла.

3.3.1 Створення скрипту перенесення меблів та елементів декору

Перш ніж розпочати створення, необхідно підготувати меблі та елементи декору до взаємодії. Для цього необхідно кожному елементу додати фізику. На прикладі елемента «SM_BackyardSofa_1» буде продемонстровано надання фізичних властивостей. Для початку треба обрати Static Mesh «SM_BackyardSofa_1». Якщо обрати Blueprint-елемент то система не надасть можливості створення фізичного об'єкту. Після того як Static Mesh був обраний та розміщений на локації, необхідно перейти в вкладку «Details» та натиснути на пункт «Physics». Далі нам потрібно поставити наступні налаштування:

- Simulate Physics – True;
- MassInKg – True та поставити значення ваги 25;
- Enable Gravity – True;
- Lock Rotation – X True, Y True.

На рисунку 3.18 представлено повну інформацію про налаштування фізики для Static Mesh «SM_BackyardSofa_1».

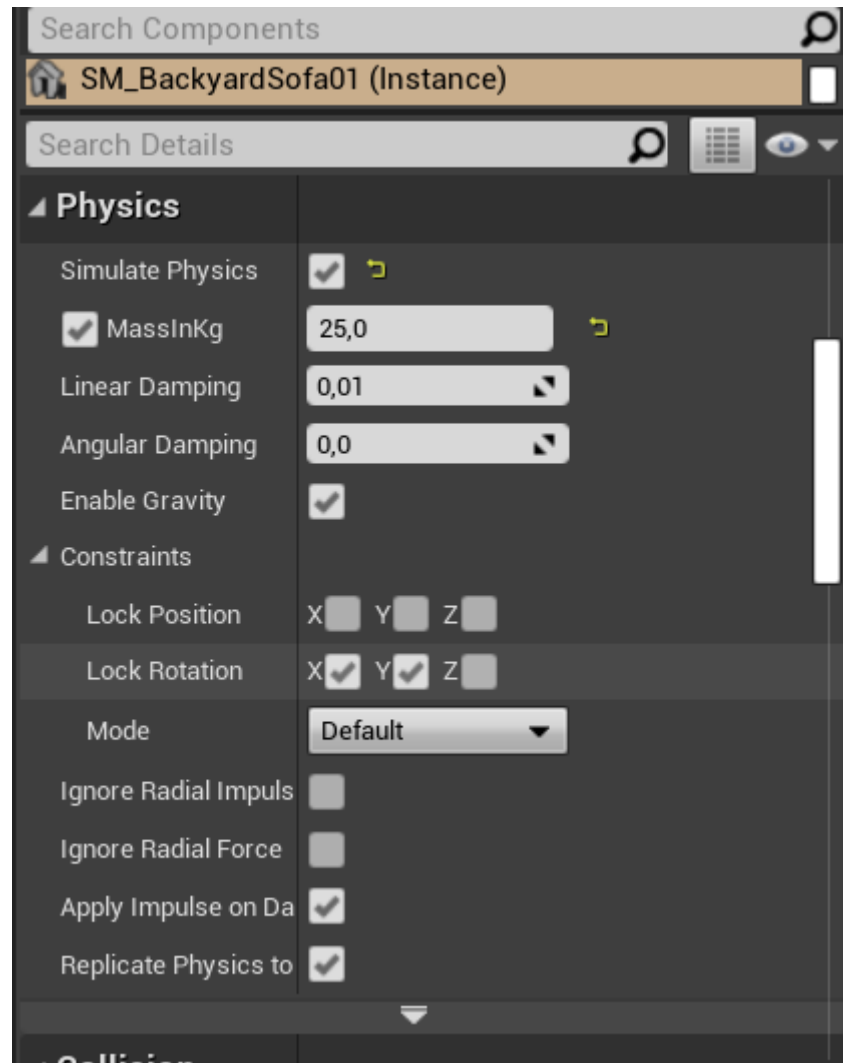


Рисунок 3.18 – Повна інформація про налаштування фізики для Static Mesh «SM_BackyardSofa_1»

Всі наступні елементи для взаємодії будуть використовувати аналогічний алгоритм створення фізичних властивостей, який описаний вище. На рисунках 3.19 – 3.21 представлено вигляд елементів з властивостями фізики.

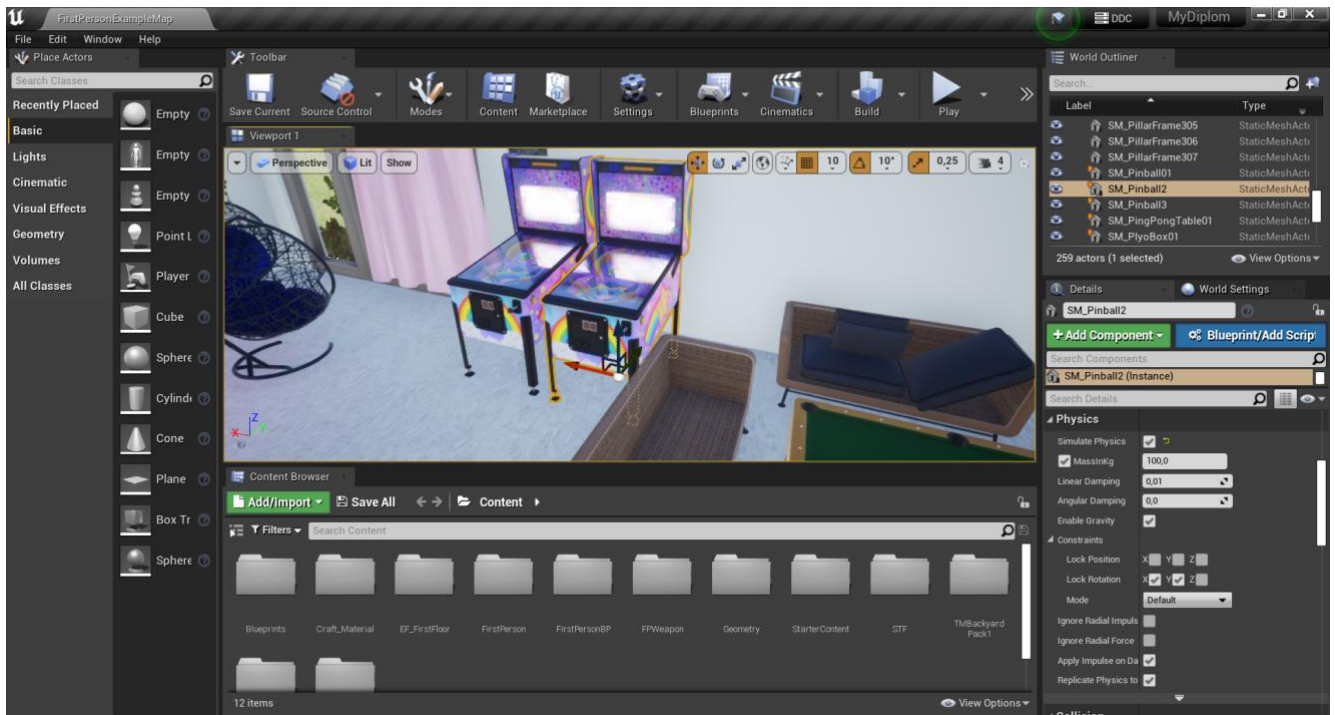


Рисунок 3.19 – Фізичний елемент «SM_Pinball2»



Рисунок 3.20 – Фізичний елемент «SM_BackyardTable01»

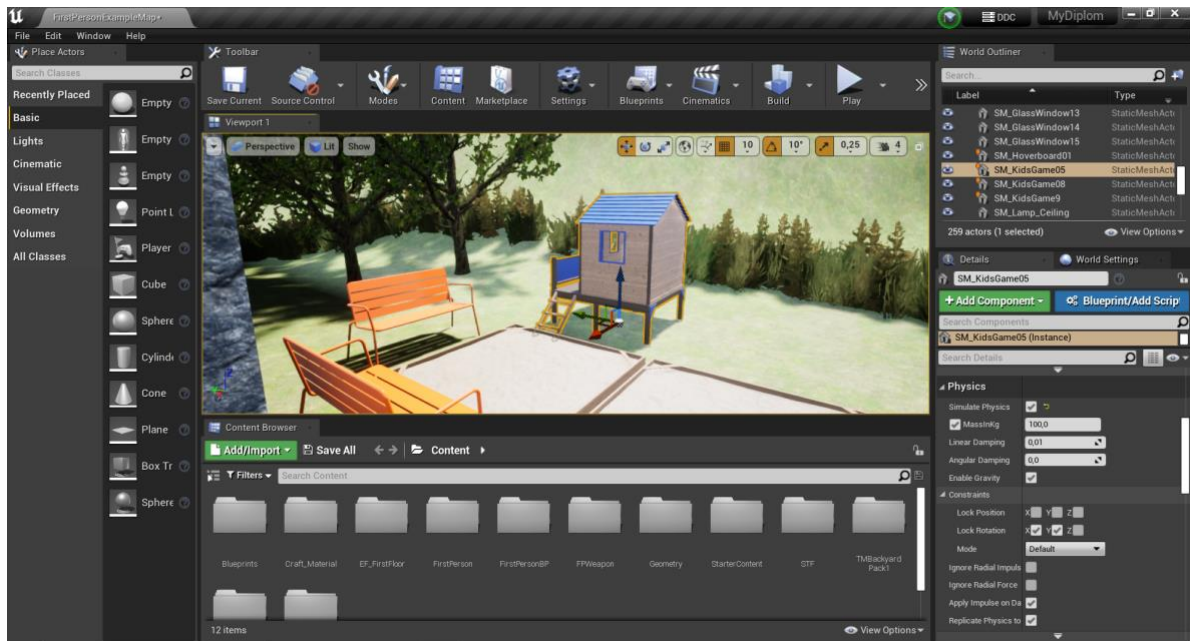


Рисунок 3.21 – Фізичний елемент «SM_KidsGames05»

Після того, як всі 3D об'єкти мають фізичні властивості, необхідно створити Blueprint скрипт для взаємодії з 3D об'єктами. При кліку на предмет правою клавішою миші, користувач матиме можливість переносити обраний об'єкт на довільно обране місце в межах області локації. Для цього необхідно додати функціонал до системи керування персонажем. Потрібно обрати об'єкт «First_Person_Character» (рис 3.22) та натиснути на панелі «World Outliner» на Type «EditFirstPerson» (рис.3.23).

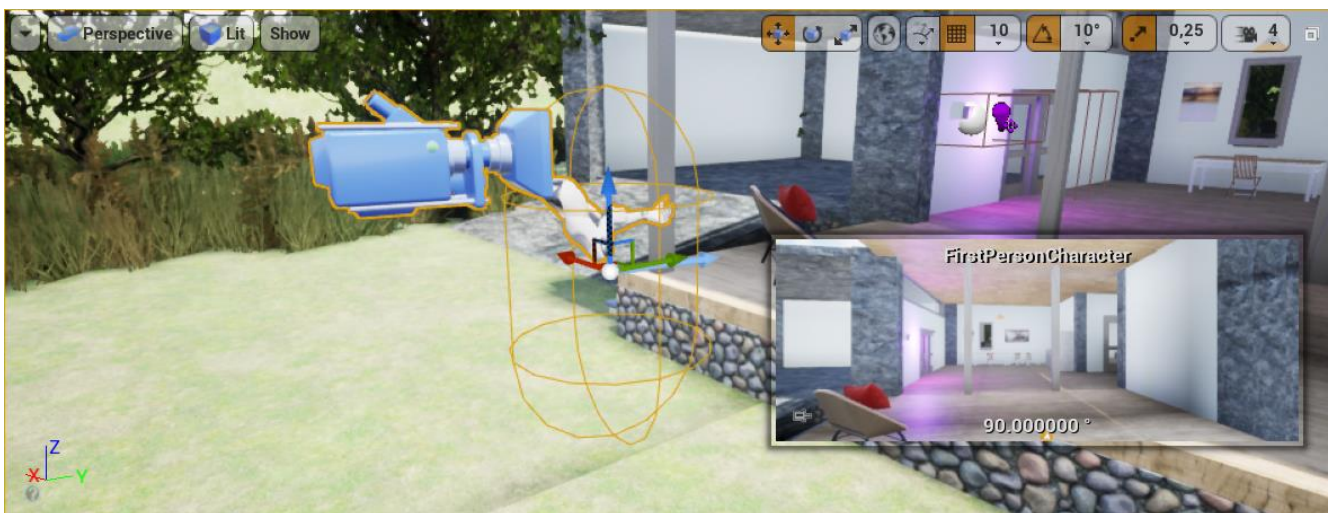


Рисунок 3.22 – Вигляд об'єкту «First_Person_Character»

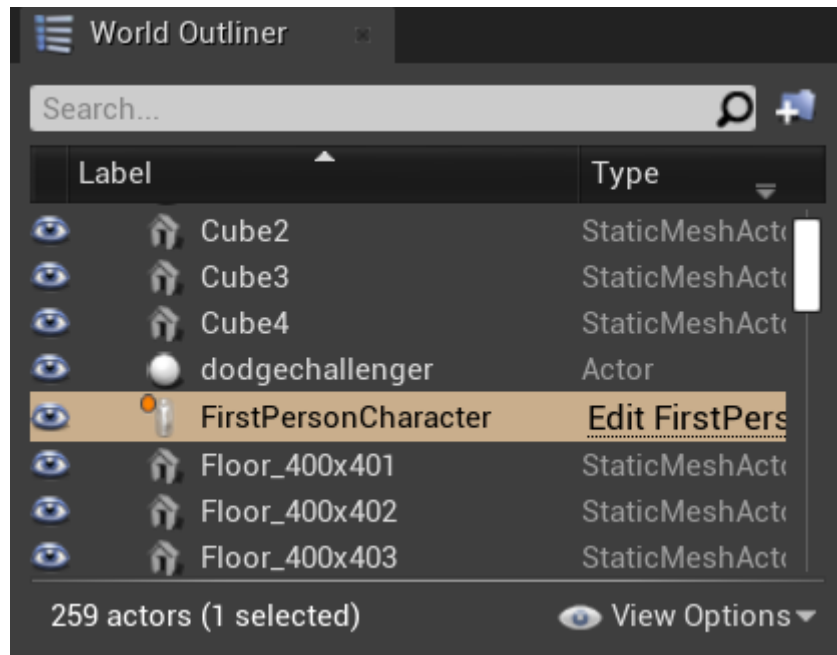


Рисунок 3.23 – Панель «World Outliner»

Після цього відкривається панель Blueprint для управління актором локації «Event Graph» (рис.3.24). Перший етап створення системи перенесення об'єктів є створення подій «PickUp» та «Drop». В процесі створення використовувалися такі елементи як «Branch», «RightMouseButton», «Target Drop», «Target PickUp» та «isHoldingObj». Результат створення подій представлено на рисунку 3.25.

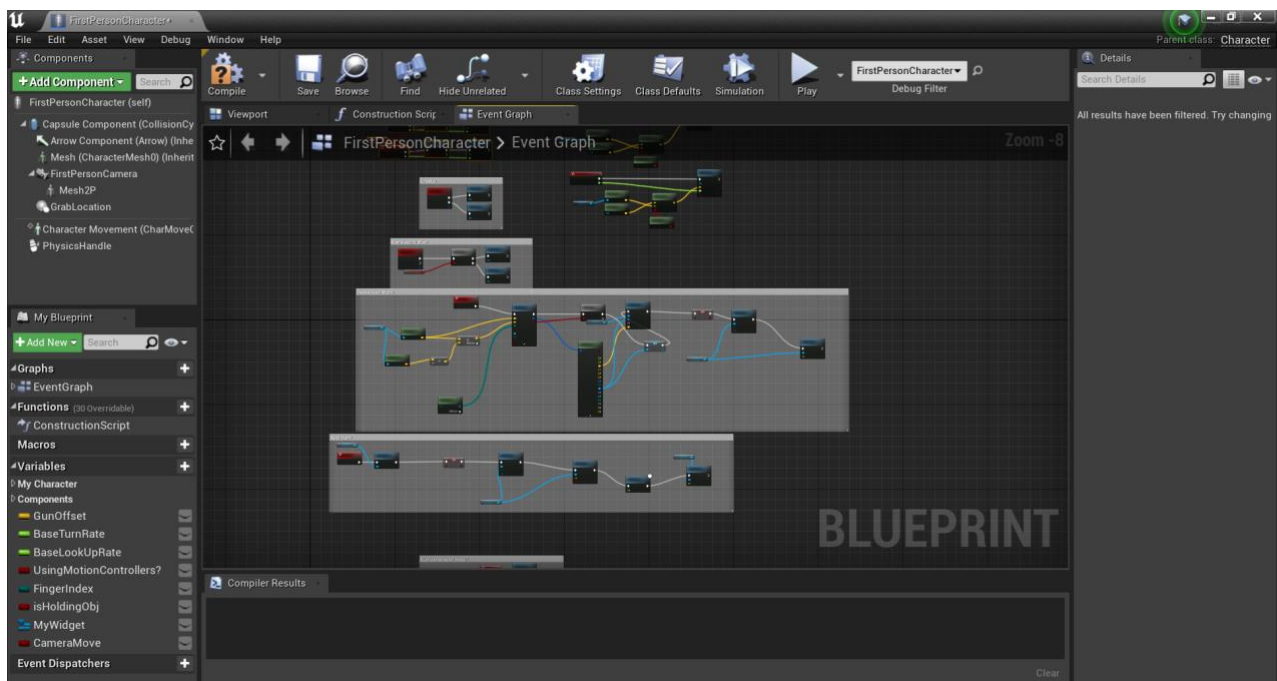


Рисунок 3.24 – Панель «Event Graph»

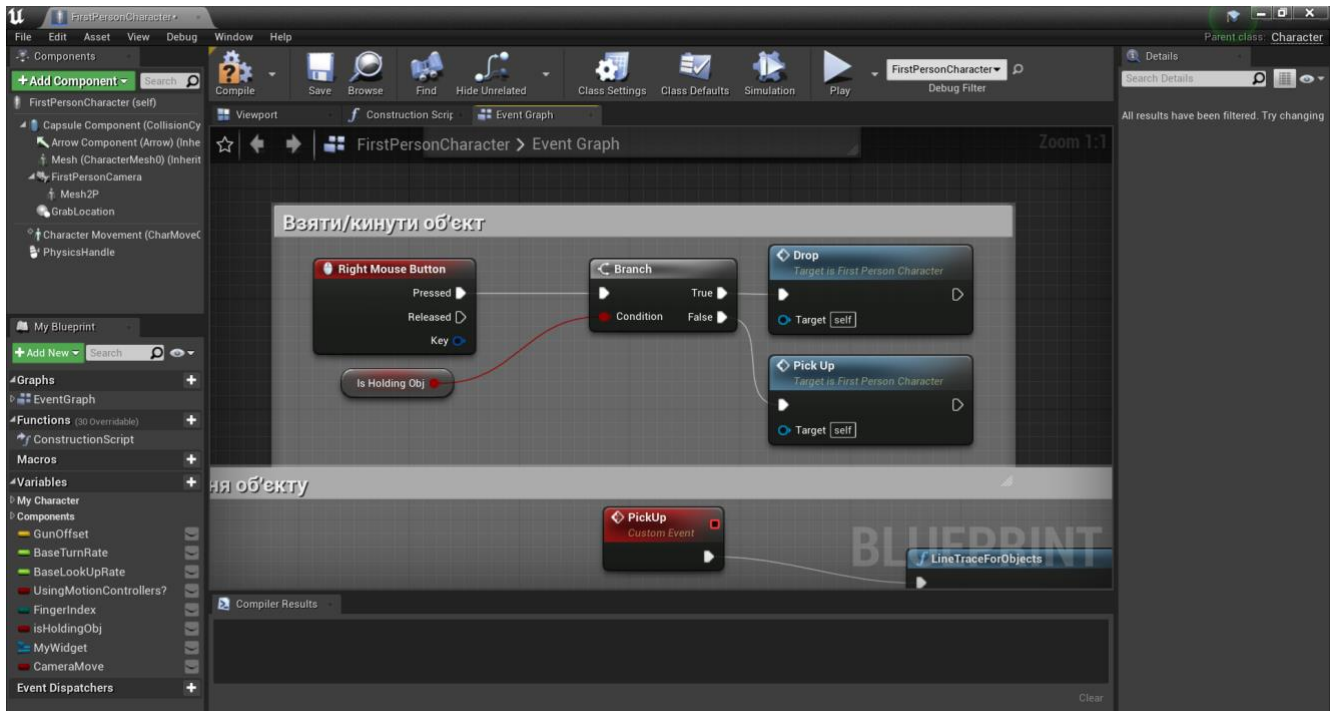


Рисунок 3.25 – Результат створення подій «PickUp» та «Drop»

Після того, як події створені, необхідно їм надати функціонал, який буде використовуватися при виклику події. Розглянемо детально скрипт «PickUp». Першим етапом буде обробка інформації, яка буде виводитися через камеру персонажу за допомогою елемента «FirstPersonCamera». Після цього необхідно отримати інформацію про локацію за допомогою змінних «GetWorldLocation» та «GetVectorLocation». Після цього необхідно всі змінні згрупувати за допомогою триггеру для визначення перешкод «LineTraceForObject». В другій частині скрипту необхідно створити перевірку 3D об'єкту на фізичні властивості та створити функцію перенесення. Для цього необхідно використати функції «Grab Component at Location» який надає можливість маніпулювати компонентами або об'єктами та «Set Collision Response to Channel» для налаштування колізій об'єкту при взаємодії з іншими елементами локації. Після цього необхідно зберегти скрипт та перевірити роботу. На рисунках 3.26 – 3.29 зображено повний вигляд створеного скрипту в середовищі Blueprint та результат роботи скрипту.

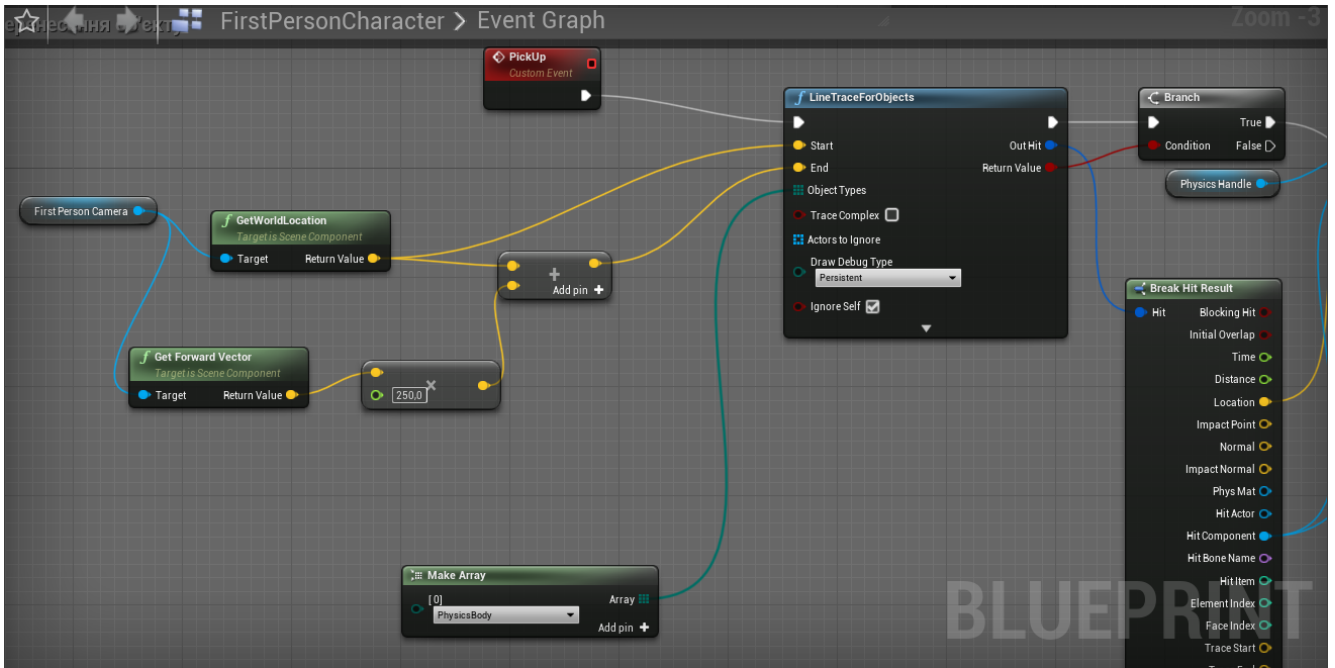


Рисунок 3.26 – Перша частина скрипту «PickUp»

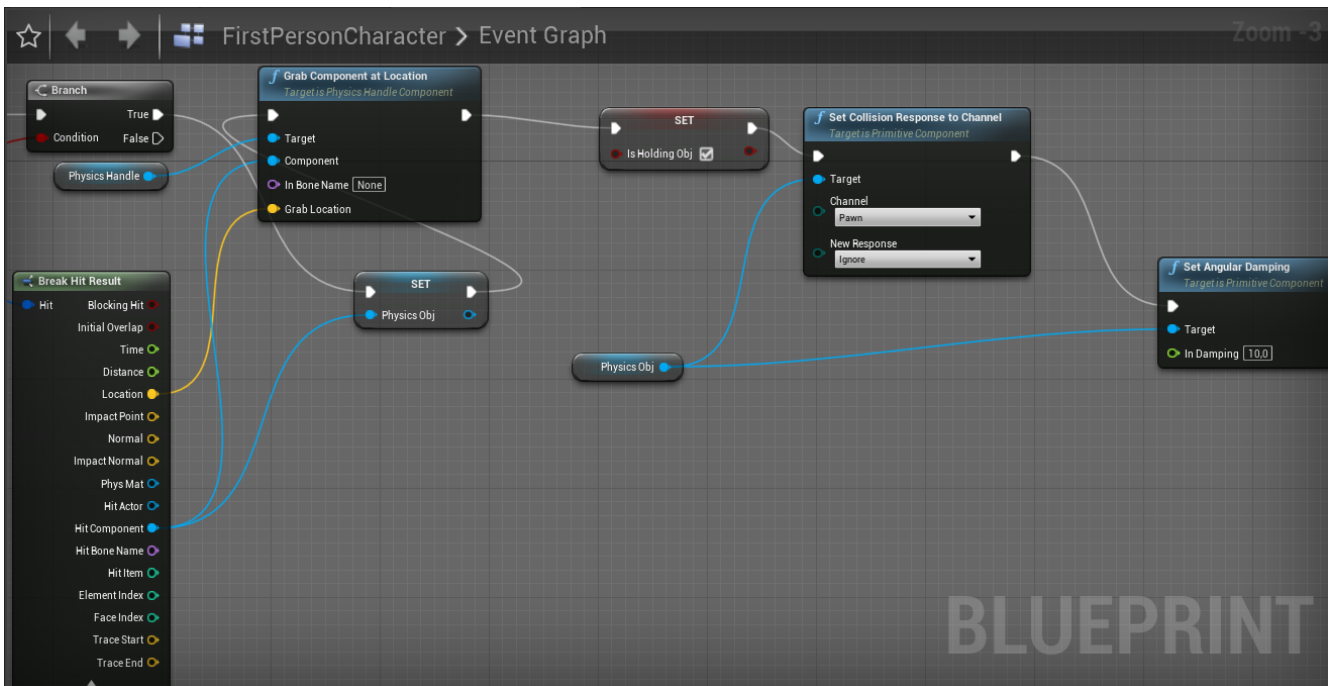


Рисунок 3.27 – Друга частина скрипту «PickUp»

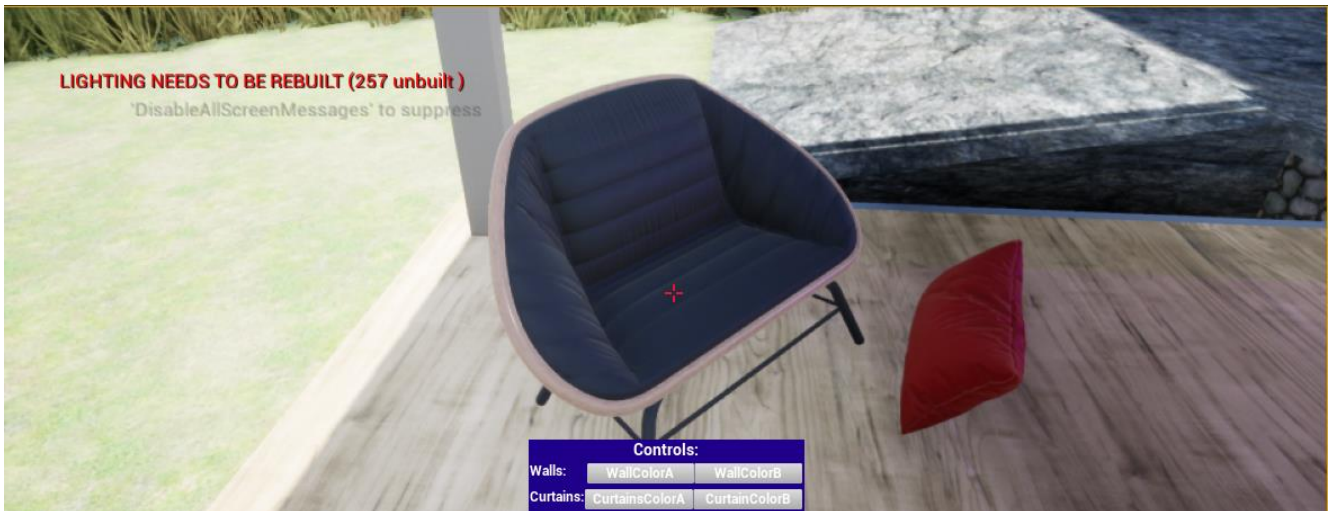


Рисунок 3.28 – Вибір об'єкту для маніпуляції



Рисунок 3.29 – Результат виконання скрипту

Тепер необхідно описати дії скрипту «Drop». Для цього необхідно скопіювати другу частину скрипту «Pick Up» та в змінній «isHoldingObject» змінити значення True на False. Після цього користувач завершить свою взаємодію з обраним 3D об'єктом. Загальний вигляд скрипту та результат роботи скрипту зображено на рисунках 3.30 – 3.33.

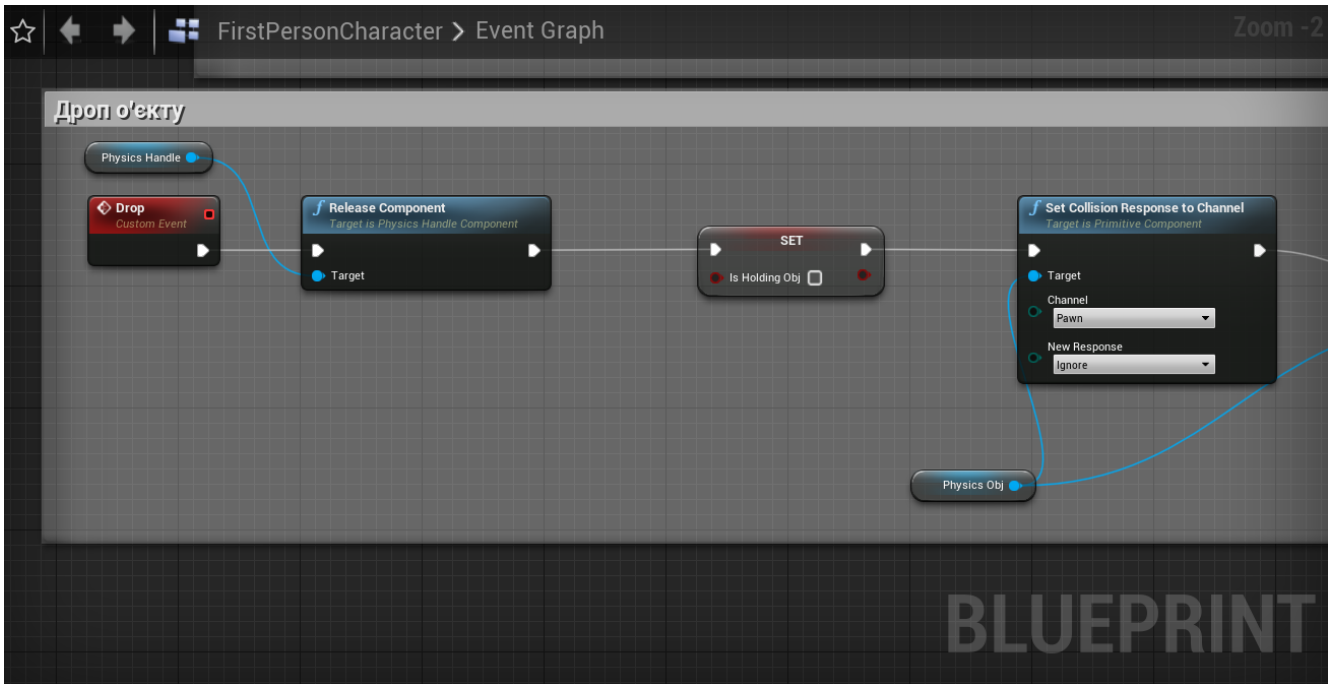


Рисунок 3.30 – Перша частина скрипту «Дроп»

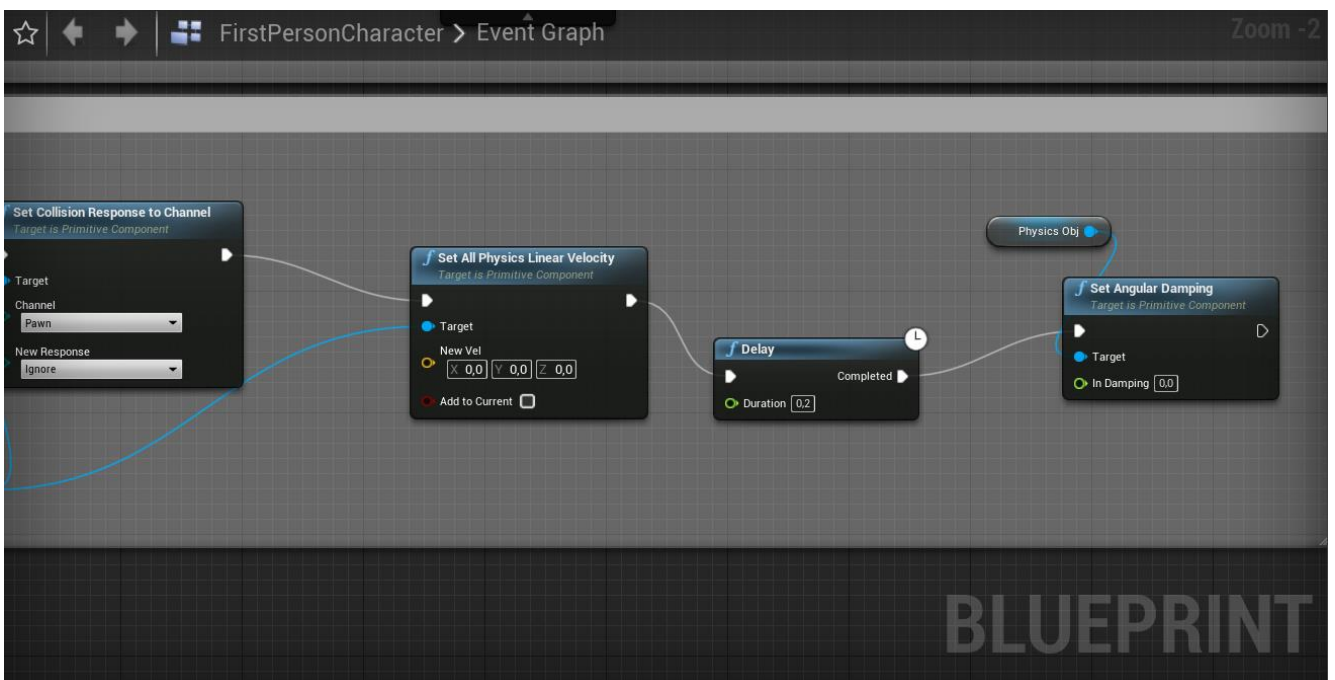


Рисунок 3.31 – Друга частина скрипту «Дроп»



Рисунок 3.32 – Результат виконання скрипту «Pick Up»



Рисунок 3.33 – Результат виконання скрипту «Drop»

3.3.2 Взаємодія з будинком та створення віджетів

Для більш детальної взаємодії користувача з будинком необхідно створити скрипт зафарбовування стін та штор. Для початку необхідно визначити, які текстури використовувались для стін та штор. Для обох об'єктів використовувались стандартні текстури. Після цього необхідно створити Material Parameter Collection (рис.3.34) для того, щоб можна було додавати нові кольори матеріалам для стін та штор. Після цього необхідно змінити властивості текстур стін та штор, замінивши Static Material на створений Material Parameter Collection. На рисунках 3.35 – 3.36 представлено результат зміни текстур.

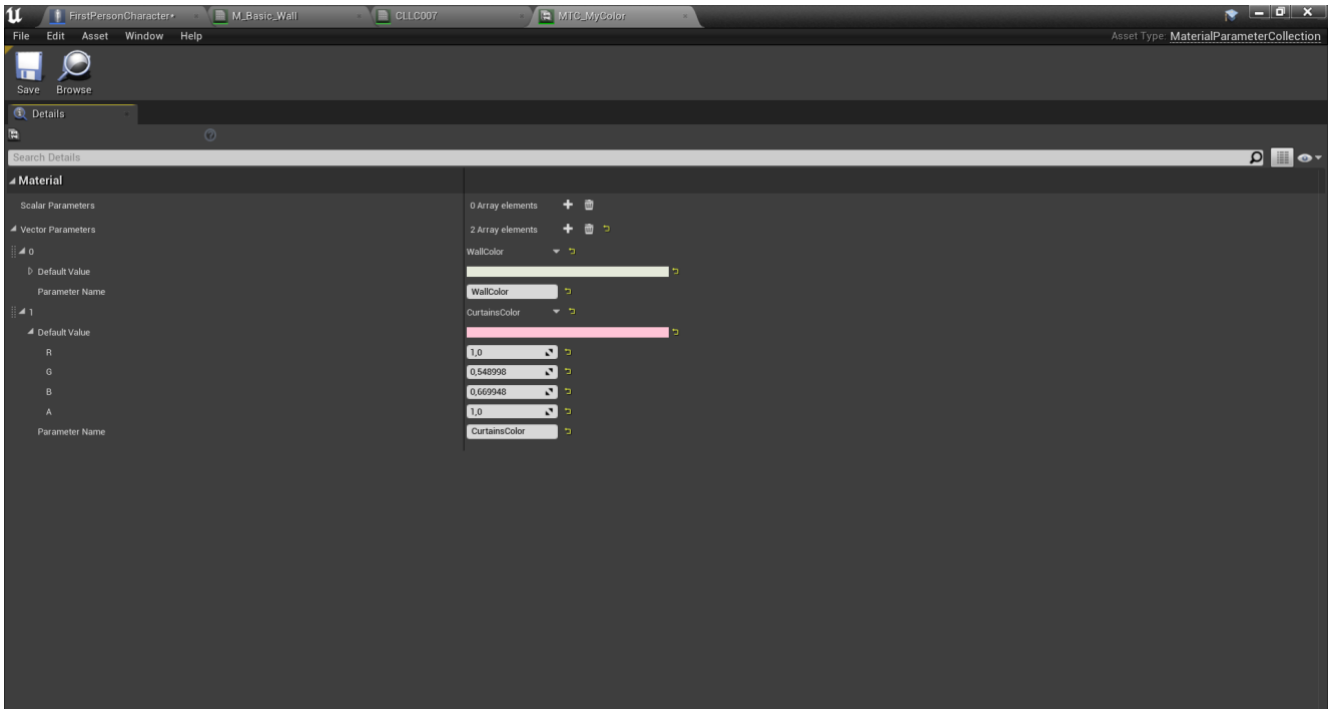


Рисунок 3.34 - Material Parameter Collection

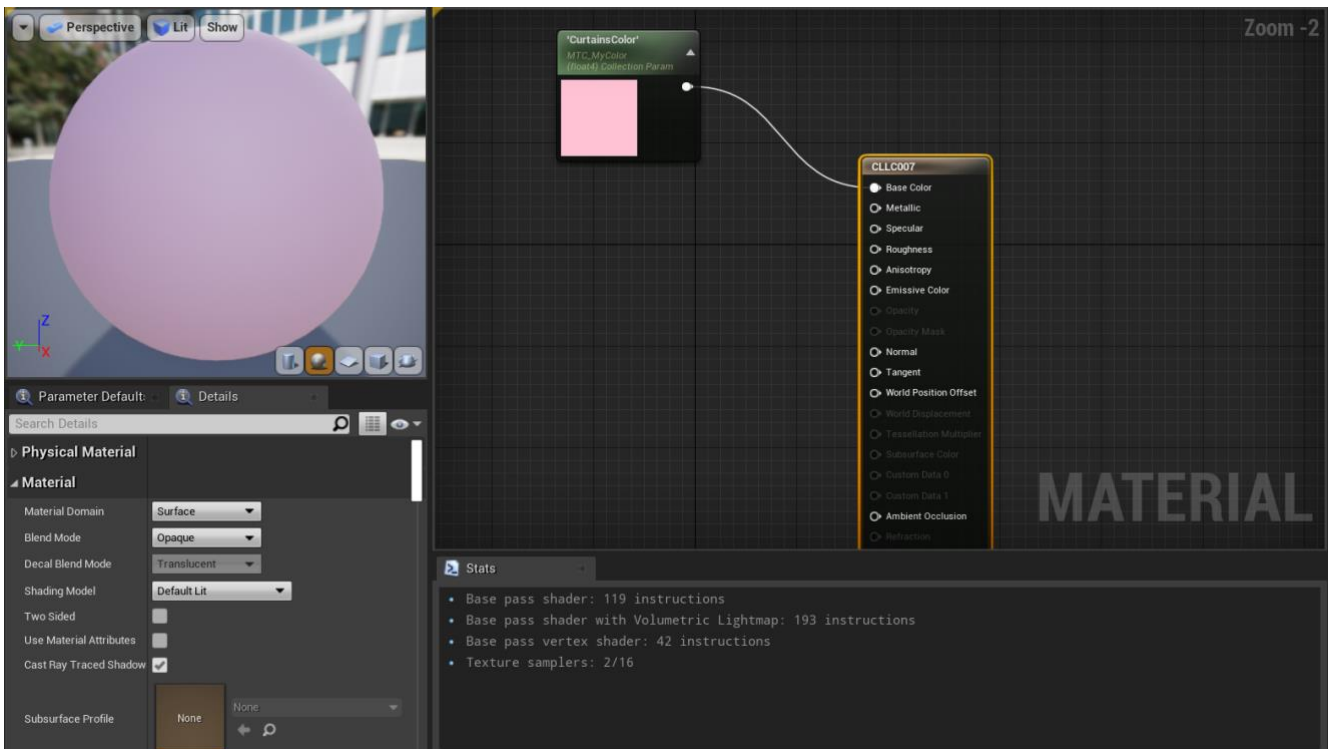


Рисунок 3.35 – Результат зміни текстури «CLLC007»

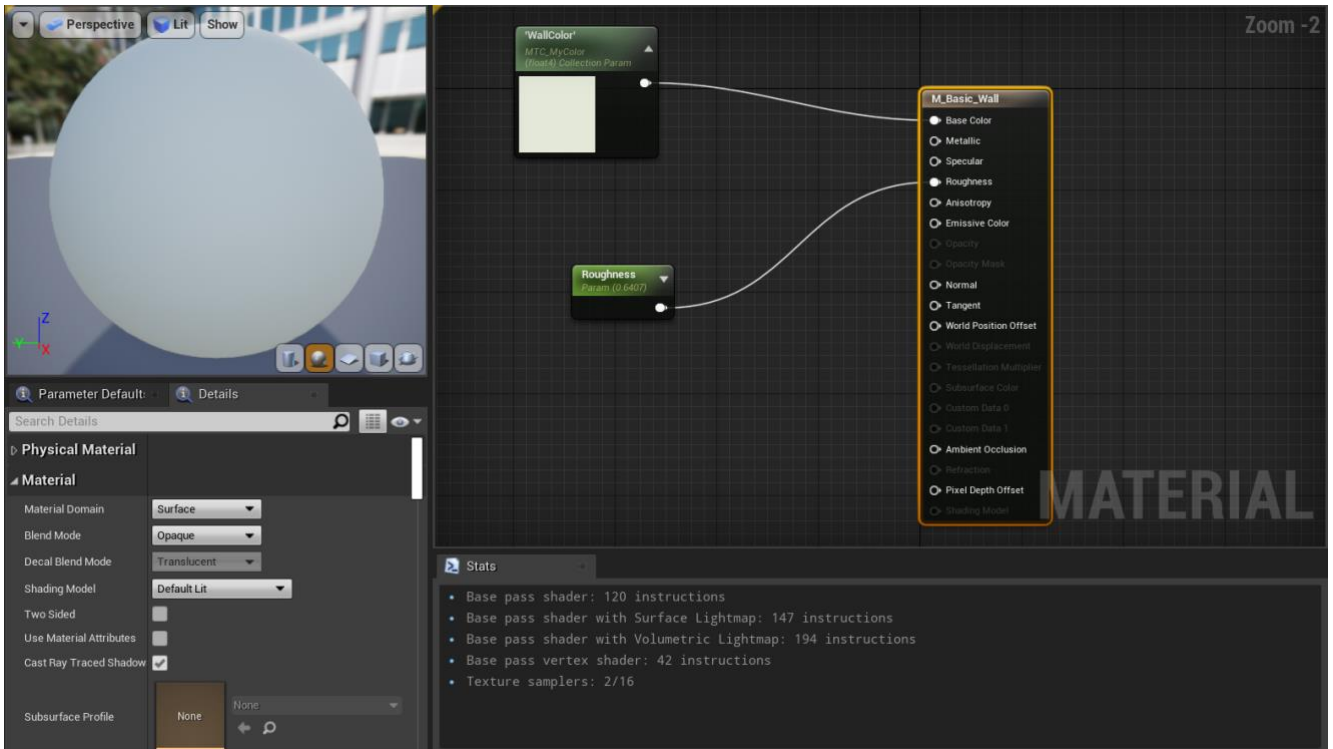


Рисунок 3.36 – Результат зміни текстури «M_Basic_Wall»

Наступний етап – створення віджету для взаємодії з Material Parameter Collection. Віджет міститиме в собі набір кнопок, які відповідатимуть за зміну кольору. На рисунках 3.37 – 3.39 представлено результат створення віджету, його послідовність створення та відображення під час ігрового процесу.

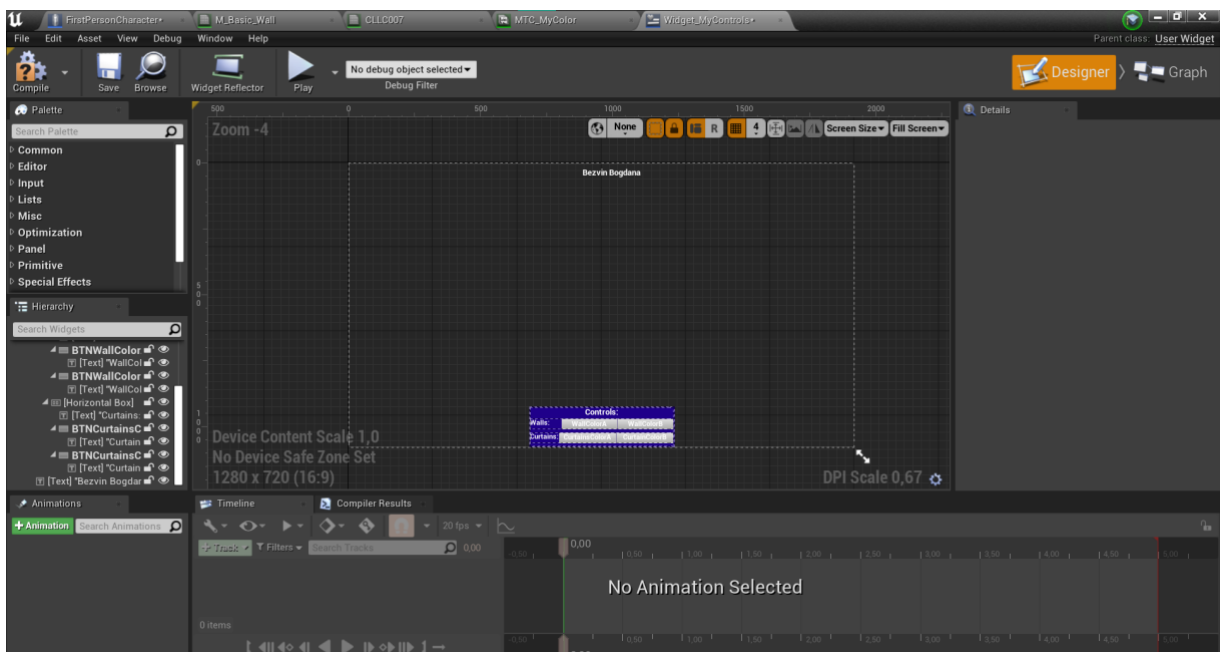


Рисунок 3.37 – Результат створення віджету

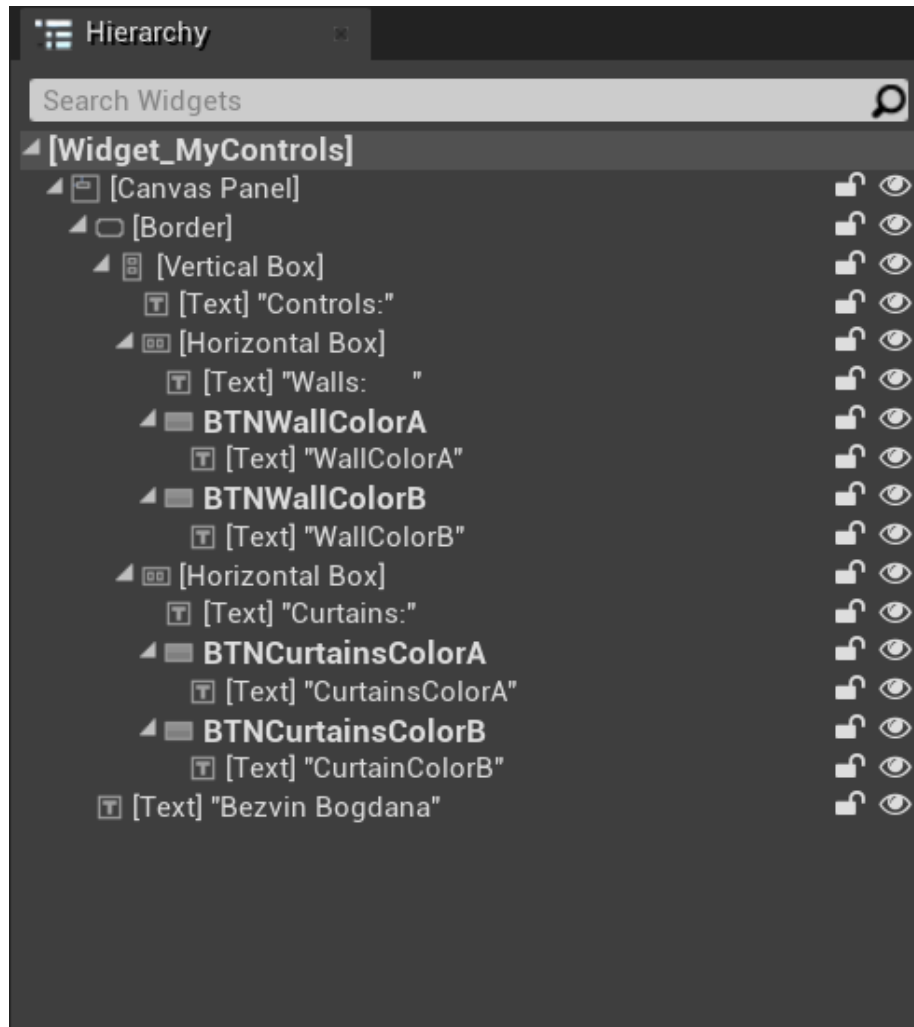


Рисунок 3.38 – Ієрархія елементів створення віджету

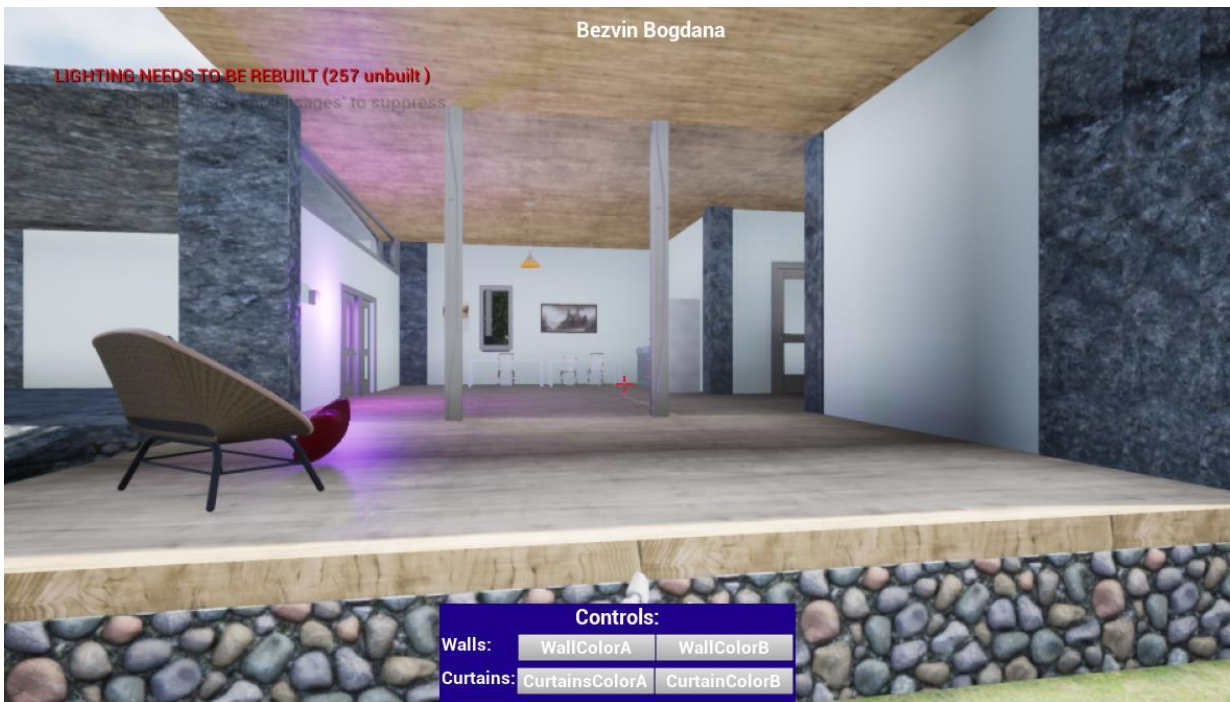


Рисунок 3.39 – Вигляд віджету під час ігрового процесу

Після цього необхідно додати функціонал до віджету. Для цього використовуємо Blueprint. За прикладом створення взаємодії було створено взаємодія з кнопками віджету, але в даному випадку всі події відбувались при натисканні на ліву клавішу мишки. На рисунку 3.40 зображено Blueprint-скрипт для взаємодії з віджетом.

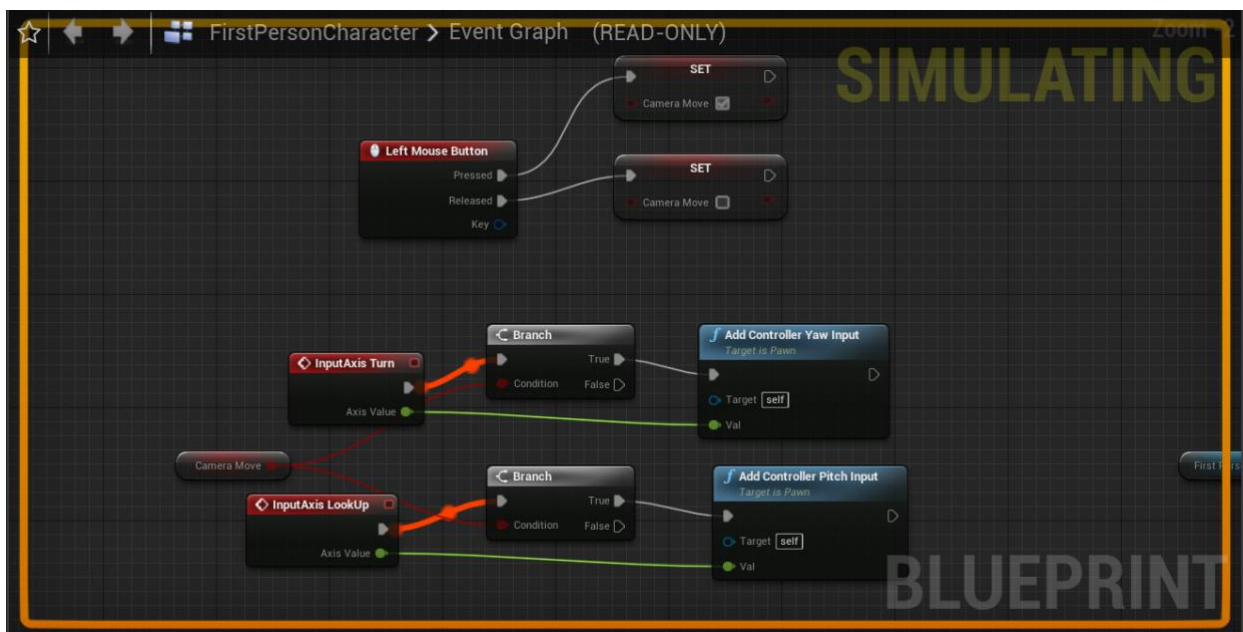


Рисунок 3.40 – Результат створення Blueprint-скрипту для взаємодії з віджетом

Тепер необхідно створити зв'язок кнопок з Material Parameter Collection. Для цього використовуємо Event Graph. На рисунках 3.41 – 3.46 зображено результат створення зв'язку кнопок віджету з Material Parameter Collection та приклади виконання роботи під час ігрового процесу.

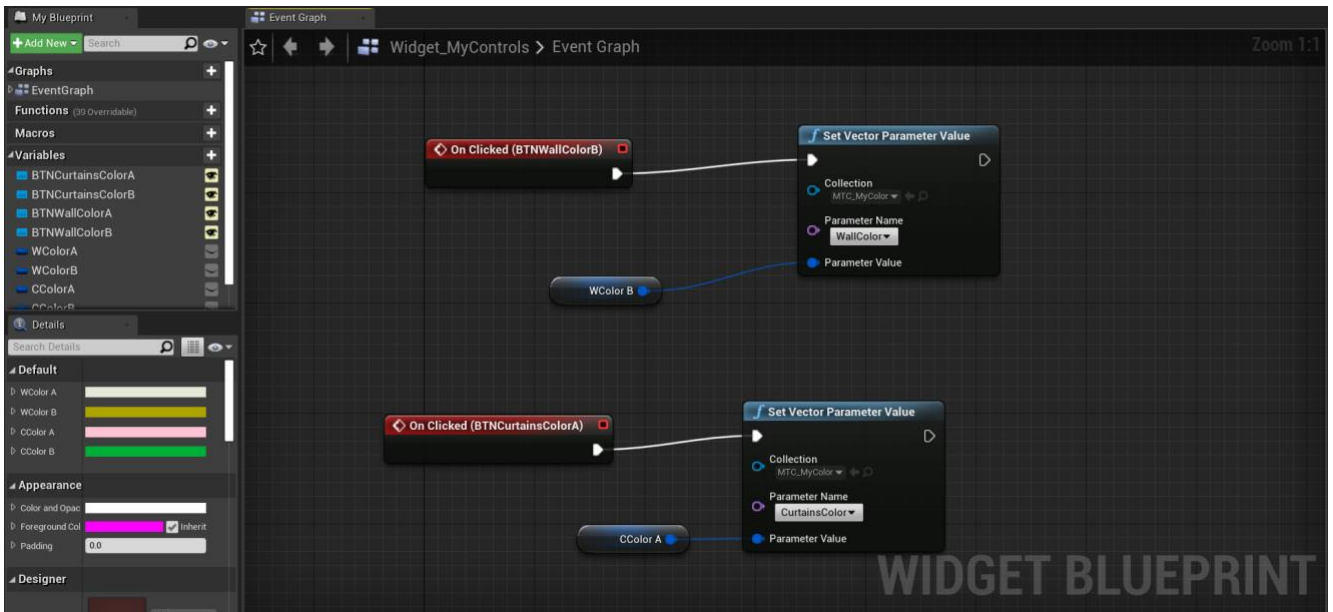


Рисунок 3.41 – Результат створення зв'язку кнопок для стін з Material Parameter Collection

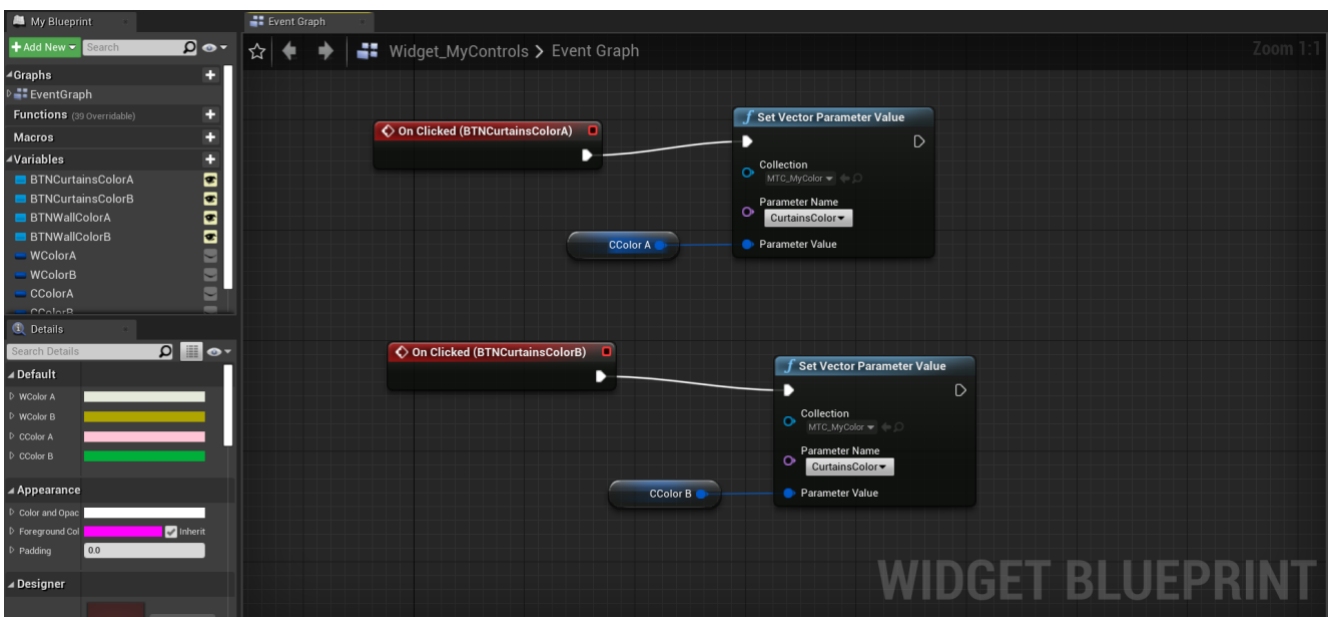


Рисунок 3.42 – Результат створення зв'язку кнопок для штор з Material Parameter Collection

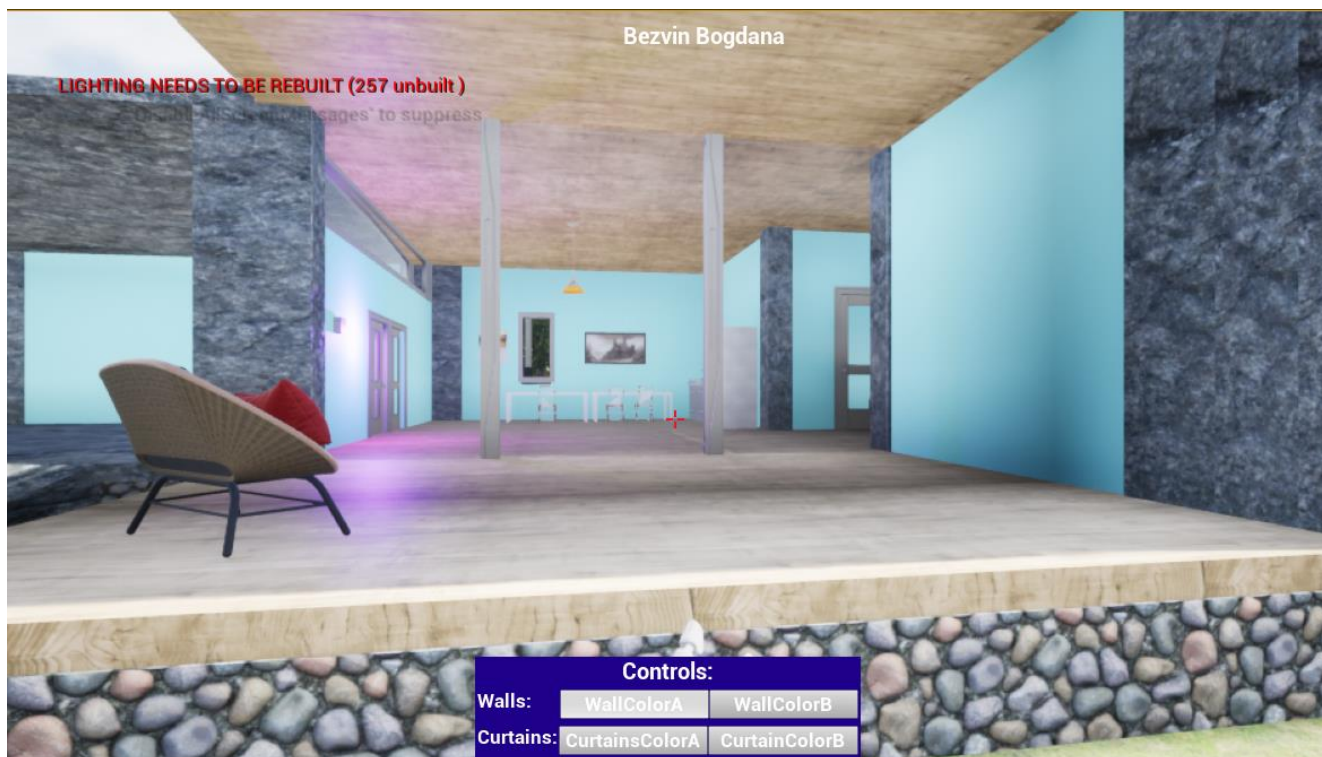


Рисунок 3.43 – Результат выбора кнопки «WallColorA»

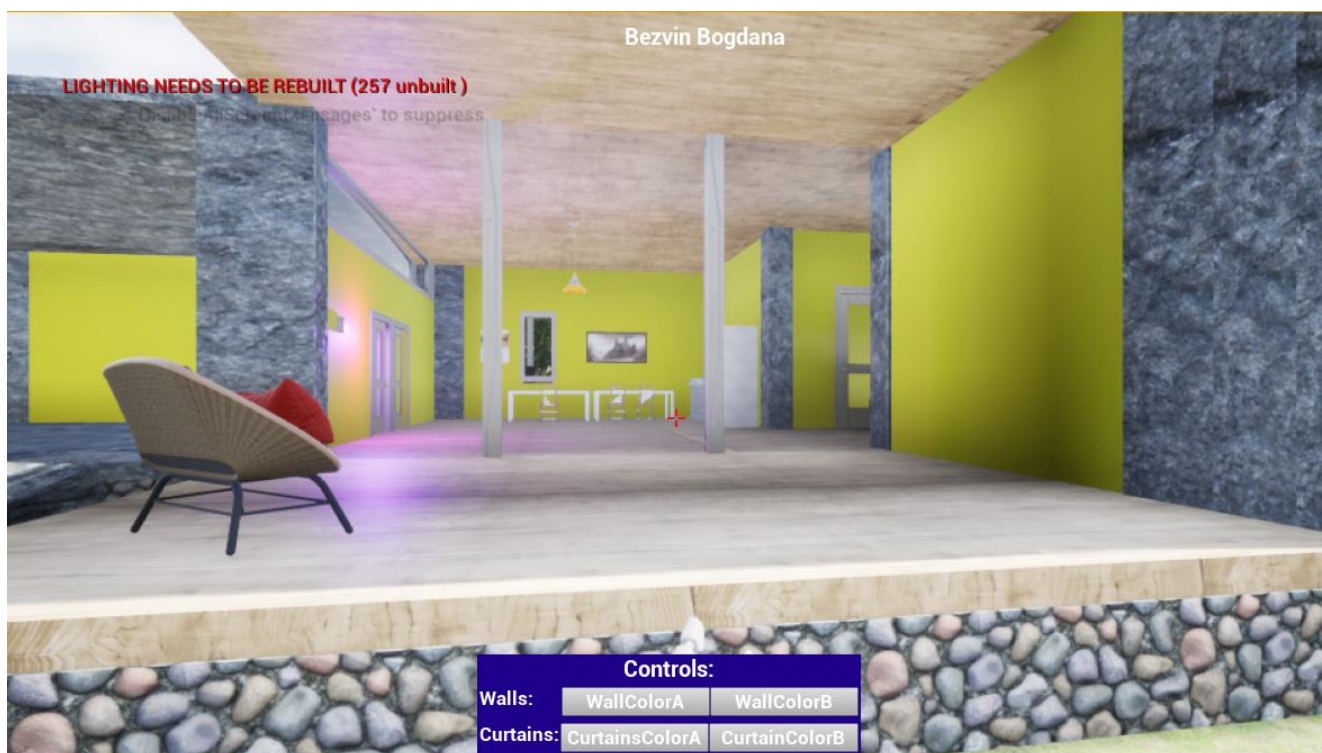


Рисунок 3.44 – Результат выбора кнопки «WallColorB»

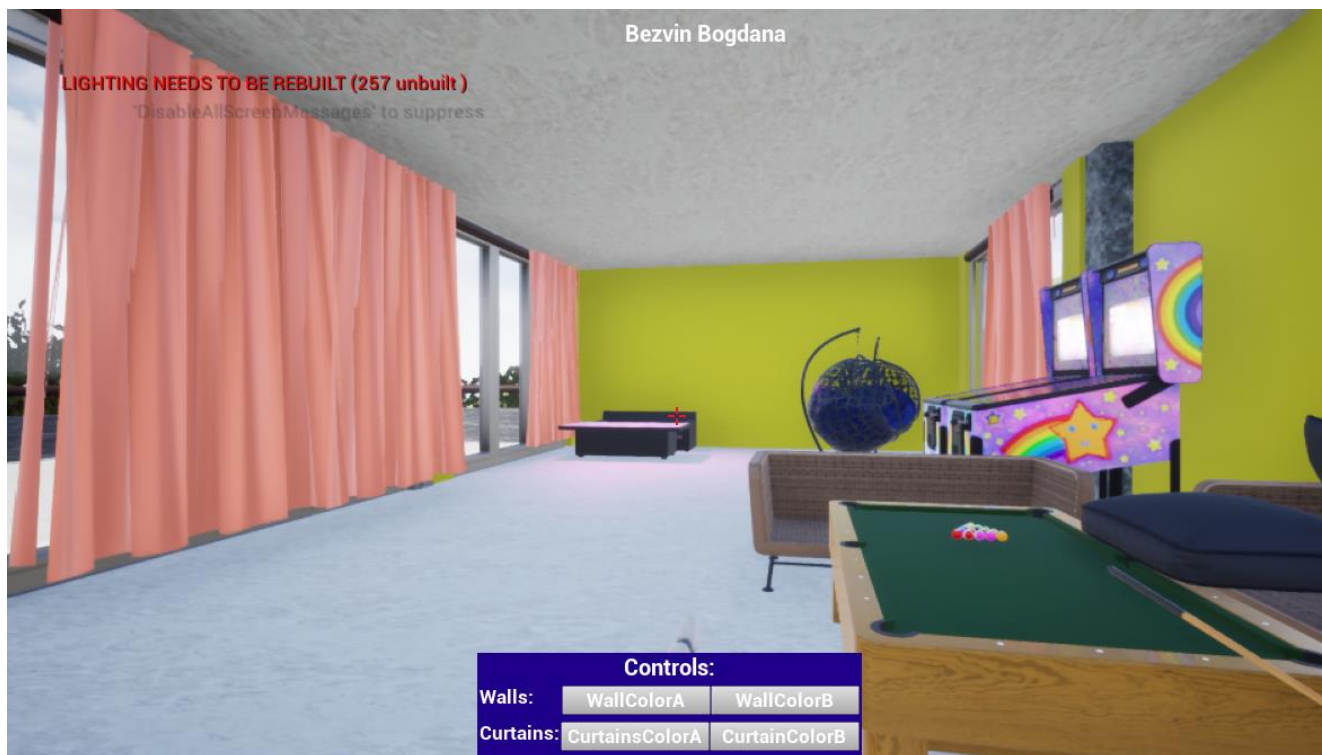


Рисунок 3.44 – Результат выбору кнопки «CurtainsColorA»



Рисунок 3.44 – Результат выбору кнопки «CurtainsColorB»

3.3.3 Взаємодія з елементами будинку (двері та світло)

Також для комфортної взаємодії було створено скрипти відкриття/закриття дверей та вмикання/вимикання світла. На рисунках 3.45 – 3.50 зображено результати створення скриптів та виконання роботи.

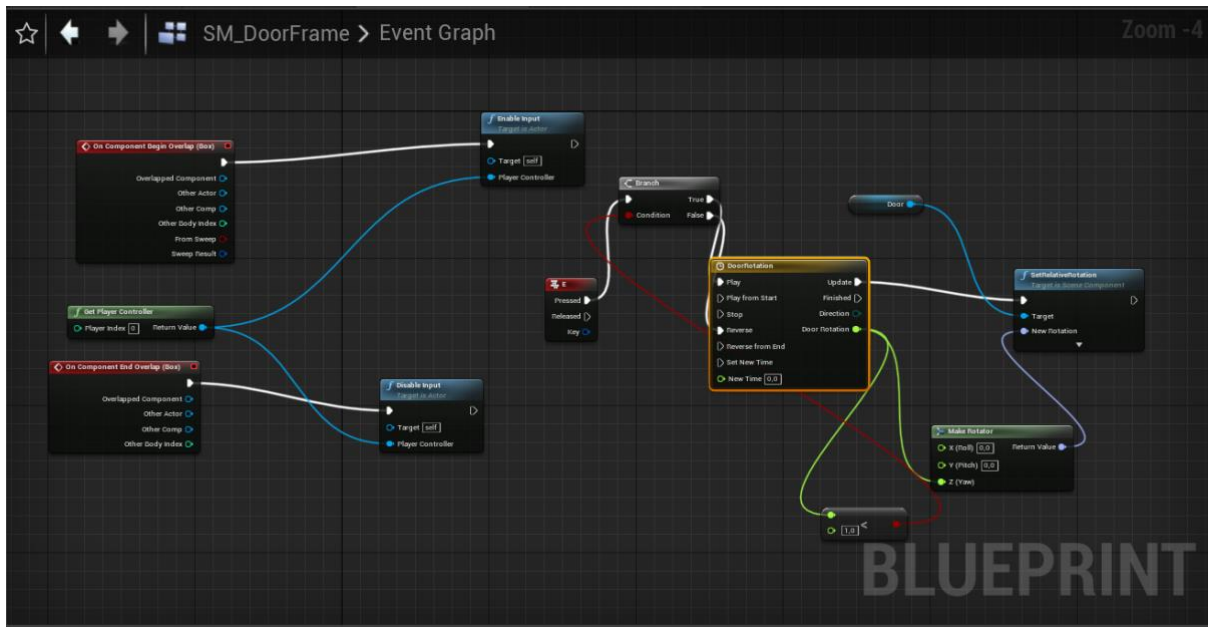


Рисунок 3.45 – Результат створення скрипту відкриття/закриття дверей

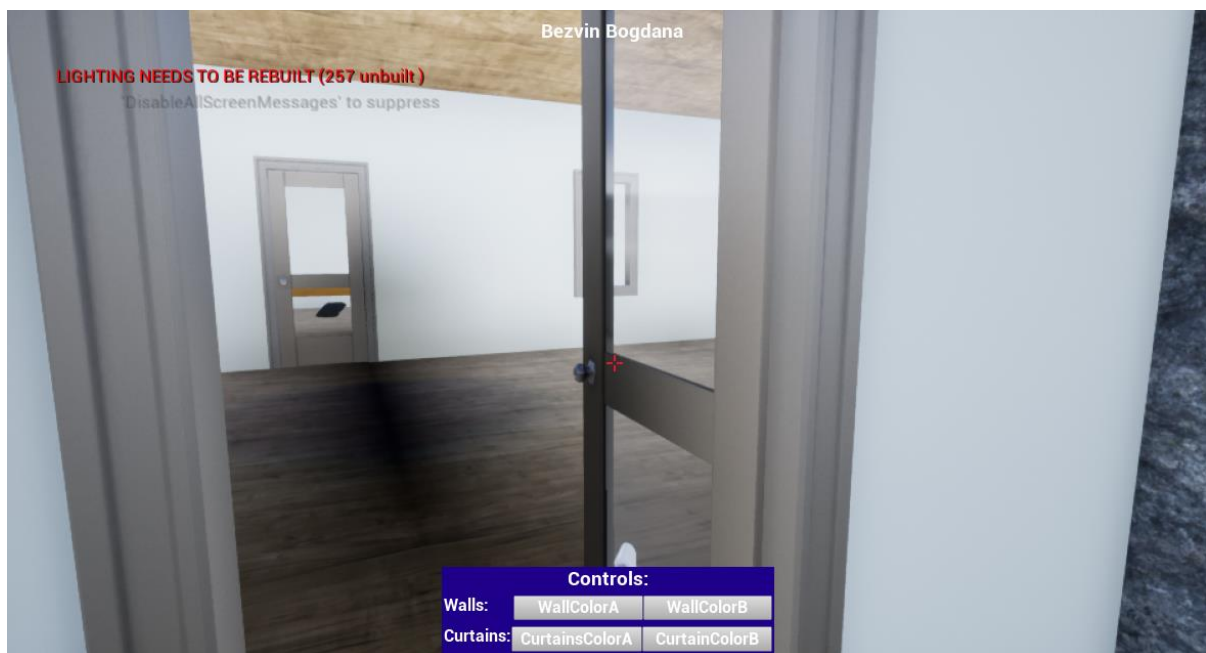


Рисунок 3.46 – Приклад відкриття дверей



Рисунок 3.47 – Приклад закриття дверей

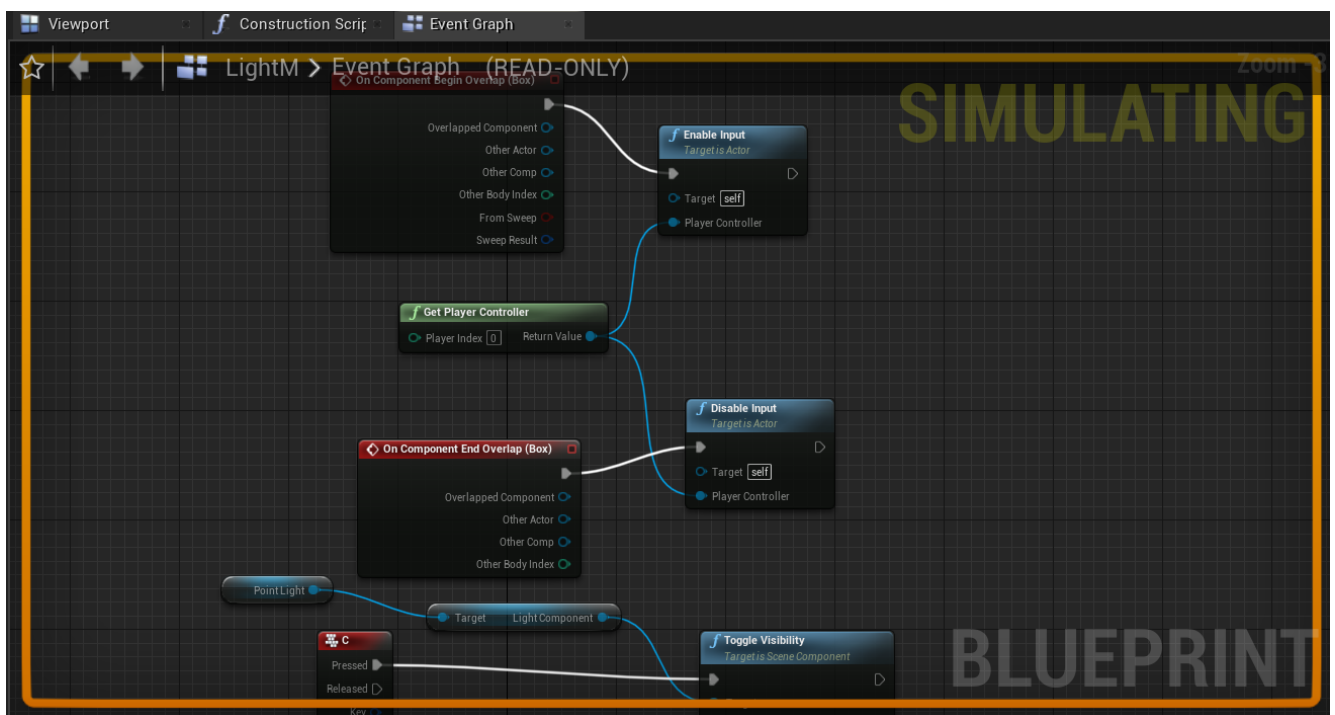


Рисунок 3.48 – Результат створення скрипту вмикання/вимикання світла

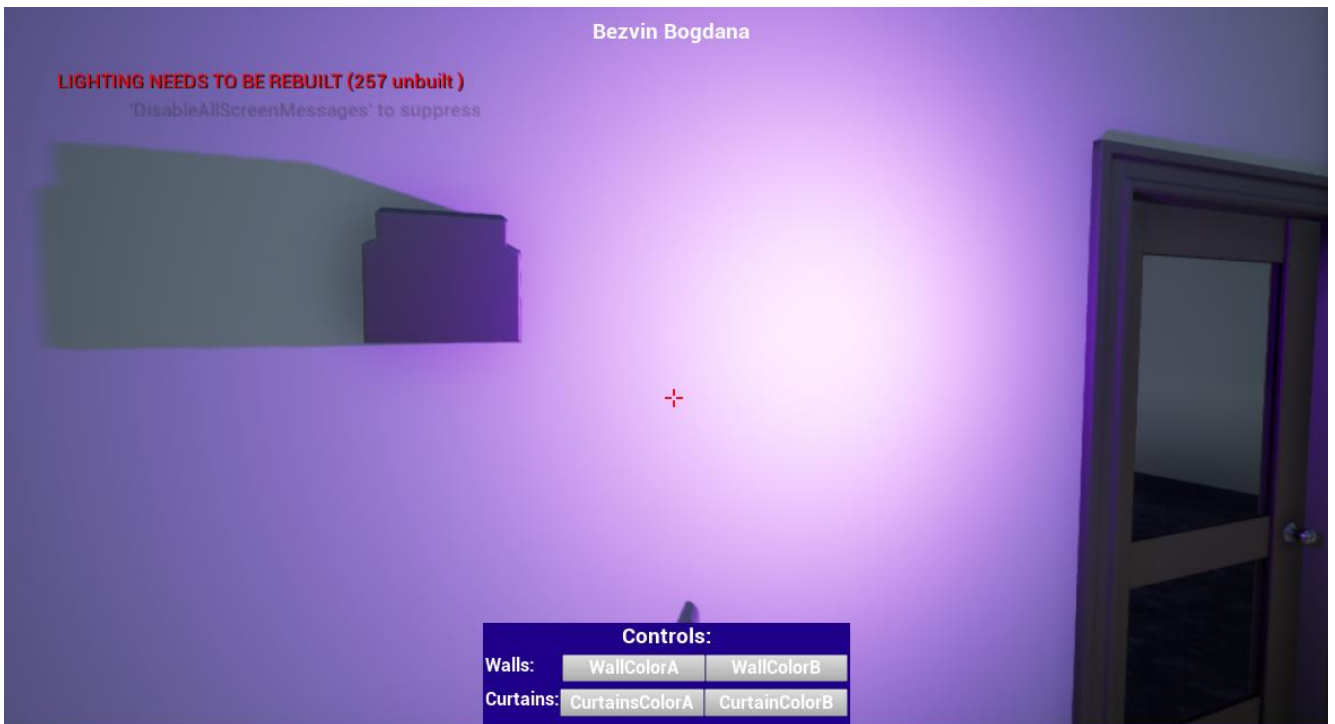


Рисунок 3.49 – Результат вмикання світла

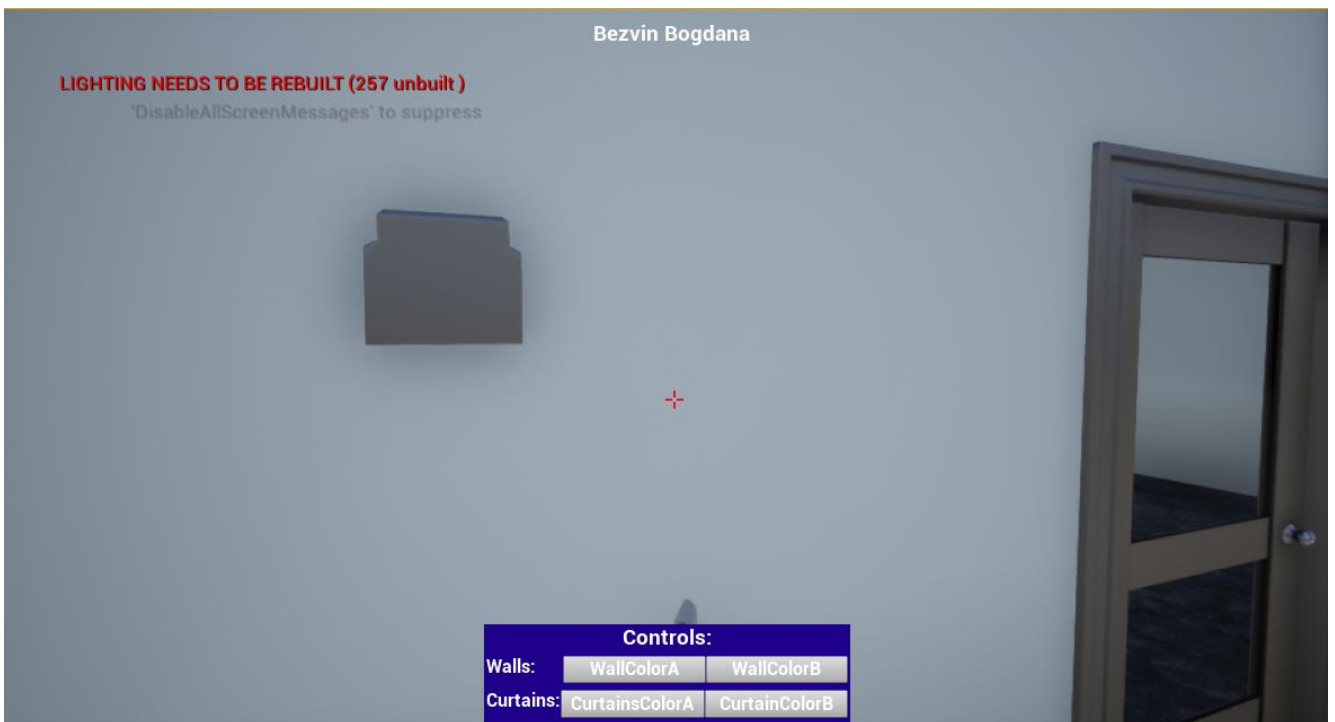


Рисунок 3.50 – Результат вимикання світла

ВИСНОВКИ

Метою бакалаврської роботи була візуалізація 3D моделі будинку з інтер'єром та створення інтерактивного додатку, який дозволяє користувачам оглядати дизайн будинку і змінювати інтер'єр кімнат.

Для досягнення мети проекту були виконані такі задачі:

- проаналізована предметна область, та схожі проекти. Встановлено головні ідеї які було втілено у власний проект обраними програмними засобами реалізації;
- розроблено технічне завдання згідно встановлених вимог;
- виконано структурно-функціональне моделювання;
- створено тривимірну модель будинку з елементами інтер'єру;
- додавано матеріали та текстури для реалістичного вигляду;
- написані скрипти взаємодії з різними об'єктами.

Розробка інтерактивного додатку для візуалізації 3D моделі будинку з інтер'єром має великий потенціал у сфері архітектури. Він дозволяє архітекторам та клієнтам отримати реалістичне уявлення про те, як буде виглядати готовий проект. Користувачі можуть переглядати різні варіанти дизайну та експериментувати зі зміною інтер'єру кімнат. Завдяки використанню матеріалів та текстур, модель будинку стає більш реалістичною, що дозволяє клієнтам отримати краще уявлення про кінцевий результат.

Розроблений проект спрямований на архітекторів та клієнтів, які мають інтерес до створення і вдосконалення дизайну будинку. Інтерактивний додаток допомагає зробити процес спілкування і співпраці більш ефективним, швидким і зручним.

Використання 3D моделювання та візуалізації в архітектурній галузі дозволяє зекономити час і ресурси, які були б витрачені на будівництво прототипів або вироблення дорогоцінних матеріалів. Вона також допомагає уникнути можливих помилок і невдач, що можуть виникнути під час реалізації проекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Business Advantage Group (2018). "3D Modelling in Architectural Presentations: Changing the Game." [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.businessadvantagepng.com/3d-modelling-in-architectural-presentations-changing-the-game/>.
2. AEC Business (2016). "The Benefits of 3D Modeling in Architectural Presentations." [Онлайн]. Доступно: <https://aec-business.com/the-benefits-of-3d-modeling-in-architectural-presentations/>.
3. 7 Reasons Why 3D Modeling is Important [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://aristeksystems.com/blog/7-reasons-why-3d-modeling-is-important/>.
4. Сайт для перегляду готових 3D елементів 3DLancer [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://3dlancer.net/uk>.
5. 3D модель будинку від користувача benjii.vd [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://3dlancer.net/uk/freemodels/budinki-kotedzhi/3dmodel-budinochok-20071>.
6. 3D модель двоповерхового будинку від користувача Orsan [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://3dlancer.net/uk/freemodels/budinki-kotedzhi/3dmodel-budinok-81479>.
7. 3D модель котеджу зруб від користувача Fly [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://3dlancer.net/uk/freemodels/budinki-kotedzhi/3dmodel-kotedzh-zrub-1694>.
8. Novák, M. (2017). The Importance of 3D Modeling in Architectural Design. *Procedia Engineering*, 190, 400-407.
9. Arayici, Y., Hamilton, A., Gamito, P., & Hammad, A. (2011). Building Information Modeling (BIM) for managing building lifecycle: Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 20(8), 197-204.

10. García, M. Á. G., Alcover, P. M., Feito, F. R., & Patow, G. (2020). Review of Virtual Reality Technologies and Applications for Architectural Design and Construction. *Sensors*, 20(20), 5812.
11. Bartels, R. H., & Beatty, J. C. (1987). An introduction to splines for use in computer graphics and geometric modeling (Vol. 1). Morgan Kaufmann.
12. Farin, G. (2001). *Curves and surfaces for CAGD: a practical guide* (5th ed.). Morgan Kaufmann. Piegel, L., & Tiller, W. (1997). *The NURBS book* (2nd ed.). Springer-Verlag.
13. TYPES OF 3D MODELING: WHICH ONE TO CHOOSE? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ufo3d.com/types-of-3d-modeling-different-industries/>.
14. Rogers, D. F. (2001). *An introduction to NURBS: with historical perspective* (2nd ed.). Morgan Kaufmann.
15. "The NURBS Book" авторства Леслі Пайєра (Leslie Piegel) та Вейна Тіллера (Wayne Tiller).
16. Unreal Engine 4 review [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.getapp.com/it-management-software/a/unreal-engine/reviews/>.
17. Unity review [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.getapp.com/development-tools-software/a/unity-1/reviews/>.
18. Top 10: The Best 3D Modeling Software (Some Are Free) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://all3dp.com/1/best-free-3d-modeling-software-3d-cad-3d-design-software/>.
19. 5 key features in Blender 3.4 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cgchannel.com/2022/12/discover-the-5-key-features-in-blender-3-4/>.
20. 3ds Max Pricing, Features, Reviews and Alternatives [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.getapp.com/development-tools-software/a/3ds-max/>.
21. Features Learn more about Cinema 4D [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.maxon.net/en/cinema-4d/features>

22. МЕТОДОЛОГІЯ IDEF0 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://stud.com.ua/87184/ekonomika/metodologiya_idef0.
23. Unreal Engine Documentation: Blueprint Visual Scripting. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.unrealengine.com/en-US/ProgrammingAndScripting/Blueprints/index.html>.
24. Zakaria, H., Bakar, Z. A., & Shah, S. M. (2018). Game Development with Unreal Engine 4 and Blueprints. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 14(5), 1601-1622.
25. Постановка цілей по SMART [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://pdatu.edu.ua/images/vihovna-robota/psiholog/ps10.pdf>.
26. Організаційна структура управління: типи і характерні особливості [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://pidru4niki.com/15880315/menedzhment/organizatsiyna_struktura_upravlinnya_tipi_harakterni_osoblivosti.
27. Organization Breakdown Structure (OBS) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uplandsoftware.com/psa/resources/glossary/organization-breakdown-structure-obs/>.

ДОДАТОК А

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ на розробку та візуалізацію 3D моделі будинку

ПОГОДЖЕНО:

Доцент кафедри комп'ютерних наук

_____ Федотова Н.А

Студентка групи ІТ-91

_____ Безвін Б.В.

Суми 2023

1. Призначення й мета створення 3D моделі

1.1 Призначення 3D моделі

3D модель будинку з використанням візуальних елементів має надавати можливість змінювати інтер'єр та візуальний вид будинку за допомогою інтерактивного додатку.

1.2 Мета створення 3D моделі

Використання 3D моделі у мультимедійних та презентаційних цілях, а також для можливої майбутньої реалізації в реальному житті.

1.3 Цільова аудиторія

До цільової аудиторії проєкту можна віднести:

1. Архітектори;
2. Клієнти, які в пошуках 3D моделі для майбутньої побудови будинку;

2 Вимоги до 3D моделі

2.1 Вимоги до 3D моделі в цілому

3D модель будинку повинна надавати користувачу можливість переглянути інтер'єр будинку та взаємодіяти з ним в інтерактивному додатку. Також модель може використовуватися в якості прикладу планування будинку для побудови в реальному житті.

2.1.1 Вимоги до структури й функціонування 3D моделі

3D модель повинна містити в собі всі необхідні дані для проектування та аналізу інтер'єру, а саме:

- **Реалістичність:** Модель повинна відображати будівлю інтер'єром таким чином, щоб вона виглядала як можливо більш реалістично. Це включає в себе деталізацію архітектурних елементів, коректність пропорцій, використання реалістичних текстур і матеріалів.
- **Параметризація:** Модель повинна мати параметри, які можна змінювати, щоб користувач міг налаштувати різні аспекти будівлі, такі як розмір кімнат, розташування меблів, колір стін і т. д. Це дозволить користувачам експериментувати з дизайном і персоналізувати простір під свої потреби.

- **Інтерактивність:** Модель має бути інтерактивною, що дозволяє користувачам взаємодіяти з нею. Вони повинні мати можливість обертати, масштабувати, переміщати камеру, змінювати кут огляду, взаємодіяти з об'єктами в просторі і т. д. Це дозволить користувачам отримати більш детальний та глибокий розгляд моделі.

2.1.2 Вимоги до персоналу

Від персоналу не має вимагатися особливих технічних навичок для експлуатації інтерактивного додатку, окрім загальних навичок роботи з персональним комп'ютером.

2.1.3 Вимоги до розмежування доступу

Розроблювана 3D модель має бути загальнодоступною за посиланням на репозиторій GitHub або Google Drive. Редагування має бути недоступним. Редагувати зовнішній вигляд та додавати новий контент має право лише адміністратор додатку.

2.1.4 Системні вимоги до побудови та використання моделі

Системні вимоги для побудови і використання моделі повинні відповідати таким:

- Операційна система Windows 10, 11;
- Чотирьохядерний процесор з частотою 2,8 ГГц;
- Оперативна пам'ять розміром 4 гб;
- Відеокарта GTX 650;
- Програмний продукт Blender 2022;
- Ігровий рушій Unreal Engine 4.

3 Структура 3D моделі

3.1 Загальна інформація про структуру 3D моделі

Структура 3D моделі являє собою набір кімнат які містять в собі елементи інтерактивності та взаємодії з інтер'єром.

Склад кімнат наступний:

- кухня;
- вітальня;

- 2 спальні;
- зал;
- будуар;
- санвузол;
- кімнати для відпочинку;

3.2 Наповнення 3D моделі

Наповнення контентом та інтер'єру 3D моделі будинку відбувається за допомогою безкоштовних текстур паків які доступні в бібліотеці магазину Epic Games Store.

3.3 Дизайн та структура 3D моделі

Стилістика 3D моделі має бути сучасною та з чіткою якістю зображення для кращого сприйняття. Також потрібно врахувати розташування елементів для того щоб не заважати користувачу переміщатись по всій моделі. Основою мають бути 3D елементи чіткої якості, які створені вручну.

4. Склад і зміст робіт зі створення 3D моделі

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

A.1.

Таблиця A.1 – Етапи створення 3D моделі

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
1	Постановка цілей необхідних для досягнення певного результату	3 дні
2	Складання технічного завдання	3 дні
3	Пошуки прототипів	2 дні
4	Пошуки текстур паків	2 дні
5	Створення основних кімнат	3 дні
6	Робота над рендером матеріалів	2 дні

Продовження Таблиця А.1 – Етапи створення 3D моделі

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки (у робочих днях)
7	Створення 3D елементів для покращення візуалізації 3D моделі	5 днів
8	Робота зі світлом	3 дні
9	Перевірка функціональності 3D моделі	1 день
10	Завершення роботи та розміщення на репозиторію GitHub	1 день
	Загальна тривалість робіт	25 днів

ДОДАТОК Б

ПЛАНУВАННЯ РОБІТ

На сьогоднішній день ринок 3D моделювання є одним із найприбутковіших. Із моменту початку інформаційно-технічної революції світ стрімко рухається в майбутнє, створюючи все більш досконалі комп'ютерні системи для моделювання, щоб полегшити життя людини, а так само зайняти його дозвілля.

З появою персональних комп'ютерів (ПК), із кожним роком, їх роль в житті сучасного суспільства постійно зростає. ПК став незамінним помічником не тільки в сфері економічних розрахунків, а й є потужним центром для втілення ідей. Напрямок впливу моделювання відчуває потужний тиск із боку пристроїв доповненої реальності й інших, впроваджуваних завдяки розвитку інформаційних технологій. Сучасна людина іноді навіть не замислюється, що і її ПК є діючим способом втілити всі фантазії в реальність.

Комп'ютерні технології роблять життя людини багатшим, більш насиченим. Як наслідок – це потужна економічна сфера приносить великі доходи.

Тому не випадково, що особлива роль у житті сучасної людини відводиться моделюванню та проектуванню.

Метою даної роботи є розробка ігрового додатку та візуалізація 3D моделі будинку з інтер'єром з додаванням інтерактивних можливостей для використання 3D моделі у мультимедійних та презентаційних цілях, а також для можливого майбутнього втілення в реальному житті.

Для досягнення мети проекту необхідно виконати наступні задачі:

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

- додавати матеріали та текстури, які нададуть реалістичного вигляду всій моделі;
- зробити перевірку та тестування, щоб переконатися, що всі елементи візуалізації працюють належним чином;
- створити інтерактивний додаток для перегляду візуалізації.

Деталізація мети проекту методом SMART

Якщо коротко описувати технологію SMART, то можна розшифрувати дану аббревіатуру наступним чином [25].

Specific. Перекласти можна як конкретний. Тобто, чим точніше людина описує очікувану ціль та описує її тим більші шанси на її досягнення.

Measurable. Тобто вимірюваний. Потрібно чітко розуміти як буде оцінюватися певний пройдений етап робіт та сам проект.

Achievable. Тобто досяжний. Ще на ранньому етапі виконуюча над проектом роботу людина на основі існуючих ресурсів повинна усвідомити свої можливості щодо повного виконання задуманої ідеї.

Relevant. Одним з варіантів перекладу є «значущий» або в рамках даної технології часто його замінюють на **Realistic** – «реалістичний».

Time-bound – «обмежений в часі». Успішно реалізованим не можна назвати проект, що виконувався без заданих обмежень в часі. Всі роботи повинні мати певні рамки щодо виконання їх своєчасно.

Отже, можемо сформулювати мету нашого проекту за цими п'ятьма факторами. Результати наведені у таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Формалізація мети за технологією SMART

Specific	Візуалізація 3D моделі будинку з інтер'єром. Інтерактивність та параметризація рендеру.
Measurable	Результат допоможе скоротити час (20 днів) та ресурси (кадрові та матеріальні) для подальшого використання та взаємодії з 3D моделлю.
Achievable	Проект реалізовується у відповідності до рівня досвіду та на основі затвердженого ТЗ.
Relevant	Результат допоможе охопити більшу кількість аудиторії за допомогою подачі матеріалу в презентуючій формі.
Time-bound	Проект виконується враховуючи встановлені на ранньому етапі обмеження в часі (червень 2023).

Планування змісту робіт. WBS (Work Breakdown Structure – Ієрархічна структура робіт) – це графічний вигляд елементів проекту, які згруповані ієрархією у єдине ціле з продуктом проекту. Структура декомпозиції робіт орієнтована на досконале виконання робіт по частинам і сама є ключовою частиною проекту, яка спрямована на організацію командної роботи. Елементами декомпозиції можуть бути продукти, дані та послуги. Більше того, WBS забезпечує необхідним каркасом для ретельної оцінки термінів та контролю та графіків роботи.

На найвищому (першому) рівні розміщений продукт проекту. Основні дії та заходи, що забезпечують досягнення мети проекту, зафіксовані на другому рівні декомпозиції. Декомпозиція робіт виконується до тих пір, поки вони не стануть елементарними (простими).

Елементарні роботи – це дії, які мають однозначний чіткий результат, на які призначена відповідальному одна конкретна особа, для якої можна обчислити витрати праці і тривалість виконання. На рисунку Б.1 представлено WBS проекту щодо візуалізації 3D моделі будинку з інтер'єром. Інтерактивність та параметризація рендеру. [26].

Планування структури виконавців

Наступним етапом після декомпозиції процесів є розробка організаційної структури виконавців або OBS, яка визначається як графічна структура відображення учасників або відповідальних осіб, які беруть участь у реалізації проекту [27].

У ролі відповідальних осіб виступають співробітники, що відповідають за організацію і виконання елементарної роботи, що зазначена у WBS. Кожну елементарну роботу можна розглядати як окремий проект.

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

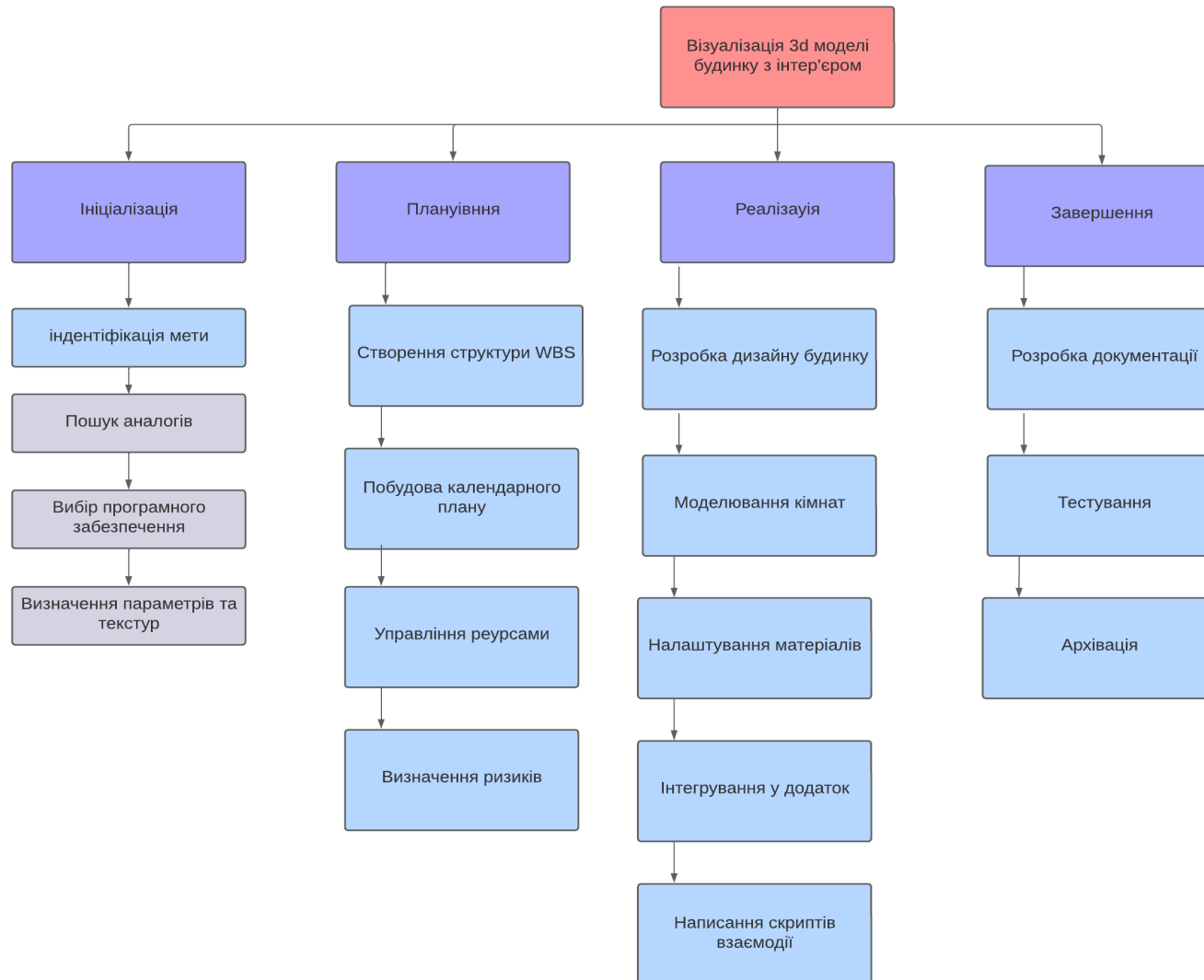


Рисунок Б.1 – WBS-структура робіт проекту

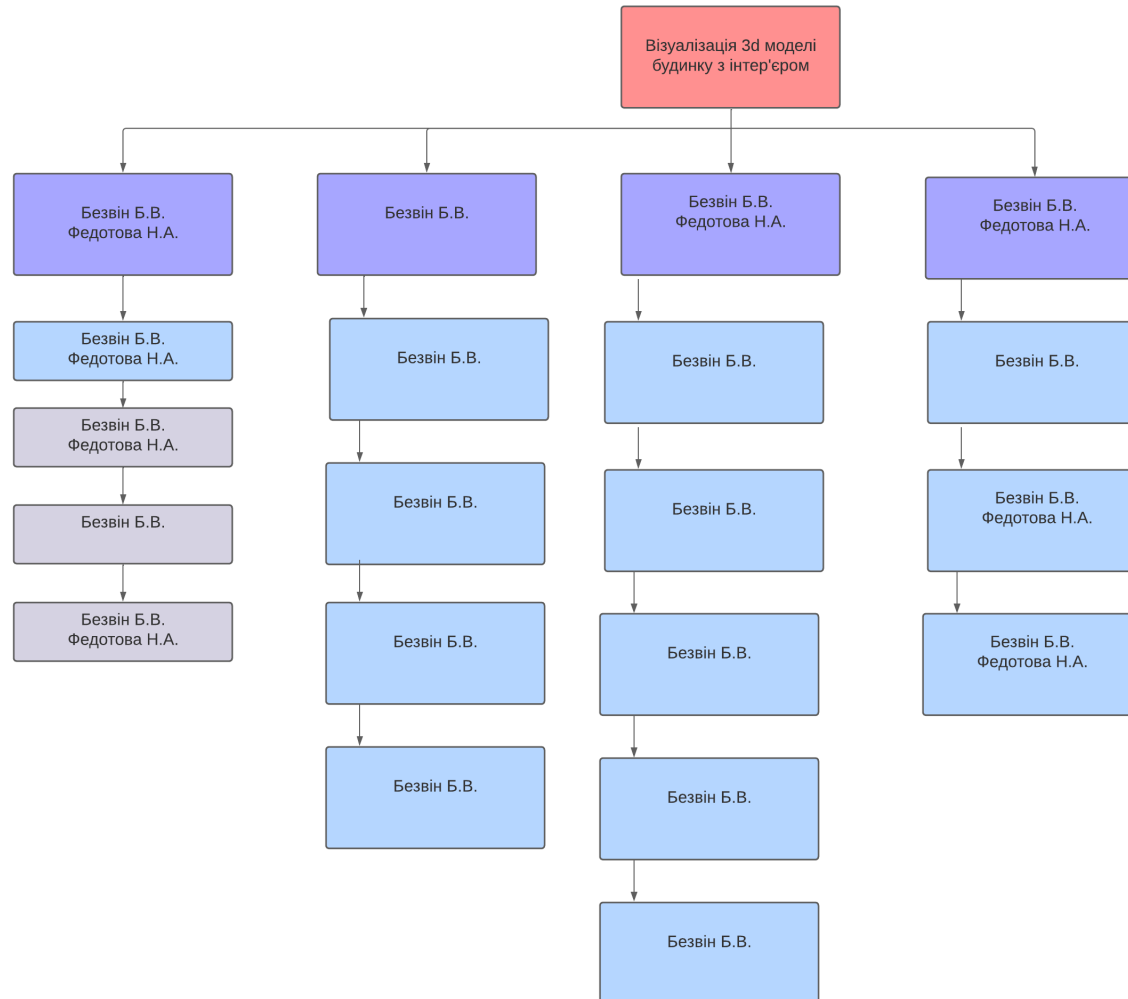


Рисунок Б.2 – OBS-структура робіт проект

Таблиця Б.2 – Виконавці проекту

Роль	Ім'я	Проектна роль
Керівник проекту	Федотова Н.А.	Відповідає за виконання термінів, розподіл ресурсів, та завдань між учасниками. Виконує збір та аналіз даних.
Дизайнер	Безвін Б.В.	Створення атмосфери локації та дизайну.
3D-моделлер	Безвін Б.В.	Створення 3D об'єктів локації та анімації.
Програміст (C++, Blueprint)	Безвін Б.В.	Створення інтерактивних елементів за допомогою мови програмування та системи Blueprint
Тестувальник	Тестувальник	Знаходження помилок до релізу гри

Діаграма Ганта

Побудова календарного графіку (діаграми Ганта) є одним з важливих етапів планування проекту, що виглядає як розклад виконання робіт з реальним розподілом дат. Завдяки йому можна отримати достовірне уявлення про тривалість процесів з обмеженнями у ресурсах, урахуванням вихідних днів та свят.

Календарний графік проекту представлено на рисунках Б.3-Б.5.

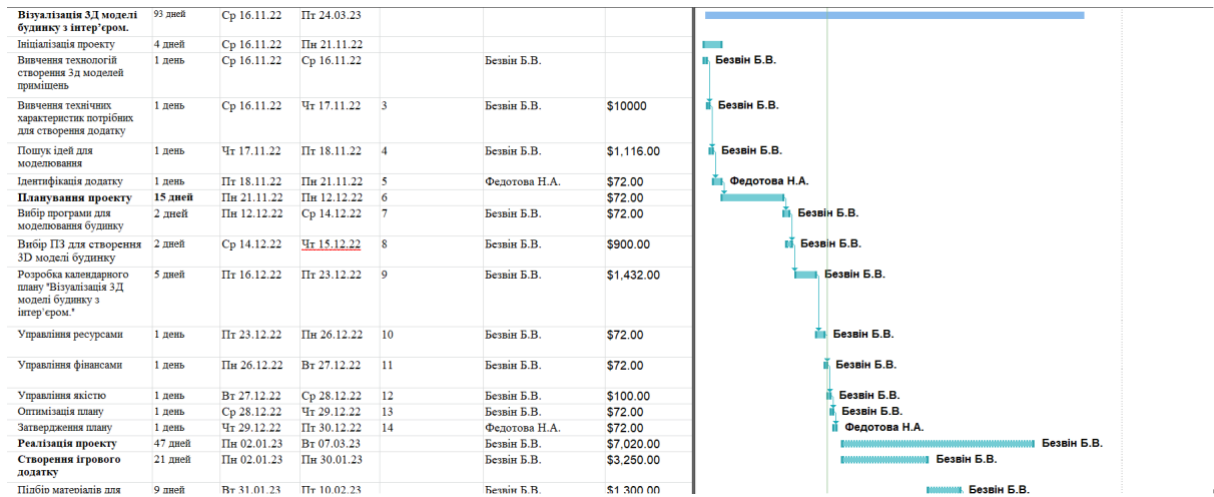


Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта. Частина 1

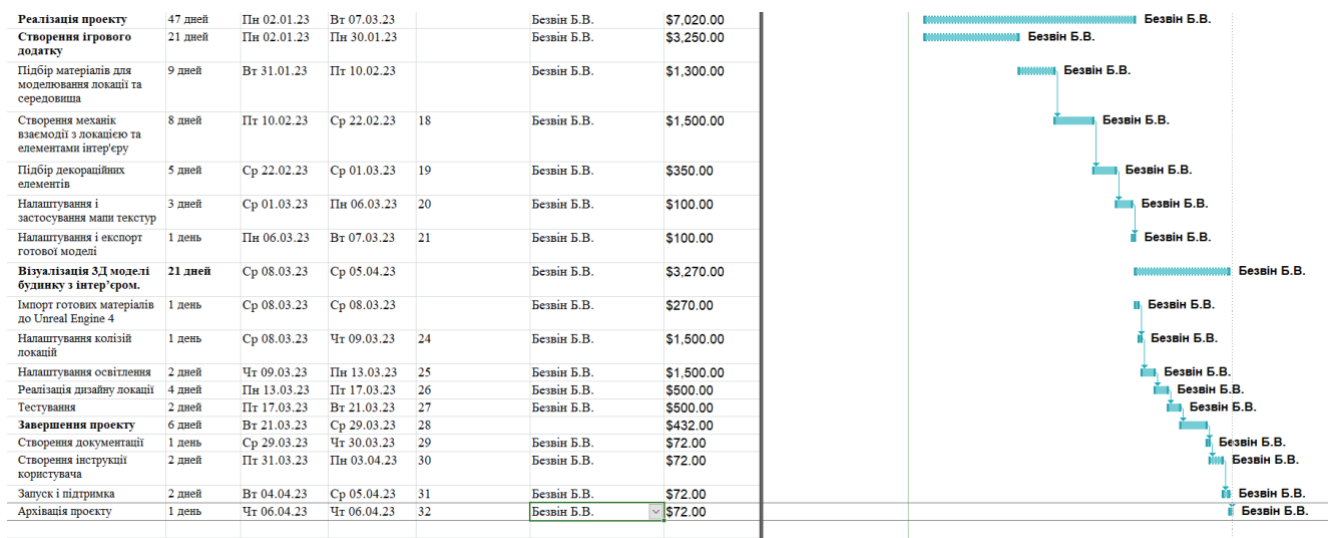


Рисунок Б.3 – Діаграма Ганта. Частина 2

Управління ризиками проекту

Під час виконання якісної оцінки ризиків треба визначити ризики, які мають бути усунені якнайшвидше. У залежності від ступеня важливості ризику – реагування буде відповідне. Наступним етапом є виконання кількісного оцінювання ризиків. Кількісне та якісне оцінювання можуть виконувати одночасно або окремо, що залежить від ступеня забезпечення проекту. У таблиці Б.3

представлено шкалу для класифікації ризиків за величиною впливу на проект та ймовірністю виникнення.

Таблиця Б.3 – 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

Для того, щоб знизити негативний вплив ризиків на проект треба виконати планування реагування на них. До нього входить визначення ефективності розробки та оцінка наслідків впливу на проект. Оцінювання виконується за показниками, що описані в таблиці Б.3. У результаті планування реагування було отримано матрицю ймовірності виникнення ризиків та впливу ризику, що зображена на рисунку Б.4. Зеленим кольором на матриці позначають прийнятні ризики, жовтим – виправдані, а червоним – недопустимі.

3	ИМПАКТ	RS_2	RS_14	RS_4 RS_5
2		RS_13	RS_9, RS_3	RS_10
1		RS_12	RS_8, RS_11, RS_15	RS_6, RS_7, RS_1
		Probability		
		1	2	3

Рисунок Б.4. – Матриця ймовірності

Класифікація ризиків за рівнем, відповідно до отриманого значення індексу, представлена у таблиці Б.4. У таблиці Б.5 описано ризики та стратегії реагування на кожен з них.

Таблиця Б.4 – Шкала оцінювання за рівнем ризику.

№	Назва	Межі	Ризики, які входять
1	Прийнятні	$1 < R < 2$	8,11,12,13,15
2	Виправдані	$3 < R < 4$	1,2,3,6,7,9,10,14
3	Недопустимі	$6 < R < 9$	4,5

Таблиця Б.5 – Ризики та стратегії реагування

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_1	Відкритий	Непорозуміння між розробником та замовником	Низька	Середній	3	1.Налагодити гарні відносини між розробником та керівником. 2.Дотримуватися ділового етикету спілкування. 3.Створити комфортні умови для співпраці.	Попередження	При виявленні непорозуміння потрібно в'яснити, що саме стало причиною непорозуміння обговорити її та створити здорову атмосферу в колективі.
RS_2	Відкритий	Поява альтернативного додатку	Низька	Середній	4	1.Провести попереднє дослідження. 2.Вибрати унікальну стратегію створення додатку.	Прийняття	Змінити ідею створюваного додатку
RS_3	Відкритий	Низька кваліфікація розробників	Середня	Середній	4	1.Підвищити кваліфікацію персоналу. 2.Використати онлайн-ресурси для підвищення рівня знань	Пом'якшення	Врахувати час на підготовку працівників. Видати літературу, переглянути онлайн-уроки.

Продовження таблиці Б.5 – Ризики та стратегії реагування

RS_4	Відкритий	Нечітке завдання на розробку	Середня	Високий	6	1.Ясно і однозначно обговорити із замовником усі види вимог. 2.Скласти глосарій для запобігання розбіжностей у розумінні слів та термінів. 3.Періодичний контроль замовником етапів роботи.	Попередження	При виявленні невідповідностей деяких характеристик продукту заявленим вимогам потрібно уважно та чітко окреслити те, що було виконано невірно та зробити правки
RS_5	Відкритий	Неоптимальний розподіл часу	Висока	Високий	9	Провести аналіз актуальності найважливіших процесів та робіт. Звернути особливу увагу на правильність розподілу часу. Правильно визначити пріоритети виконання робіт. Чітко дотримуватися календарного плану	Пом'якшення	Змінити порядок пріоритетів робіт. Знайти способи оптимізації роботи з вже існуючою розстановкою. Обговорити варіанти внесення поправок до термінів реалізації із замовником.

Продовження таблиці Б.5 – Ризики та стратегії реагування

ID	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	План А	Тип стратегії реагування	План Б
RS_7	Відкритий	Вибір не ефективної технології розробки 3D-додатку	Середня	Середній	4	1.Проаналізувати методи та засоби, для виконання додатку. 2.Обрати зрозумілу та легку в використанні технологію розробки	Пом'якшення	Виділити час та ресурси на пошуки покращення обраної технології. Застосувати допоміжні ресурси.
RS_8	Відкритий	Неправильна оцінка в масштабі додатку	Низька	Середній	2	1.Провести детальний аналіз проекту. 2.Визначити основні етапу проекту, розподілити час на їх виконання.	Пом'якшення	Переоцінка масштабів проекту. Перебудова стратегії реалізації проекту
RS_9	Відкритий	Помилки 3D-моделювання	Середня	Середній	4	На етапі моделювання тісно співпрацювати із замовником та на певних етапах демонструвати поточні результати	Пом'якшення	Здійснювати проміжний контроль результатів в ході виконання проекту.

Продовження таблиці Б.5 – Ризики та стратегії реагування

RS_10	Відкритий	Збої в роботі програмного забезпечення	Низька	Середній	3	1.Підготувати резерв програмних засобів. 2.Залучити спеціаліста для усунення збоїв.	Попередження	Замінити програмне забезпечення
RS_11	Відкритий	Відсутність резервних копій даних	Низька	Середній	2	1.Налаштувати автоматичне збереження даних. 2.Зберігати дані на різних носіях інформації.	Попередження	Робити копію даних після кожного виконаного етапу.
RS_12	Відкритий	Реалізація непотрібних механік додатку	Низька	Низький	1	Попередити замовника про можливість додаткових механік гри.	Використання	Обговорити вимоги і збитки від можливих змін проекту.
RS_13	Відкритий	Невикористання моніторингу проекту	Середня	Низький	2	Здійснювати проміжний контроль результатів в ході виконання проекту. Здійснювати моніторинг проекту працівниками.	Перенесення	Здійснювати моніторинг проекту замовником. Надання проміжних результатів виконання проекту після кожного етапу.

Продовження таблиці Б.5 – Ризики та стратегії реагування

RS_14	Відкритий	Виникнення проблем із програмним забезпеченням користувачів	Середня	Середня	4	1.Розробка проекту з урахуванням вимог програмного забезпечення користувачів проекту. 2.Модифікація проекту з урахуванням різних версій програмного забезпечення, яке буде застосовуватися.	Прийняття	
RS_15	Відкритий	Зміна вимог замовника в процесі розробки додатку	Низька	Середній	3	Узгодити всі питання на початкових етапах, щоб мінімізувати кількість змін під час розробки	Пом'якшення	Переоцінка проекту, кожного разу, коли вимоги змінюються

