

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

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Світлана ВАЩЕНКО

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,  
освітньо-професійної програми «Інформаційні технології проектування»  
на тему: « Інтерактивний додаток з вивчення Blender»

Здобувача групи IT-01 Косенка Віталія Миколайовича  
(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)

Віталій КОСЕНКО

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник ст. викладач, к.т.н, доц. Наталія ФЕДОТОВА

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

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Суми – 2024**

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В. о. зав. кафедри ІТ

Світлана ВАЩЕНКО

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **ЗАВДАННЯ** НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

*Косенку Віталію Миколайовичу*

**1 Тема роботи** Інтерактивний додаток з вивчення Blender

керівник роботи *Федотова Наталія Анатоліївна*,

затверджені наказом по університету від «07» травня 2024 р. №0482-VI

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

**3 Вхідні дані до роботи**

Матеріали з вивчення Blender, технічне завдання

**4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)** Аналіз проблеми розробки тренажерів, Моделювання та проектування інтерактивного додатку з вивчення Blender, Практична реалізація інтерактивного додатку-тренажеру

**5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)** Актуальність роботи, Об'єкт та предмет дослідження., Мета та задачі, Аналіз аналогів, Вимоги до ігрового додатку, Контекстна діаграма процесів у нотації IDEF0, Декомпозиція контекстної діаграми, Діаграма варіантів використання, Засоби реалізації додатку, Діаграма комунікації, Діаграма комунікації, Практична реалізація. Базові моделі, Розробка віджету меню, Покроковий тест, Розробка тестів, Практична реалізація. Система оцінювання, Приклад тестування Blueprint реакції на подію натискання на кнопку, Висновок, Апробація результатів.

**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	Визначення мети роботи, ознайомлення з базою проходження практики	01.04.2024 – 03.04.2024	
2	Дослідження предметної області	01.04.2024-10.04.2024	
3	Написання технічного завдання на розроблення додатку	04.04.2024-07.04.2024	
4	Розподіл та планування задач, формування діаграми Ганта, дослідження ризиків	08.04.2024-14.04.2024	
5	Розробка специфікації	11.04.2024-24.04.2024	
6	Дослідження актуальності обраної теми та проведення аналізу предметної області	15.04.2024-19.04.2024	
7	Створення компонентів додатку	19.04.2024-17.05.2024	
8	Проведення аналізу додатків-аналогів та виділення функціональних вимог для розроблюваного додатку	20.04.2024-24.04.2024	
9	Оформлення пояснювальної записки звіту	26.04.2024- 28.04.2023	
10	Налаштування взаємодії між меню та рівнями	20.05.204-23.05.2024	
11	Тестування	24.05.2024-06.06.2024	
12	Створення програмної документації	07.06.2024-11.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Віталій КОСЕНКО

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

:т.н., доц. Наталія ФЕДОТОВА

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Інтерактивний додаток з вивчення Blender».

Пояснювальна записка складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел із 22 найменувань, додатків. Загальний обсяг роботи – 60 сторінок, у тому числі 39 сторінок основного тексту, 3 сторінки списку використаних джерел, 16 сторінок додатків.

Актуальність роботи полягає в необхідності урізноманітненні способів подання інформації у вигляді тренажерів для збільшення якості освіти.

Мета роботи: Розробити інтерактивний додаток з вивчення Blender.

В першому розділі було проаналізовано актуальність роботи, продукти аналоги, можливі засоби реалізації та виконано постановку задачі.

У другому розділі виконано моделювання роботи тренажеру за допомогою діаграм IDEF0 та UML, а саме діаграма IDEF0, декомпозиція 1 рівня, діаграма варіантів використання, діаграма станів, діаграма класів аналізу, діаграма послідовності та діаграма комунікації.

У третьому розділі описано процес розробки тренажеру та наповнення його контентом, а також продемонстровано його працездатність та наведено приклад роботи.

Результатом є інтерактивний додаток-тренажер для вивчення Blender.

Ключові слова: 3D модель, матеріал, текстура, візуалізація, тренажер, Blender, Unreal Engine, тестування.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ТРЕНАЖЕРІВ.....	8
1.1 Огляд актуальних досліджень і публікацій.....	8
1.2 Аналіз програмних продуктів – аналогів.....	10
1.3 Постановка задачі.....	15
1.4 Вибір засобів реалізації програмного забезпечення.....	15
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ З ВИВЧЕННЯ BLENDER .....	17
2.1 Структурно-функціональне моделювання додатку.....	17
2.2 Діаграма варіантів використання.....	18
2.3 Діаграма станів використання.....	19
2.4 Діаграма класів аналізу.....	20
2.5 Діаграма послідовності.....	21
2.6 Діаграма комунікації.....	22
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ – ТРЕНАЖЕРА.....	24
3.1 Структура додатку.....	24
3.2 Початок розробки тренажера.....	25
3.3 Налаштування головного меню.....	26
3.4 Реалізація роботи 1 рівня.....	29
3.5 Реалізація роботи 2 рівня.....	31
3.6 Реалізація роботи 3 рівня.....	33
3.7 Тестування тренажеру.....	35
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40
ДОДАТОК А.....	43
ДОДАТОК Б.....	48

## ВСТУП

Зараз багато людей використовують комп'ютерні тренажери для навчання і вдосконалення своїх навичок, і це стосується не лише ігор, але й інших сфер, таких як 3D-моделювання. Blender — один з найпопулярніших інструментів для створення тривимірної графіки, який користуються як професіонали, так і початківці.

Ця робота важлива, оскільки дозволить студентам та початківцям вивчати Blender у формі інтерактивного тренажера, що спростить і полегшить процес навчання. Використання Unreal Engine 5 в якості платформи для реалізації проекту дозволить отримати високоякісний та функціональний додаток з кросплатформеною підтримкою. Такий підхід підвищує доступність навчання та сприяє більш ефективному освоєнню Blender.

Об'єкт дослідження: розробка інтерактивного тренажера у вигляді додатку.

Предмет дослідження: методи та засоби реалізації інтерактивного тренажера, вибір оптимального програмного середовища для його створення.

Метою проекту є створення інтерактивного тренажера, що відтворює роботу користувача з інтерфейсом програми Blender.

Для досягнення заданого необхідно:

- Проаналізувати існуючі джерела, що стосуються даної теми.
- Дослідити наявні методи для реалізації даного проекту та обрати найбільш підходящий для реалізації.
- Підготувати ресурси (скріншоти робочої області, алгоритми виконання тренувальних завдань).
- Створити меню програми (головне, налаштувань, вибору рівня).
- Розробити сценарії проходження рівнів.
- Протестувати готовий програмний продукт.

Розвиток технологій збільшує кількість різноманітних високотехнологічних знарядь праці, починаючи з інженерного станка і закінчуючи літаком та медичним апаратом, та знань, необхідних для роботи з ними. Тому, практична цінність полягає в тому, що робота з тренажерами допомагає збільшити зацікавленість та мотивацію студента при засвоєнні нового матеріалу. Також використання тренажерів не тільки допоможуть підготуватися до можливої нестандартної ситуації, а й дозволяють уникнути небезпеки та матеріальних втрат якщо допущено помилку. Всі вище перелічені факти підтверджують практичну цінність даної теми.

# 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ТРЕНАЖЕРІВ

## 1.1 Огляд актуальних досліджень і публікацій

Інтерактивні методи навчання - це підходи до навчання, які включають залучення учнів у процес навчання через взаємодію у ігровій формі. Ці методи спрямовані на створення навчального середовища, де учні мають змогу ефективно сприймати, обробляти та засвоювати нові знання та навички. Вони включають в себе групову роботу, дискусії, інтерактивні тренажери, ігри, кейс-методи та інші форми активного навчання.

Головним аспектом у процесі навчання з використанням інтерактивних технологій є взаємодія і співпраця між здобувачами освіти. Тоді результати навчання досягаються взаємними зусиллями студентів. У процесі дискутування вони навчаються виконувати найскладніші завдання, аналізувати проблеми, що виникли, приймати виважені рішення, висловлювати свою думку, моделювати різноманітні ситуації та багато іншого [6].

Технологічний розвиток сприяє тому, що людина може лікувати все більше і більше хвороб, не в останню чергу використовуючи високоточні та високотехнологічну апаратуру. Саме це робить тренажери, які пов'язані з медициною, досить потрібними для студентів та лікарів-початківців. Віртуальна реальність у медичній освіті дозволяє студентам медичних спеціальностей вивчати анатомічні структури в тривимірних віртуальних середовищах без дорогих анатомічних моделей людей або тварин. За використанням тактильного пристрою, студенти можуть прямо маніпулювати анатомічними структурами, що покращує їх розуміння будови тіла. Порівнюючи маніпулювання віртуальною анатомією з пасивним переглядом дослідники відмічають, що результати відображають підвищене засвоєння та розуміння структур, особливо учасниками з низькими просторовими здібностями [1].



Високоточне моделювання (HFS) є важливою частиною освітніх програм у галузі охорони здоров'я. Існують значні докази щодо ефективності HFS у програмах бакалаврату медсестр, але менше досліджень щодо його використання в програмах для практикуючих медсестр (НП). Мета цього дослідження полягала в синтезі найкращих доступних доказів щодо ефективності HFS у програмах НП по всьому світу. Десять досліджень, проведені в Сполучених Штатах між 2007 і 2014 роками, були включені до огляду. Дослідження показують, що симуляційне навчання є ефективним методом навчання студентів медичних спеціальностей і вони більш задоволені таким навчанням порівняно з іншими методами [2].

Використання інтерактивних симуляцій перед лекціями може покращити розуміння матеріалу та підготовку студентів, бо дозволяє досліджувати об'єкти та процеси з більшою деталізацією, що неможливо або дуже складно у реальному часі. Ігровий підхід у навчанні створює більш зрозуміле та цікаве середовище, що привертає увагу студентів та покращує їх залученість до матеріалу. Також віртуальне середовище дозволяє виконувати складні операції та проводити експерименти без ризику для життя та здоров'я пацієнтів. Дослідження показують, що використання віртуальної реальності може підвищити ефективність навчання на 10% порівняно з традиційними методами.[3]

Також використання авіаційних тренажерів у навчанні пілотів дозволяє значно зекономити ресурси порівняно з тренуваннями на реальних літаках або гвинтокрилах. Собівартість льотного часу на тренажері в кілька разів менше, ніж на реальному літаку, що робить такий метод більш доступним фінансово. Особливо це важливо в умовах сучасної України, де кожна копійка має значення, особливо в умовах воєнного конфлікту. Такий підхід дозволяє забезпечити якісну підготовку льотного складу в умовах, максимально наближених до реального польоту. Наприклад, пілоти літаків-винищувачів членів НАТО і США проводять значну частину часу на тренажерах, де імітуються реальні умови бойових вильотів, що дозволяє їм набути необхідні навички та досвід без ризику для життя та здоров'я. Такі

тренажери дозволяють імітувати різні ситуації, включаючи візуальне та акустичне середовище у кабіні та за кабіною екіпажу, що забезпечує ефект повного занурення у події, що відбуваються [4].

Навчання навичкам якісного дослідження та сприйняття інформації для студентів може бути викликом через суб'єктивний та складний характер. Метою було докладно зрозуміти досвід студентів під час курсу, аналізуючи їх мову, виявлені проблеми та особисті успіхи. Аналіз документів показав, що студенти відчували як негативні, так і позитивні емоції під час дослідження, висловлювали вдячність за цей досвід та цінність підтримки однолітків. Рекомендацією є більше акцентування на практичній навчальній діяльності та співпраці для учасників якісних досліджень [5].

За допомогою практичного дослідження доведено, що група, яка проходила навчання на інтерактивному тренажері, має вищий середній бал ніж та група, яка засвоювала матеріал традиційним методом [7].

Це підтверджує те, що дана тема є актуальною та своєчасною для дослідження.

## **1.2 Аналіз програмних продуктів – аналогів**

В монографії [8] досліджено тему вибору оптимальних методів та організаційних форм оцінювання якості програмного забезпечення, призначеного для навчальних закладів загальної освіти в Україні. Згідно цього тренажери є необхідним компонентом комплексного навчання студентів різних форм навчання. Тому нами було проаналізовано декілька тренажерів, які були вибрані як продукти аналоги.

Перший аналог це веб-тренажер Пропущених чисел [9]. Він розроблений за допомогою HTML, CSS, JS. Користувач повинен ввести пропущені із послідовності числа. Даний веб-тренажер надає можливості

вибору варіантів, перевірки введених даних та повторної спроби відповіді на невірне питання.

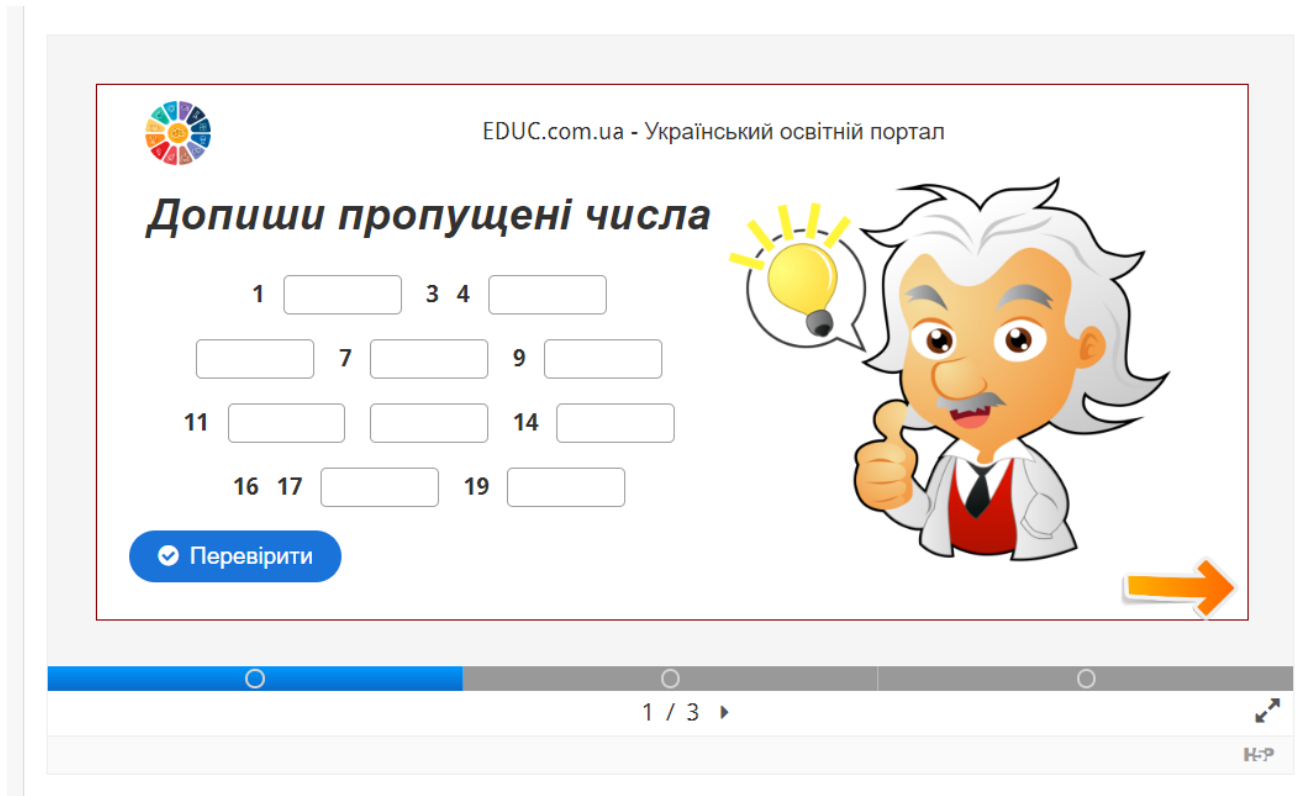


Рисунок 1.1 – Приклад тренажеру Пропущені числа

Другий аналог – веб-тренажер по створенню стандартних примітивів за допомогою 3DS Max (розробка бакалавра Ісаєва В.В.)[10]. Він має схожі риси по відношенню до розроблюваного, а саме зміна зображень інтерфейсу за допомогою кнопок, можливість змінити відповідь на правильну, а також відображення результату проходження тренажеру.

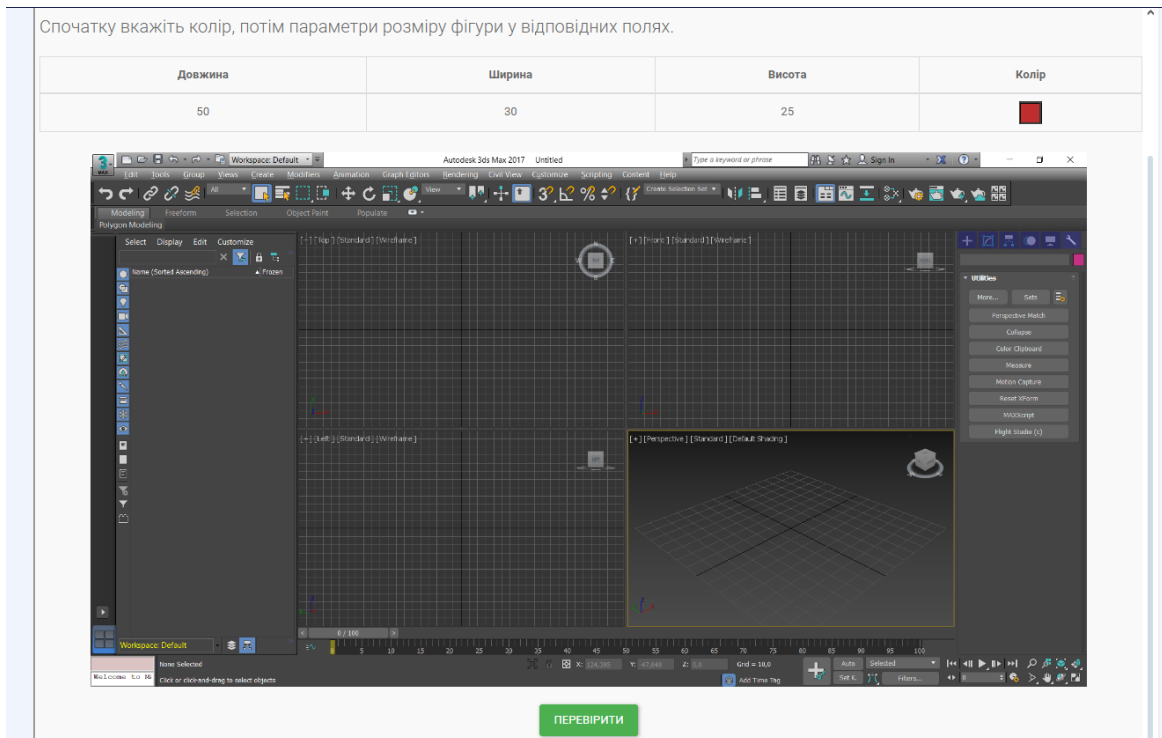


Рисунок 1.2 – Тренажер по створенню стандартних примітивів

Третім аналогом буде тренажер, розроблений для навчання звичайних хірургів у сфері абдомінальної травми, зокрема травми печінки, використовуючи доступний симулятор. Головною метою дослідження було перевірити ефективність програми та її валідність. Симулятор, вартістю \$1000, дозволив ефективно моделювати анатомічні структури для тренування. Учасники, серед яких були і сертифіковані хірурги, і лікарі-ординатори, оцінили програму дуже позитивно. Результати показали, що сертифіковані хірурги невідкладної допомоги досягали кращих результатів у порівнянні з загальними хірургами. Таким чином, ця програма навчання з використанням симулятора показала свою ефективність і доцільність[11].

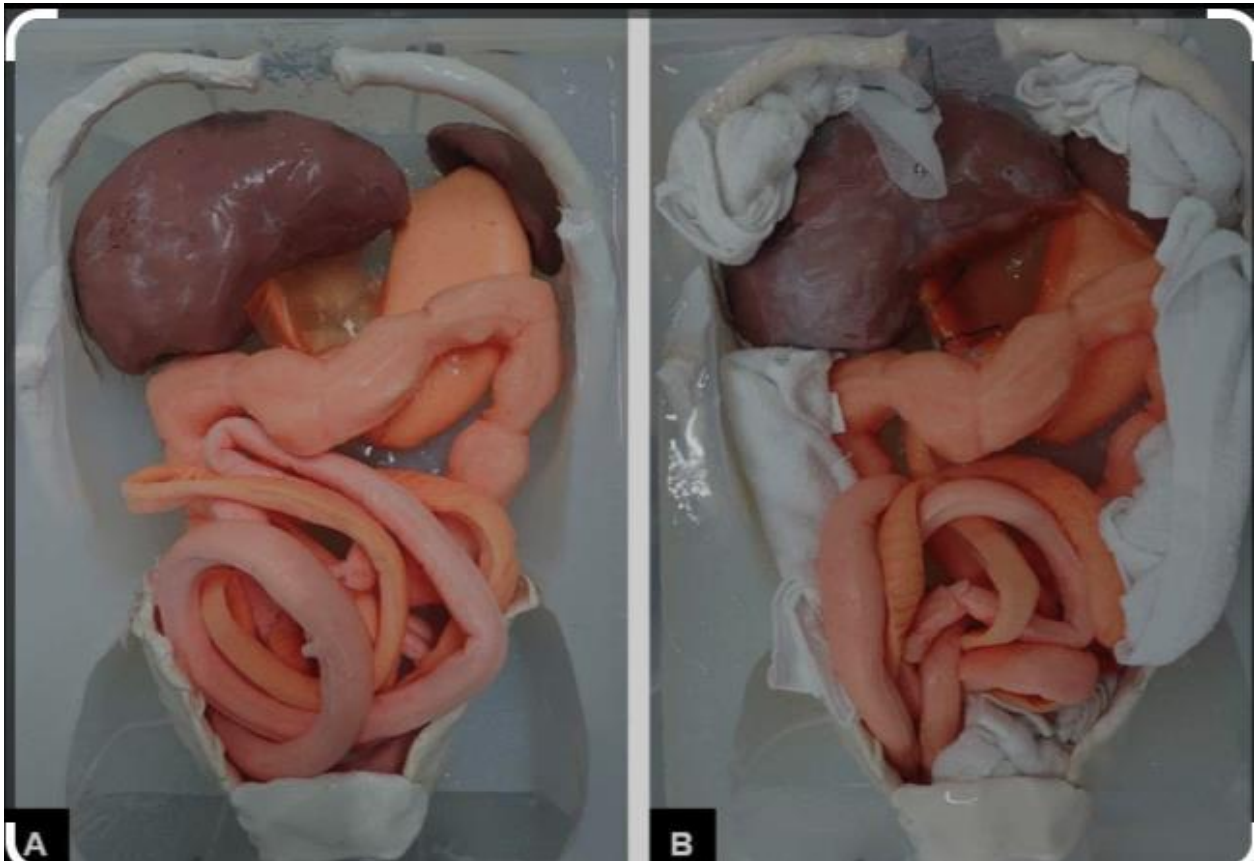


Рисунок 1.3 – Тренажер по навчанню хірургів

Четвертим аналогом буде тренажер забезпечення безпеки судноплавства в морських портах. Він наголошує на реалістичному моделюванні навігації для уникнення помилкових висновків через застарілі або неточні дані. Дослідження, яке здійснюється у Клайпедському морському порту, спрямоване на вирішення навігаційних проблем та використання передових інструментів у розробці імітаційних моделей. Важливість тренажерів у навчанні, підвищенні кваліфікації та підтримці безпеки навігації та розвитку морських портів підкреслюється як ключовий аспект[12].

Підсумовуючи отримані дані, найбільш оптимальний для розробки варіант додатку це «тренажер по створенню стандартних примітивів за допомогою 3DS Max». Порівняння даних представлено в Таблиці 1.



Рисунок 1.4 – Тренажер по безпеці судноплавства

Таблиця 1 – Порівняння продуктів аналогів

Критерії	Пропущені числа	Стандартні примітиви	Хірургічні операції	Судноплавство
Дешевизна	так	так	так	так
Ефективність	Низька	Середня	Висока	Висока
Безпека студента	Не обчислювано	Не обчислювано	Висока	Висока
Зацікавленість студента	Низька	Середня	Висока	Висока
Інтерактивність	Низька	Середня	Висока	Висока
Кількість та різноманітність завдань	Дуже низька	Середня	Висока	Висока

### 1.3 Постановка задачі

Метою проекту є створення інтерактивного тренажеру у вигляді додатку, що відтворює роботу користувача з інтерфейсом програми Blender.

Для досягнення заданого необхідно:

- Дослідити наявні методи для реалізації даного проекту та обрати найбільш підходящий для реалізації.
- Підготувати ресурси (скріншоти робочої області, алгоритми виконання тренувальних завдань).
- Створити меню програми (головне, налаштувань, вибору рівня).
- Розробити сценарії проходження рівнів.
- Протестувати готовий програмний продукт.

Розроблений тренажер повинен відповідати таким вимогам:

- Мати простий та зручний інтерфейс.
- Можливість обрати рівень .
- Змога отримати чітке завдання та пояснювальну інформацію до нього перед виконанням тесту.
- Вивести на екран результат проходження.

### 1.4 Вибір засобів реалізації програмного забезпечення

Розробка інтерактивного тренажеру може включати в себе різні інструменти та платформи, кожна з яких має свої переваги.

HTML/CSS технології добре підходять для створення статичних веб-сторінок та простих інтерактивних елементів. Вони легкі для вивчення та швидкого впровадження, але їх можливості обмежені у порівнянні з ігровими двигунами [13].

Unity спеціалізується на розробці ігор та інтерактивних додатків. Він має широкі можливості для створення 3D та 2D ігор, анімацій та комплексних симуляцій [14].

Unreal Engine 5 (UE5) відомий своєю потужною графікою та фізичною симуляцією, що робить його ідеальним вибором для тренажерів, де реалістична візуалізація та інтерактивність є ключовими. Крім того, UE5 має кросплатформеність та широкий набір готових інструментів для розробки [15].

Навіть якщо вам зручно працювати з HTML/CSS або Unity, UE5 може надати додаткові можливості для створення високоякісного та реалістичного досвіду для користувачів, тому варто обрати саме його.

Засобом для реалізації було обрано Unreal Engine 5, бо він підтримує кросплатформеність, має велику кількість допоміжної документації, а також наявний широкий вибір інструментів та можливостей для розробки інтерактивних додатків.

Функціональні вимоги до додатку:

- Можливість переходу на інший рівень.
- Керування в середовищі тренажеру повинно бути реалізовано за допомогою маніпулятора миша або тачпад.
- Можливість налаштування параметрів тренажера.
- Можливість виходу з тренажеру в будь-який час за бажанням користувача.
- Наявність теоретичного матеріалу до кожного рівня тренажеру.
- Наявність чітко сформульованого завдання до кожної теми.
- Тестування знань в кінці кожного рівня.
- Вивід результату проходження рівня.
- Мінімальні системні вимоги до обладнання, на якому буде запущено додаток-тренажер.



## 2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ З ВИВЧЕННЯ BLENDER

### 2.1 Структурно-функціональне моделювання додатку

Діаграма IDEF0 описує бізнес-процеси які необхідно представити в стандартизованому зображенні (рис. 2.1) [16-18]. Елементами є вхідні процеси: тема, необхідна для вивчення; вихідні процеси: отриманий бал; керівні процеси: матеріали тем для вивчення, правила роботи з тренажером; механізми: тренажер, користувач, апаратні забезпечення, технічне забезпечення.

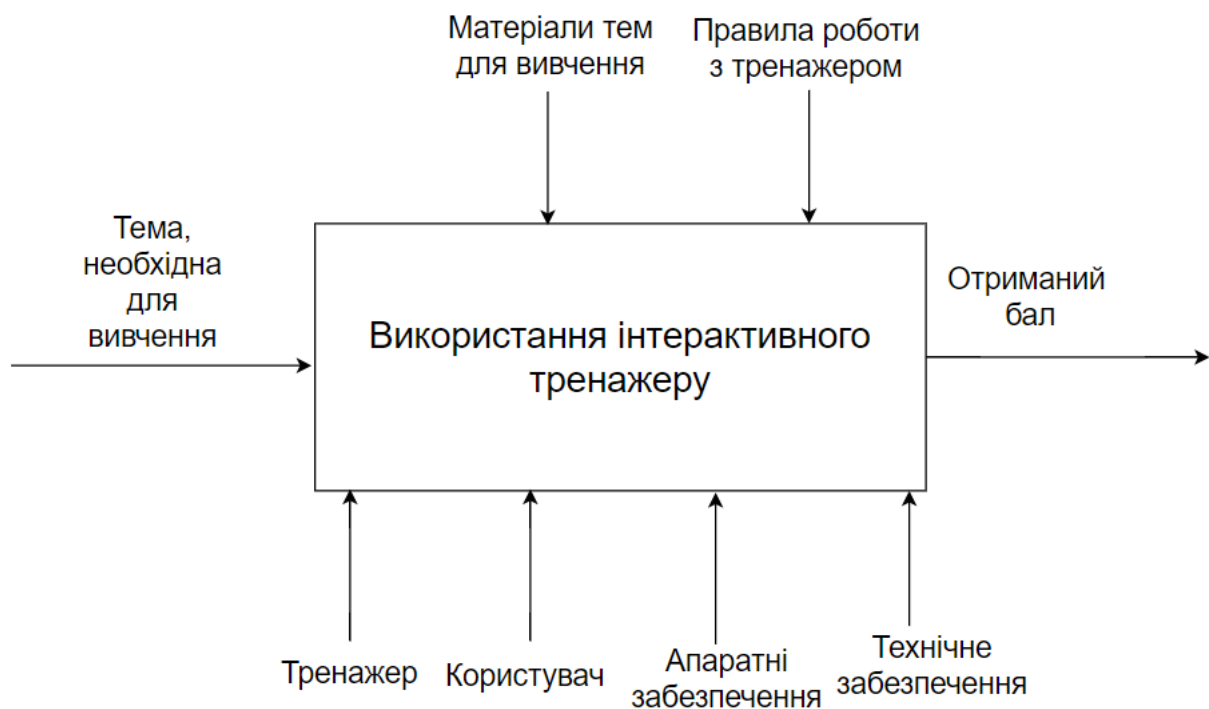


Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма в нотації IDEF0

Процес проходження тренажера необхідно декомпонувати на підпроцеси. Декомпозиція процесу проходження тренажера на підпроцеси допоможе краще зрозуміти, як розбити складний процес на менші, більш

керовані частини. Нами контекстна на 4 процеси: «Ініціалізація додатку», «Вибір рівня», «Вивчення теоретичного матеріалу», «Проходження тесту». Діаграму декомпозиції проходження тренажеру зображено на рисунку 2.2.

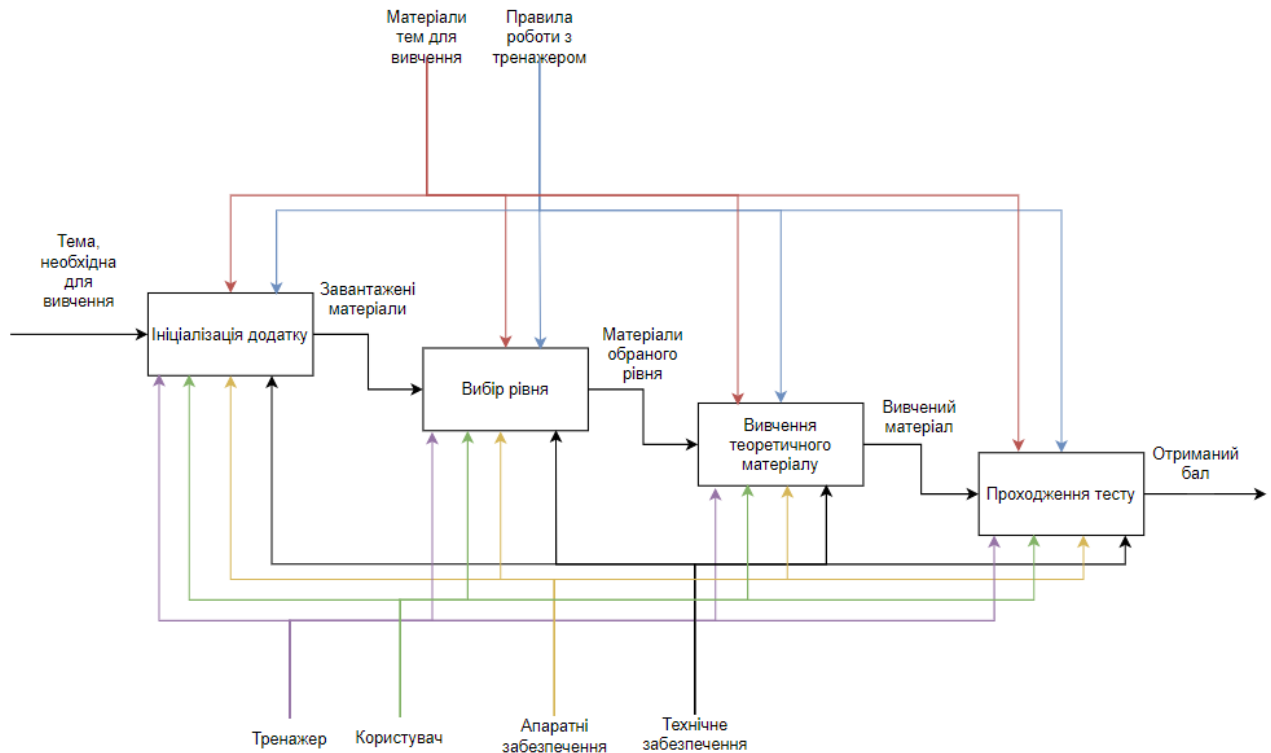


Рисунок 2.2 – Діаграма декомпозиції

## 2.2 Діаграма варіантів використання

Діаграма варіантів використання програмного продукту відображає взаємодію між акторами та прецедентами [19, 20]. Актором є користувач, прецедентами є: ініціалізація додатку, вибір завдання, засвоєння теорії та отримання завдання, проходження тесту, отримати результат проходження. Діаграму варіантів використання зображено на рисунку 2.3

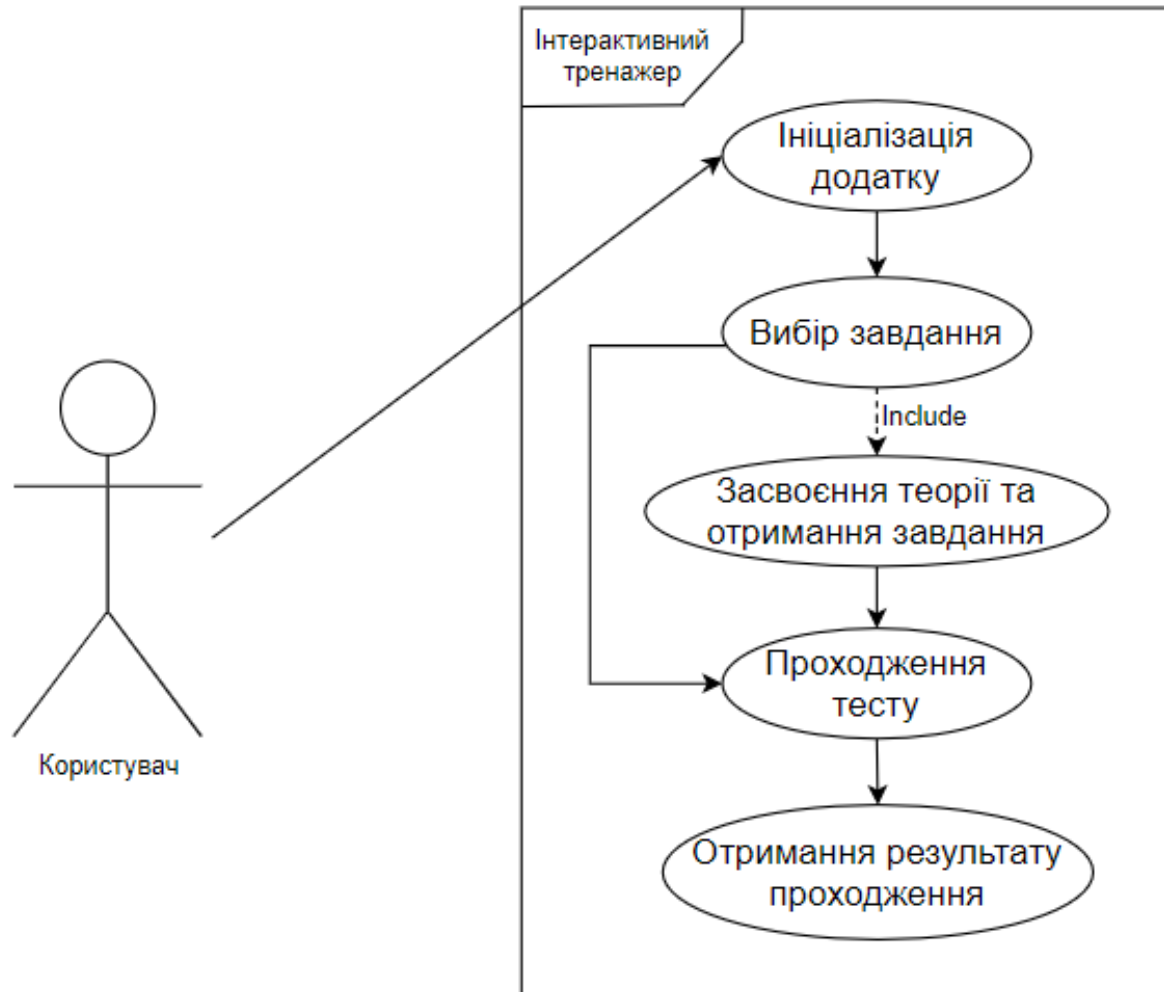


Рисунок 2.3 – Діаграма варіантів використання

### 2.3 Діаграма станів використання

Діаграма станів зображена на рисунку 2.4. Чорне коло є початковим станом тренажеру, прямокутники є станами, в яких знаходиться об'єкт, стрілки зображують перехід між станами, а чорне коло з вкладеним колом всередині є кінцевим станом об'єкту [21].

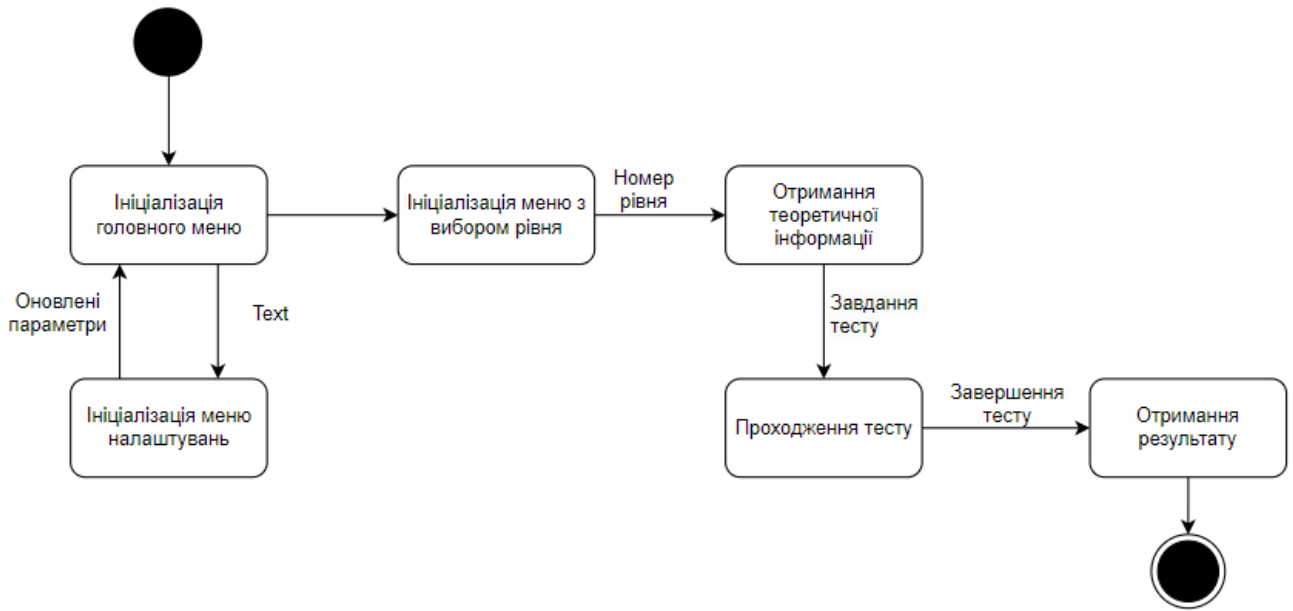


Рисунок 2.4 – Діаграма станів тренажеру

## 2.4 Діаграма класів аналізу

Діаграма класів аналізу зображена на рисунку 2.5. Діаграма відображає відношення між класами тренажеру. Граничні класи: меню налаштувань, головне меню, вибір рівня. Класи сутностей: проходження рівня, отримання результату тесту.

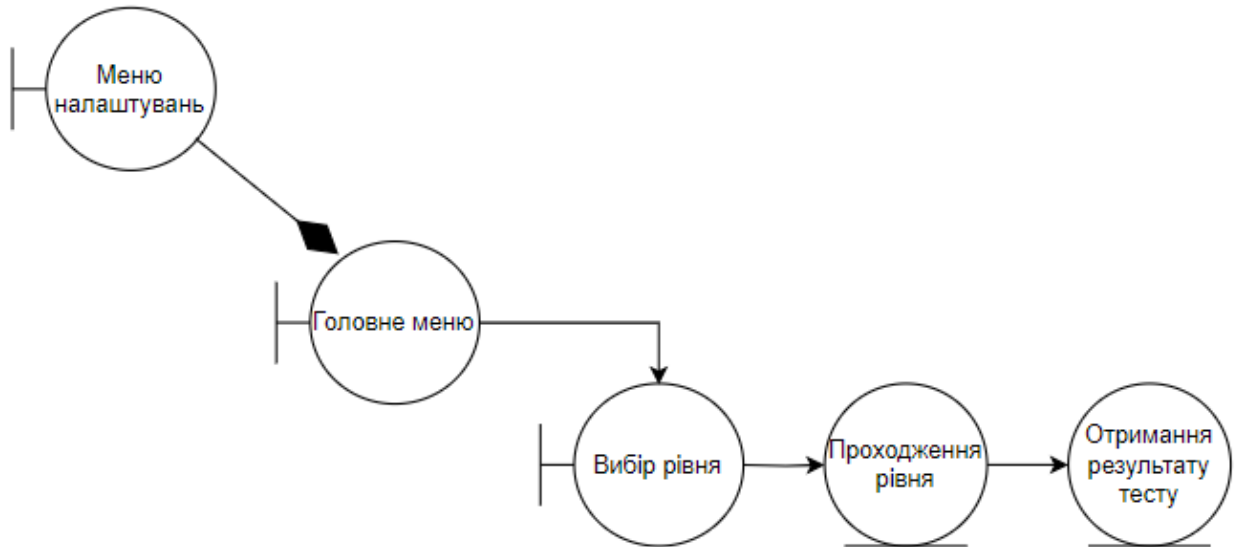


Рисунок 2.5 – Діаграма класів аналізу

## 2.5 Діаграма послідовності

Діаграма послідовності зображує взаємодію між об'єктами інформаційної системи. Елементи діаграми: об'єкти інформаційної системи: користувач, тренажер, отримання результату; вертикальні прямокутники це «лінії життя»; стрілки зображують взаємодію між об'єктами.

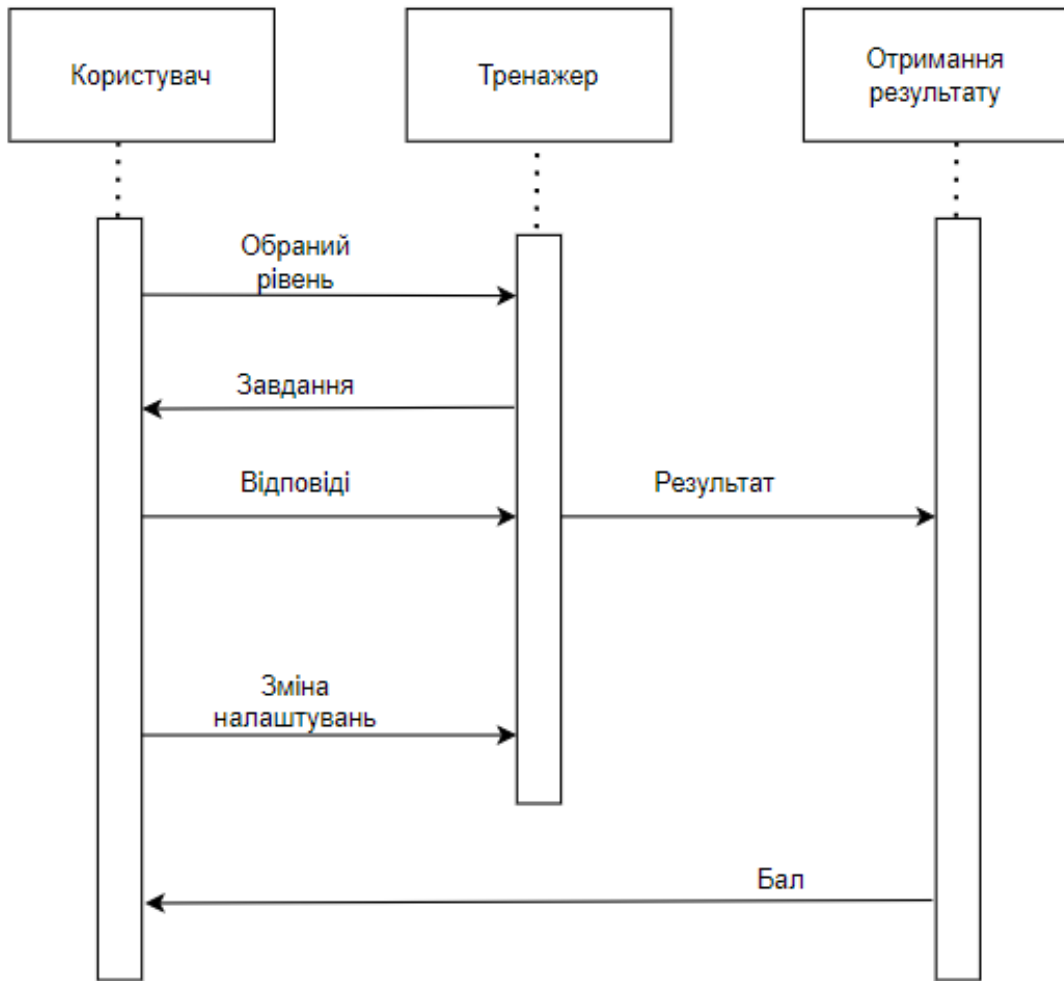


Рисунок 2.6 – Діаграма послідовності

## 2.6 Діаграма комунікації

Діаграма комунікації зображена на рисунку 2.7. Дана діаграма зображує взаємодію між класами та актором.



Рисунок 2.7 – Діаграма комунікації

### 3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ – ТРЕНАЖЕРА

#### 3.1 Структура додатку

Структура додатку складається з меню налаштувань, головного меню, меню вибору рівня. Після вибору відповідного рівня (1, 2, 3) починається його проходження, після чого відбувається отримання результату проходження тесту. Схема структури додатку представлена на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 – Схема структури додатку



### 3.2 Початок розробки тренажера

Розробка інтерактивного тренажера в Unreal Engine 5 починається з планування концепції та визначення вимог до проекту, вони наведені у Додатку А. Це включає визначення мети тренажера, аудиторії, ключових функціональних можливостей, а також вимог до продуктивності і сумісності. Важливо чітко окреслити структуру тренажера, його інтерфейс, основні механіки та контент, який буде використовуватися.

Після цього нами було розпочато створення проекту в UE5, вибравши відповідний шаблон для майбутнього додатку. На початковому етапі розробки створюються базові елементи інтерфейсу користувача (UI), такі як головне меню, меню налаштувань, меню вибору рівнів та інші необхідні віджети. Це дозволяє забезпечити структуру навігації та інтерфейсу додатку, що є важливим для подальшої розробки.

Наступним кроком є імпорт та налаштування ресурсів, необхідних для тренажера. Це включало 3D моделі, текстури, аудіо-файли, анімації та інші елементи контенту. Деякі необхідні ресурси недоступні у безкоштовних бібліотеках, їх було створено за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, такого як Blender.

Після імпорту ресурсів було розпочато створення сцени тренажера. Важливо розмістити об'єкти на рівні та визначити області взаємодії користувача з оточенням. В цей час також здійснювалось попереднє налаштування матеріалів та текстур, щоб забезпечити вигляд сцени.

Після створення базової сцени та налаштування ресурсів переходимо до розробки геймплейних механік. Це включало програмування логіки взаємодії фізики об'єктів та основних ігрових функцій. У UE5 для цього використовувалось систему Blueprint.

### 3.3 Налаштування головного меню

В процесі розробки головного меню ігрового додатку було створено інтерактивний віджет, який забезпечує користувачу зручний доступ до основних функцій гри. Створення віджета включало додавання відповідних кнопок, які дозволяють перемикатися між різними пунктами меню.

Перемикання між елементами меню реалізовано за допомогою функції `OnClick`, що прив'язується до кожної кнопки меню. Кожна кнопка виконує специфічну функцію, забезпечуючи користувачу інтуїтивний та ефективний спосіб навігації. Зокрема, кнопка `Play` викликає перехід до меню вибору рівня, де користувач може обрати бажаний ігровий рівень для подальшого проходження. Кнопка `Options` відкриває віджет меню налаштувань, що дозволяє користувачу змінювати параметри гри, такі як графічні налаштування, звукові ефекти та інші важливі аспекти геймплею. Кнопка `Quit`, завдяки функції `QuitGame`, надає можливість завершити гру та вийти з додатку.

Для більшої наочності та забезпечення високого рівня користувацького досвіду, було розроблено модель головного меню в середовищі Blender. Ця модель відображає візуальний стиль і атмосферу гри, забезпечуючи естетичне та функціональне оформлення інтерфейсу користувача. На рисунку 3.2 представлено скріншот Blueprint, який демонструє реалізацію функцій, пов'язаних з керуванням меню. На рисунку 3.3 зображено вигляд моделі головного меню, що була розроблена на етапі підготовки матеріалів у Blender.

Загалом, процес розробки головного меню включав інтеграцію функціональних та візуальних компонентів, що забезпечують зручність та інтуїтивність користування ігровим додатком. Це сприяє покращенню користувацького досвіду та підвищує загальну якість проекту.

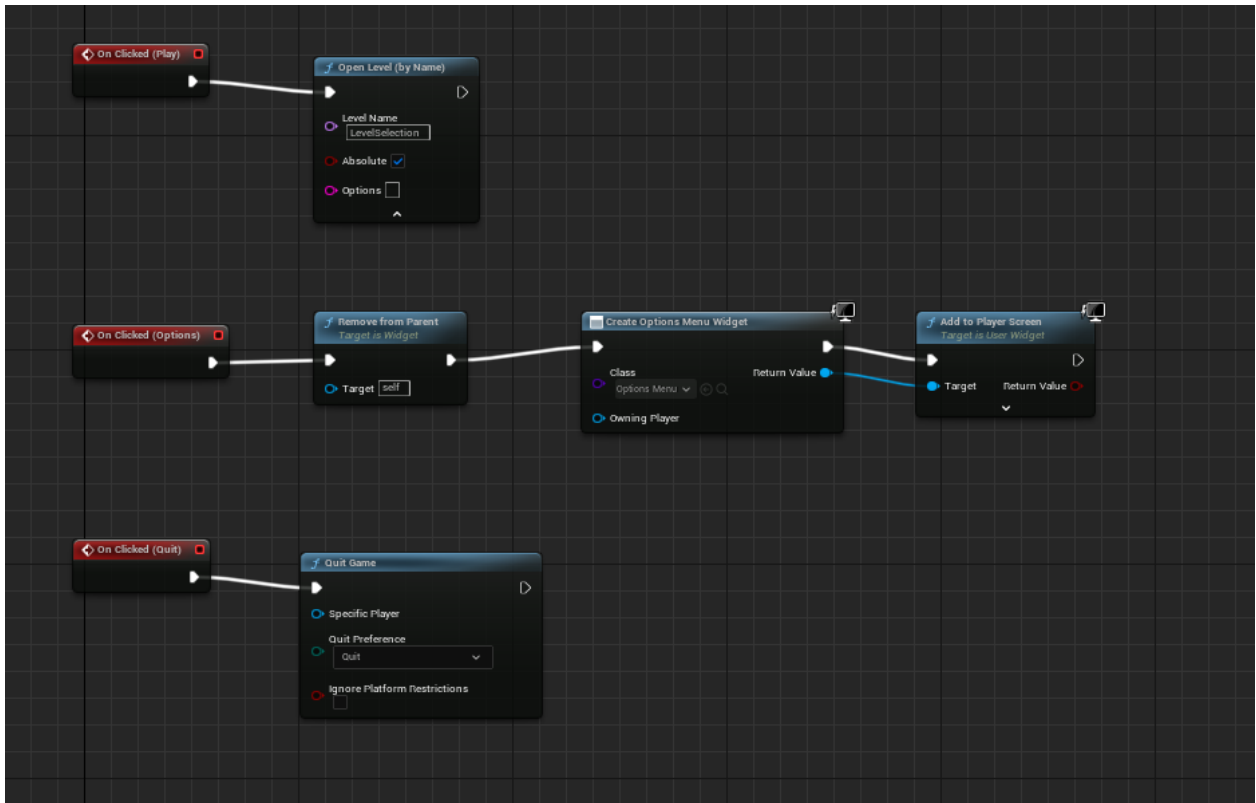


Рисунок 3.2 – Blueprint коду розробки головного меню

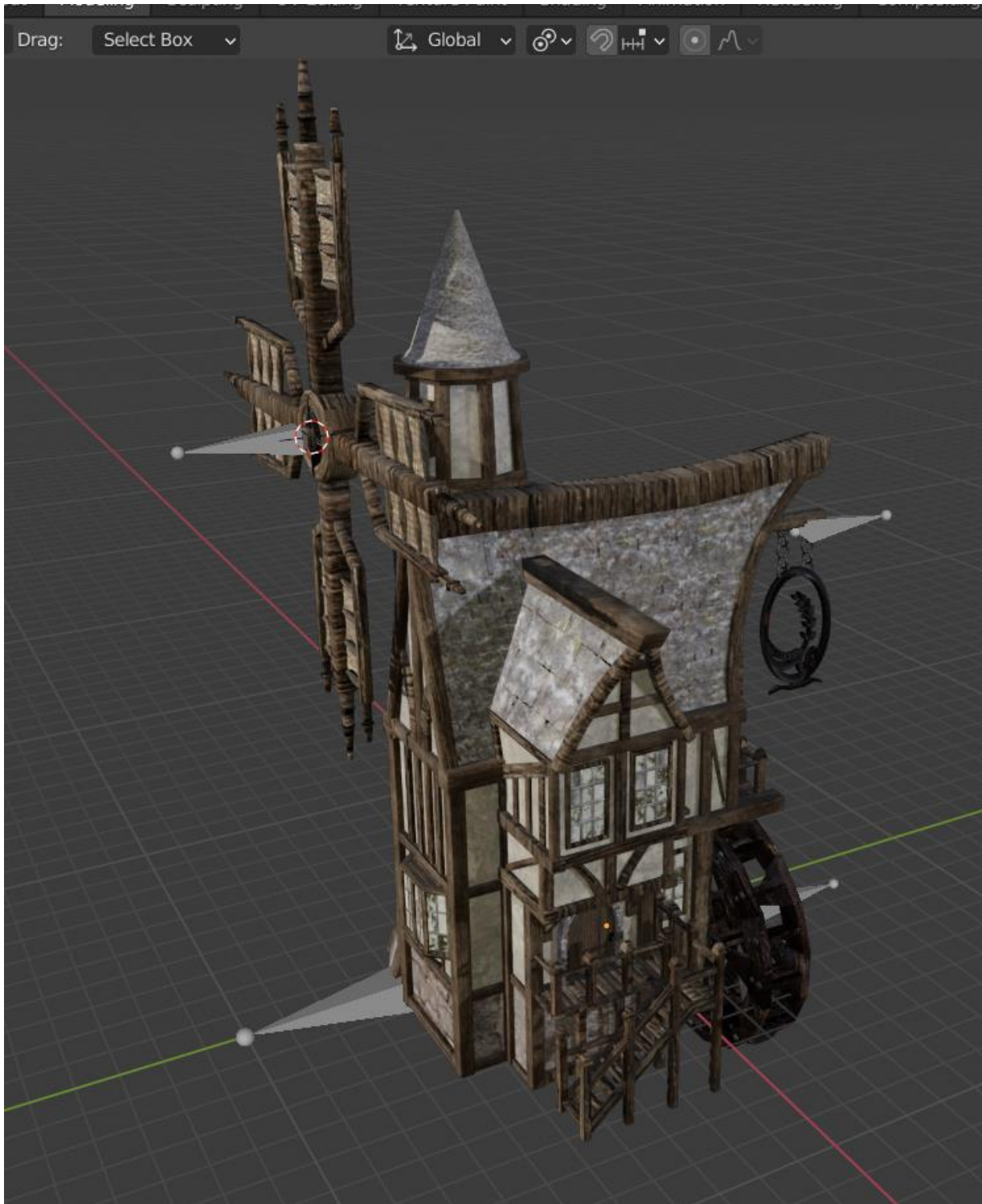


Рисунок 3.3 – Вигляд моделі для головного меню

### 3.4 Реалізація роботи 1 рівня

У процесі розробки ігрового додатку було визначено три основні компоненти рівня: Теоретична частина, Завдання та Тест. Ці компоненти забезпечують покрокове виконання завдань на тему додавання референсу до середовища моделювання Blender, що сприяє комплексному навчанню користувачів.

Функціональність зміни тексту в полі реалізована за допомогою функції `SetText`. Вона дозволяє динамічно оновлювати текст залежно від вибраного пункту меню, будь то Теоретична частина або Завдання. Це забезпечує гнучкість у відображенні відповідного контенту для користувача, полегшуючи процес навчання та не перевантажує систему зайвими функціями.

Кнопка Тест виконує функцію ініціації тестування, дозволяючи користувачам розпочати виконання тестових завдань. Функція `SetVisibility` дозволяє керувати відображенням елементів інтерфейсу, підключених до пункту `Target`. Зокрема, параметр `Hidden` приховує вибрані елементи, а параметр `Visible` робить їх видимими. Це дозволяє створювати динамічний інтерфейс, що адаптується до дій користувача.

Функція `SetBrushFromTexture` забезпечує зміну відображуваної текстури. У даному випадку це зображення, яке представляє скріншот робочої області Blender, відповідної до поточного кроку. Це дозволяє користувачам отримувати візуальні підказки щодо виконання завдань, покращуючи їх розуміння і взаємодію з додатком.

Функція `OnClicked` реалізує запуск ланцюжка подій у відповідь на натискання кнопки. У даному контексті ця функція відповідає за зміну зображення робочої області, приховування попередніх кнопок і відображення нових, а також оновлення поточного балу користувача. Якщо користувач натискає правильну кнопку, бал збільшується на 1 і зберігається у відповідній змінній. У випадку натискання неправильної кнопки, бал

зменшується на 1, використовуючи аналогічну логіку. Це забезпечує інтерактивність і зворотний зв'язок під час тестування.

Для відображення результатів тесту у вигляді зірочок використано блок SwitchOnInt, який визначає кількість зірочок, що відповідає набраному балу. Це надає користувачам наочне уявлення про їхні досягнення та мотивацію до покращення результатів.

Скріншот розробки Blueprint наведено на рисунку 3.4, а вигляд тесту першого рівня представлений на рисунку 3.5. Ці ілюстрації демонструють технічні аспекти реалізації функцій та інтерфейсу, що забезпечують інтерактивність та зручність користування ігровим додатком.

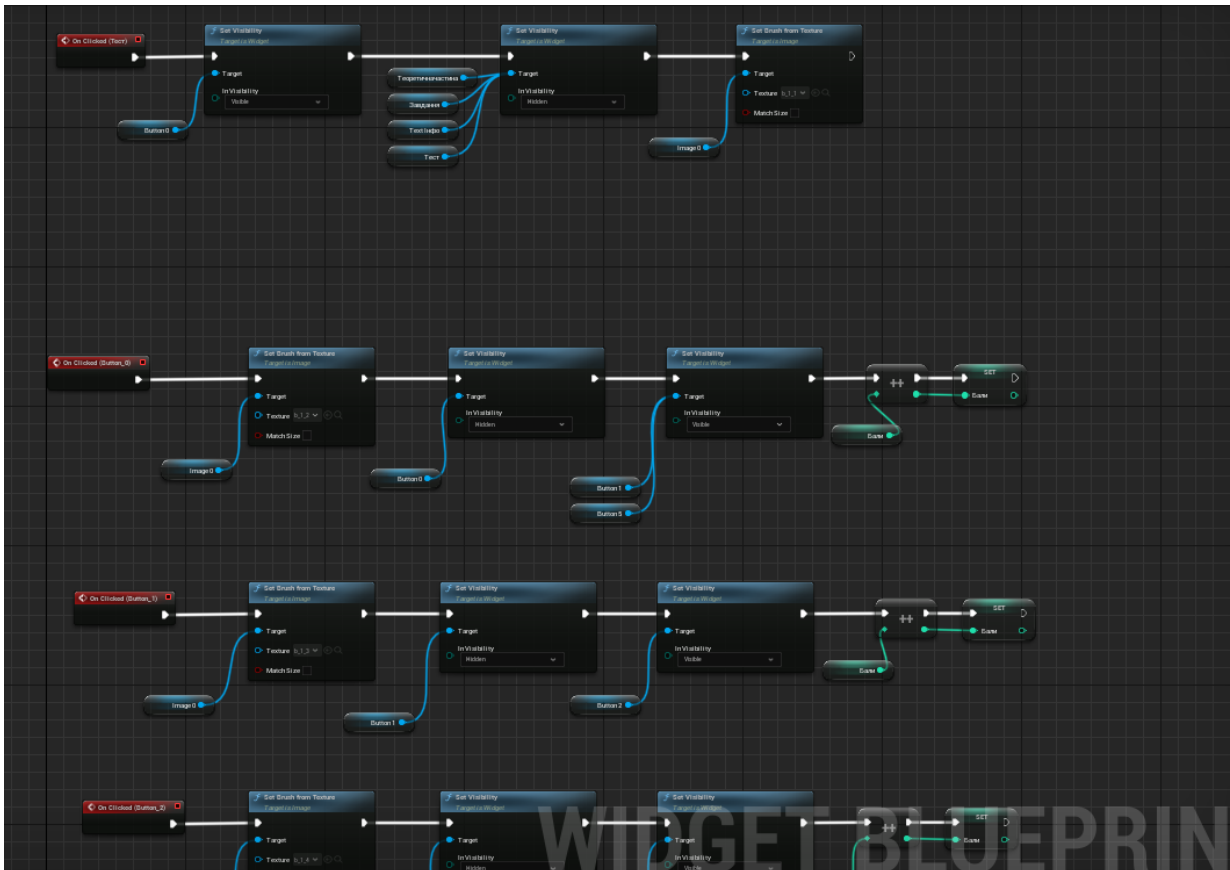


Рисунок 3.4 – Blueprint розробки першого рівня

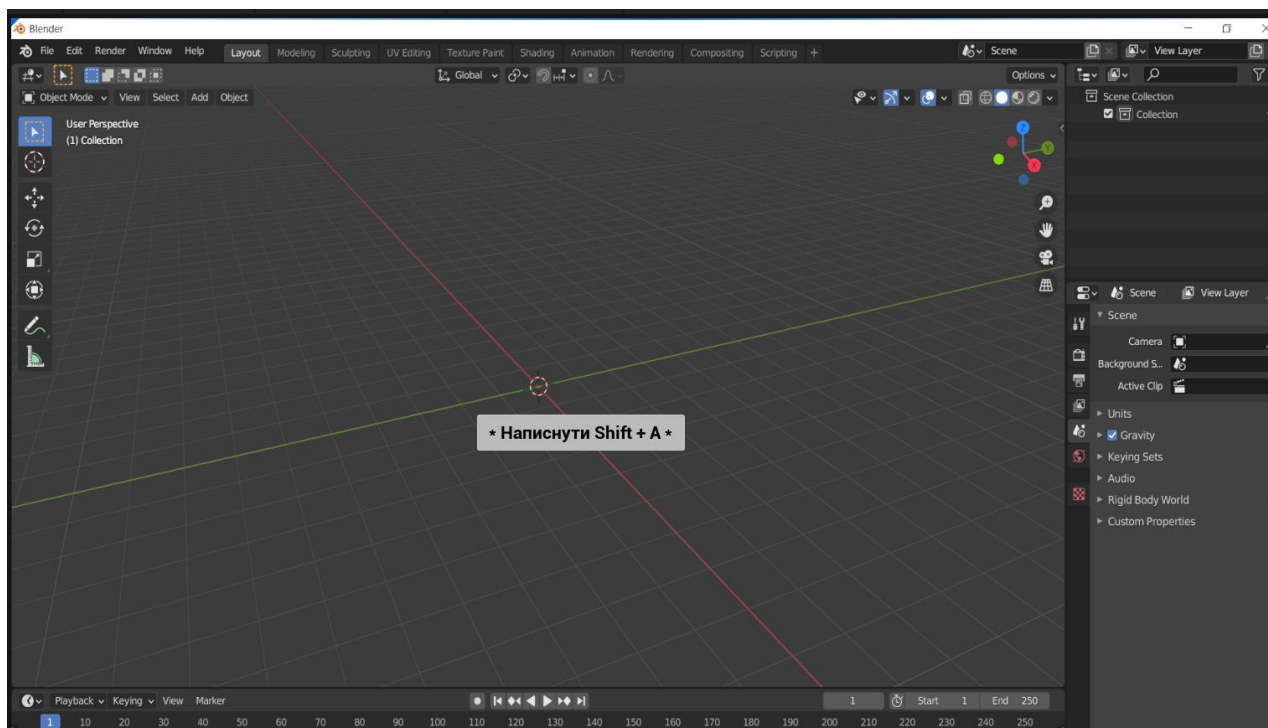


Рисунок 3.5 – Вигляд покрокового тесту першого рівня

### 3.5 Реалізація роботи 2 рівня

Задля збереження однакового стилю оформлення тренажеру було вирішено розробку другого рівня вести за прикладом першого рівня.

У процесі розробки другого рівня ігрового додатку-тренажеру було збережено три основні компоненти: Теоретична частина, Завдання та Тест. Але цей рівень зосереджений на вивченні стандартних примітивів у Blender та включає тест з вибором одного правильного варіанту з чотирьох представлених.

Функціональність зміни тексту в полі реалізована за допомогою функції SetText, яка дозволяє динамічно оновлювати текст залежно від обраного пункту меню, будь то Теоретична частина або Завдання. Це забезпечує гнучкість у відображенні відповідного контенту, полегшуючи процес навчання для користувачів.

Кнопка Тест виконує функцію запуску тестування, дозволяючи користувачам розпочати виконання тестових завдань та працює за раніш описаним алгоритмом..

Для відображення результатів тесту у вигляді зірочок використано блок SwitchOnInt, який визначає кількість зірочок, що відповідає набраному балу. Це надає користувачам наочне уявлення про їхні досягнення та мотивацію до покращення результатів.

Скріншот розробки Blueprint наведено на рисунку 3.6, а вигляд тесту другого рівня представлений на рисунку 3.6. Ці ілюстрації демонструють технічні аспекти реалізації функцій та інтерфейсу, що забезпечують інтерактивність та зручність користування ігровим додатком.

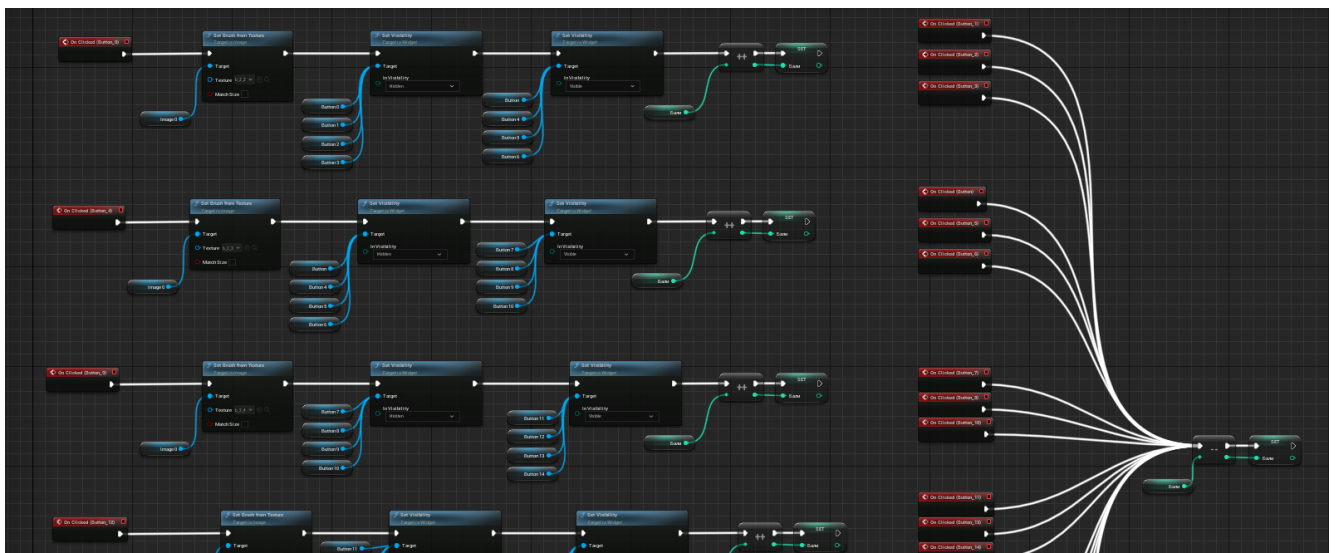


Рисунок 3.6 – Blueprint розробки другого рівня



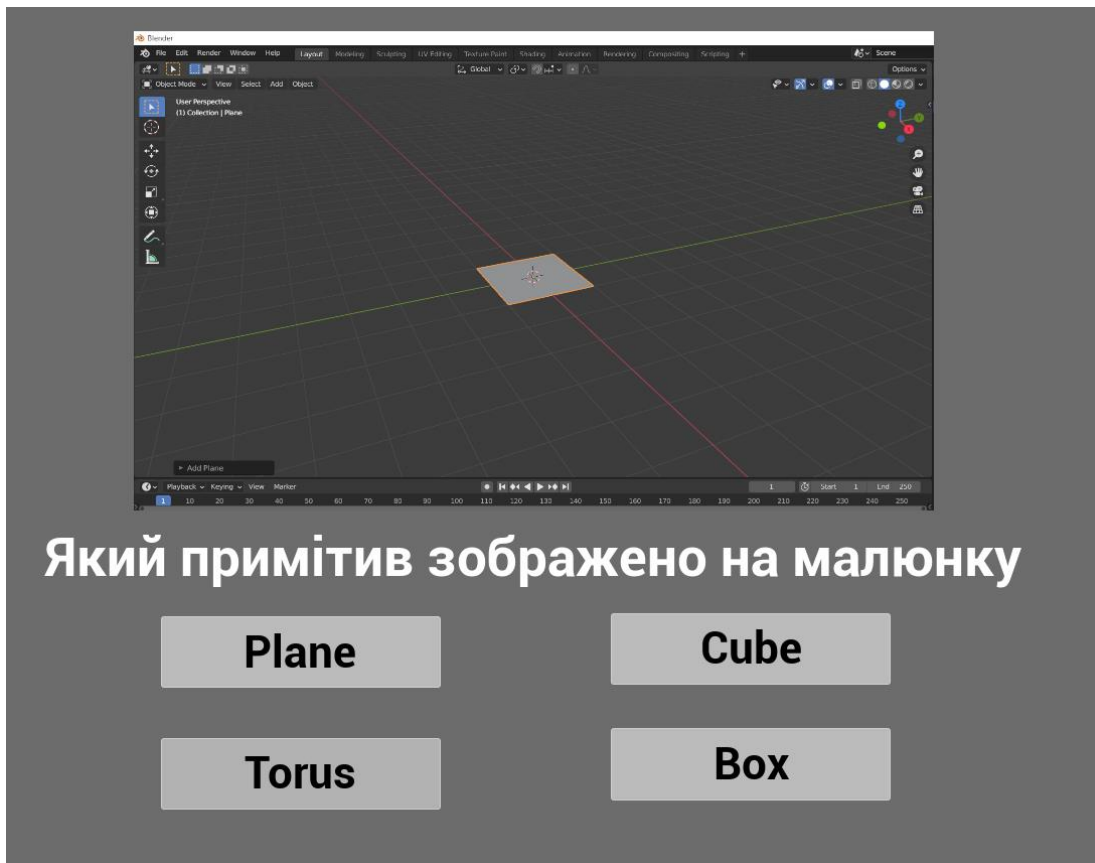


Рисунок 3.7 – Вигляд покрокового тесту другого рівня

### 3.6 Реалізація роботи 3 рівня

Під час розробки третього рівня було збережено виділення 3 головних пунктів рівня: Теоретична частина, Завдання та Тест з вибіркою 1 правильного варіанту з 4 представлених на тему модифікаторів, використаних до певних примітивів. Функція Set Text дозволяє змінювати текст у полі відповідно до натиснутої зверху зліва клавіші Теоретична частина або Завдання. Кнопка Тест дозволяє розпочати проходження сценарію тестування. Функція Set Visibility дозволяє перемикати відображення елементів, які під'єднуються до пункту Target. Параметр Hidden дозволяє приховати обрані елементи, а Visible навпаки показати. Функція Set brush from Texture дозволяє перемикати вивід текстури, у даному випадку це зображення, а саме скріншот відповідної до кроку робочої області

Blender. Функція On Clicked дозволяє запустити ланцюжок визначених подій, які мають відбутися, у даному випадку це зміна зображення робочої області, приховати кнопки які були задіяні на минулому кроці та відобразити нові, а також отримати поточний бал за проходження рівня, збільшити його на 1 та перезаписати назад у змінну. Натискання на неправильну кнопку зменшить поточний бал на 1 за такою самою логікою. За допомогою блоку Switch on Int реалізовано вивід результату проходження тесту у зірочках, відповідно до отриманого балу. Скріншот розробки Blueprint наведено на рисунку 3.6, вигляд тесту третього рівня представлений на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Blueprint розробки третього рівня

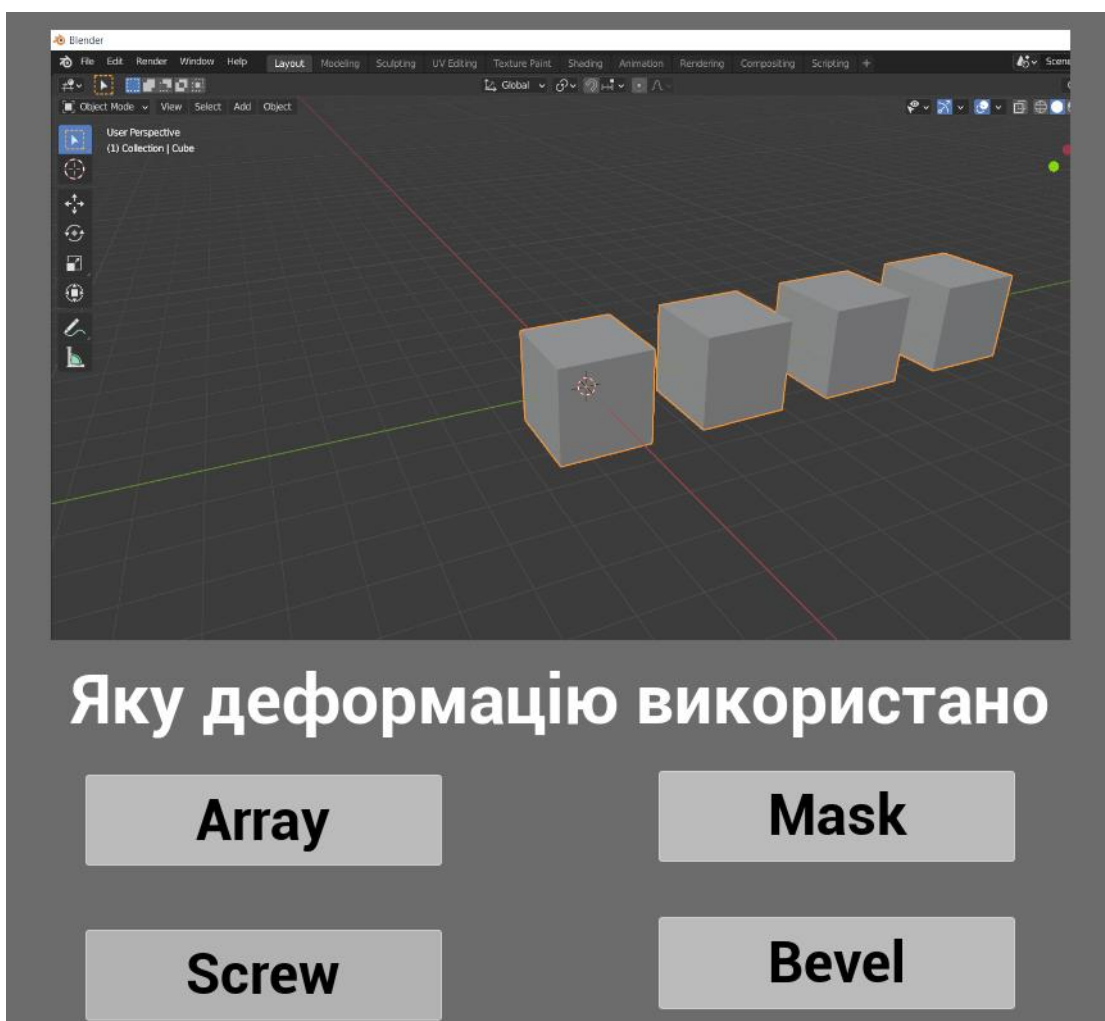


Рисунок 3.7 – Видгляд покрокового тесту третього рівня

### 3.7 Тестування тренажеру

Розробка додатків в середовищі рушія Unreal Engine 5 (UE5) дозволяє проводити тестування на всіх етапах створення будь-яких елементів, що є однією з його ключових переваг. Завдяки інтегрованим інструментам для тестування та налагодження, розробники мають змогу оперативно виявляти та виправляти помилки програмування. Це сприяє забезпеченню стабільності та якості кінцевого продукту. Це забезпечено наступними факторами:

- Інтерактивний процес розробки: Unreal Engine 5 підтримує інтерактивний процес розробки, де кожна зміна в проєкті може бути негайно перевірена. Завдяки функції "Play in Editor" (PIE), розробники можуть

миттєво запускати та тестувати гру без необхідності компіляції всього проекту. Це дозволяє швидко оцінювати, як нові елементи та зміни впливають на загальну функціональність гри.

– Миттєва валідація коду: Під час створення скриптів та програмування логіки гри, UE5 надає можливість миттєвої валідації коду. Якщо в коді міститься помилка, рушій одразу повідомить про це, що дозволяє розробнику швидко виправити її, не витрачаючи часу на довгий цикл компіляції та запуску. Це значно підвищує ефективність розробки та знижує ризик накопичення помилок.

– Вбудовані інструменти для налагодження: UE5 оснащений потужними інструментами для налагодження, такими як візуальний дебаггер Blueprints, який дозволяє розробникам в реальному часі відстежувати виконання скриптів та виявляти логічні помилки. Це допомагає не лише виявляти проблеми, але й розуміти їх причини та знаходити оптимальні рішення.

– Тестування користувацького інтерфейсу: Створення та тестування користувацького інтерфейсу (UI) також проводиться інтерактивно. Розробники можуть швидко створювати віджети, налаштовувати їх та тестувати взаємодію користувачів з ними. Це забезпечує зручність та інтуїтивність інтерфейсу, що є важливим аспектом загального користувацького досвіду.

– Автоматизоване тестування: UE5 підтримує автоматизоване тестування, що дозволяє створювати та запускати тести для перевірки функціональності гри. Це особливо корисно для великих проектів, де ручне тестування всіх аспектів гри може бути занадто трудомістким. Автоматизовані тести допомагають забезпечити стабільність гри після внесення змін або додавання нових функцій.

Після завершення тестування програмного додатку наступним важливим етапом є його оптимізація. Оптимізація включає в себе набір заходів, спрямованих на підвищення продуктивності, стабільності та

загальної якості додатку. Цей процес є критичним для додатків, які створені як тренажер. Приклад оптимізації наведено на наступних рисунках.

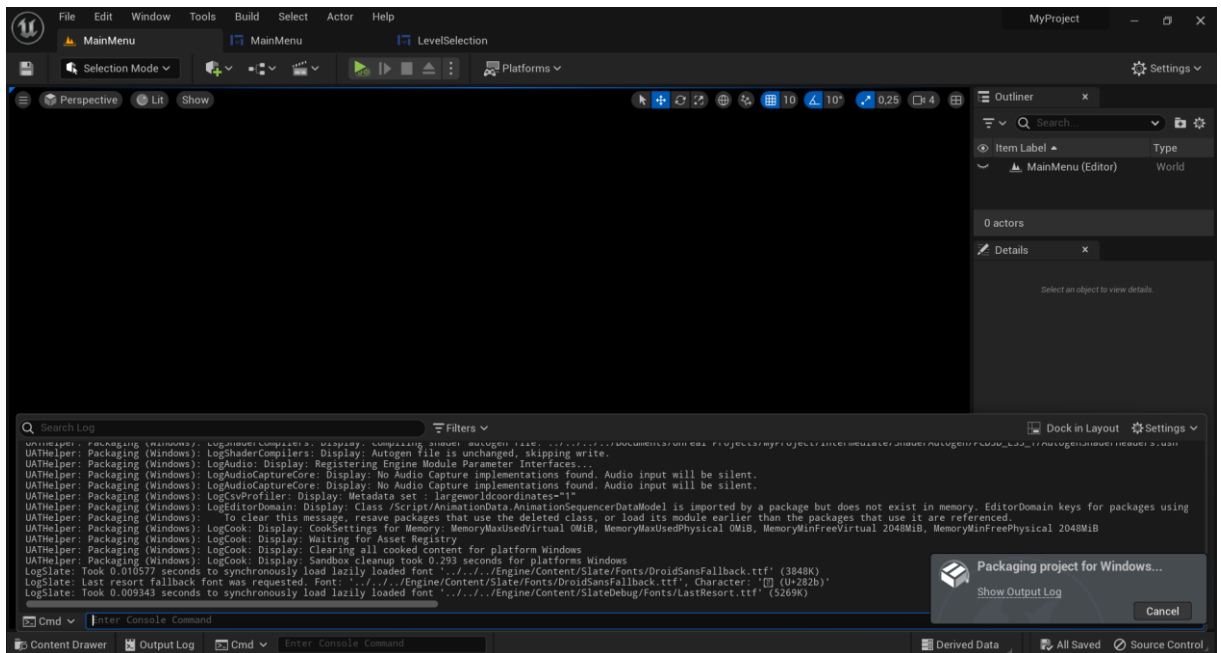


Рисунок 3.8 – Процес збирання проекту

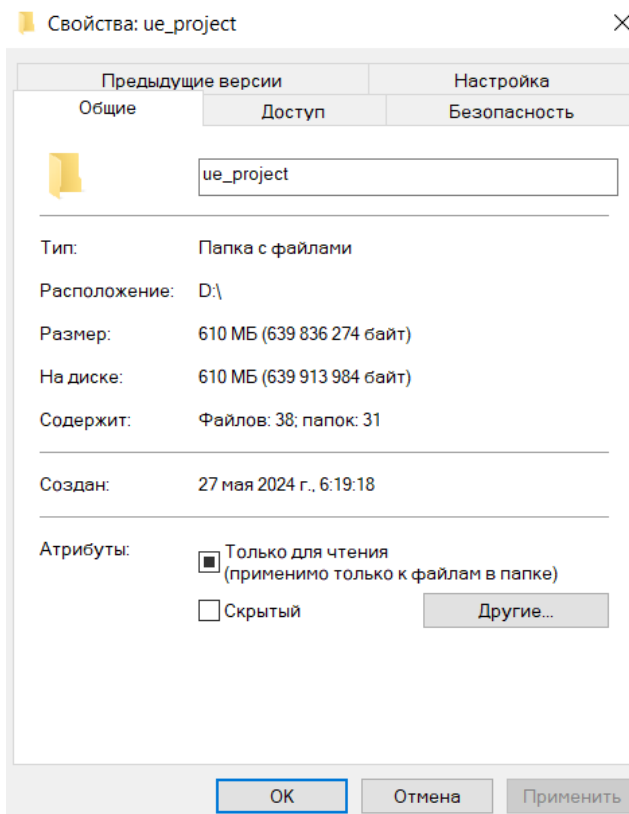
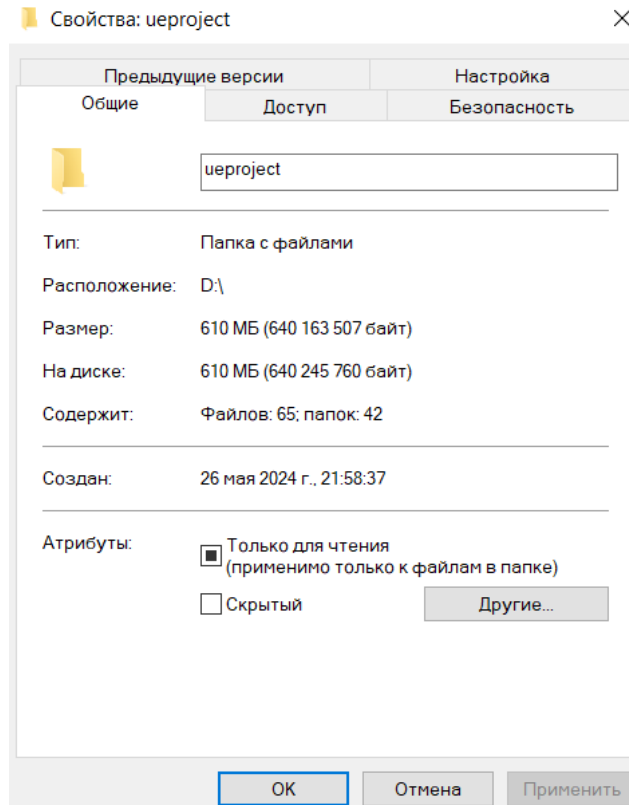


Рисунок 3.9 – Оптимізація додатку

## ВИСНОВКИ

У рамках реалізації бакалаврської випускної роботи зі створення інтерактивного тренажера у вигляді додатку, що відтворює роботу користувача з інтерфейсом програми Blender, було досягнуто наступних результатів:

Проведено детальний аналіз існуючих методів та інструментів, які можуть бути використані для створення інтерактивного тренажера. Та обрано найбільш підходящий підхід для реалізації проекту, що забезпечує оптимальну функціональність та ефективність.

Створено сценарії для кожного рівня тренажера, які включають теоретичний матеріал, завдання та тестування знань. Сценарії забезпечують поступове різноманітні завдання та надають користувачам можливість покращувати свої навички роботи з Blender.

Підготовлено необхідні ресурси, включаючи скріншоти робочої області Blender та алгоритми виконання тренувальних завдань. Ці ресурси були використані для створення навчальних матеріалів та інтерактивних елементів тренажера.

Розроблено інтерфейс користувача, включаючи головне меню, меню налаштувань та меню вибору рівня. Інтерфейс був розроблений з урахуванням принципів зручності та інтуїтивності для користувача.

Проведено покрокове тестування розробленого додатку з метою виявлення та усунення можливих помилок. Тестування включало перевірку функціональності всіх елементів інтерфейсу, алгоритмів проходження рівнів та загальної стабільності додатку.

Таким чином доведена практична цінність додатку-тренажер, а саме він сприятиме підвищенню рівня знань та навичок користувачів у роботі з Blender, забезпечуючи інтерактивний та інтуїтивно зрозумілий навчальний досвід.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Susan Jang, Jonathan Michael Vitale, Robert W Jyung, John Black. «Direct manipulation is better than passive viewing for learning anatomy in a three-dimensional virtual reality environment» URL: [https://www.researchgate.net/publication/311751589\\_Direct\\_manipulation\\_is\\_better\\_than\\_passive\\_viewing\\_for\\_learning\\_anatomy\\_in\\_a\\_three-dimensional\\_virtual\\_reality\\_environment](https://www.researchgate.net/publication/311751589_Direct_manipulation_is_better_than_passive_viewing_for_learning_anatomy_in_a_three-dimensional_virtual_reality_environment)
2. «A systematic review of the effectiveness of simulation-based education on satisfaction and learning outcomes in nurse practitioner programs», URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27621199/>
3. Д. Головка. Ефективність використання віртуальних симуляторів в освітньому процесі як засіб підготовки майбутніх фахівців до вимог сучасного ринку праці., URL: <https://lib.iitta.gov.ua/738744/1/Стаття,%20Головка.pdf>
4. Тертишнік Є.М., Кузьміч О.Є., Дмитрієв В.А., Сокоринська Н.В. Аналіз сучасного стану тренажеробудування та можливі шляхи розвитку авіаційних тренажерів державної авіації України. / Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. 2020. Вип. № 2(4) URL: <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/download/53/52/>
5. Therese Ferguson. Reflecting on Students' Reflections: Exploring Students' Experiences in Order to Enhance Course Delivery, URL: [https://www.researchgate.net/publication/370137546\\_Reflecting\\_on\\_Students'\\_Reflections\\_Exploring\\_Students'\\_Experiences\\_in\\_Order\\_to\\_Enhance\\_Course\\_Delivery](https://www.researchgate.net/publication/370137546_Reflecting_on_Students'_Reflections_Exploring_Students'_Experiences_in_Order_to_Enhance_Course_Delivery)
6. Л. Січинська. Інтерактивні методи навчання: переваги та використання в сучасній освіті, URL: <https://gosta.media/nauka-ta-osvita/interaktyvni-metody-navchannia-perevahy-ta-vykorystannia-v-suchasnij-osviti/>



7. О.В. Придатко, А.Г. Ренкас, М.І. Сичевський. Дослідження ефективності та основні аспекти запровадження інтерактивних засобів організації навчального процесу, URL: <https://media.neliti.com/media/publications/383100-none-16b34dec.pdf>

8. Манако А.Л. та ін. Оцінювання якості програмних засобів навчального призначення для загальноосвітніх навчальних закладів / Колективна монографія - Видавництво «Педагогічна Думка», 2012, URL: [https://lib.iitta.gov.ua/619/4/Ocin\\_Jakost\\_PZ.pdf](https://lib.iitta.gov.ua/619/4/Ocin_Jakost_PZ.pdf)

9. Тренажер «Пропущені числа», URL: <https://www.educ.com.ua/interaktivni-zavdannya/interaktivnij-trenazher-lichba-v-mezhah-20.html>

10. «Комплекс інтерактивних тренажерів для дистанційного курсу з вивчення 3ds Max», URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/84114>

11. Hiroyasu Tojima, Soichi Murakami, Saseem Poudel, Yo Kurashima. Development of a simulator and training curriculum for liver trauma surgery training for general surgeons», URL:

[https://www.researchgate.net/publication/379040539\\_Development\\_of\\_a\\_simulator\\_and\\_training\\_curriculum\\_for\\_liver\\_trauma\\_surgery\\_training\\_for\\_general\\_surgeons](https://www.researchgate.net/publication/379040539_Development_of_a_simulator_and_training_curriculum_for_liver_trauma_surgery_training_for_general_surgeons)

12. Arvydas Jankauskas, Nijolė Batarlienė, Vytautas Dubra Visualization Creation of the Klaipeda Seaport for the Navigational Simulator / TRANSBALTICA XIV: Transportation Science and Technology (pp.457-466), URL:

[https://www.researchgate.net/publication/378257222\\_Visualization\\_Creation\\_of\\_the\\_Klaipeda\\_Seaport\\_for\\_the\\_Navigational\\_Simulator](https://www.researchgate.net/publication/378257222_Visualization_Creation_of_the_Klaipeda_Seaport_for_the_Navigational_Simulator)

13. HTML і CSS: що це, кому та для чого потрібно, URL: <https://goit.global/ua/articles/html-i-css-shcho-tse-komu-ta-dlia-choho-potribno/>

14. «Що таке Unity?», URL: <https://lemon.school/blog/shho-take-unity>

15. «Огляд технологій Unreal Engine 5 з розробниками: застосування, переваги та перспективи», URL: <https://gamedev.dou.ua/articles/unreal-engine-technologies-review/>

16. «Лекція 6. Нотація IDEF0», URL: [https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib\\_upload/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D1%96%D1%83%D1%81%202%20%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B2%D0%B0/page9.html](https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D1%96%D1%83%D1%81%202%20%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B2%D0%B0/page9.html)

17. «Лекція 5. Правила побудови моделей IDEF0», URL: [https://mte.nure.ua/pdf/studying/zov\\_lk5\\_tipproces.pdf](https://mte.nure.ua/pdf/studying/zov_lk5_tipproces.pdf)

18. «Лекція 2.1 Функціональне моделювання. Методології функціонального моделювання. Особливості моделювання бізнес-процесів згідно стандарту IDEF0», URL: <https://moodle.gi.edu.ua/mod/book/tool/print/index.php?id=36262&chapterid=571>

19. «Як будувати UML-діаграми. Розбираємо три найпопулярніші варіанти», URL: <https://dou.ua/forums/topic/40575/>

20. Zosym Махум, «Варіанти використання та сценарії (Use Cases and Scenarios)», URL: <https://www.maxzosim.com/use-cases-and-scenarios/>

21. Zosym Махум, «Моделювання станів (State Modelling)», URL: <https://www.maxzosim.com/state-modelling/>

22. Косенко В.М., Лавров Є.А., Федотова Н.А. Інтерактивний тренажер створення текстур. Розробка підходу до класифікації результатів навчання: Інформатика. Математика. Автоматика: тези доповідей.: СумДУ, 2024. С. 202-203.

## ДОДАТОК А

### ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ на розробку Інтерактивного додатку з вивчення Blender

#### ПОГОДЖЕНО:

Старший викладач кафедри  
інформаційних технологій

\_\_\_\_\_ доц. Федотова Н.А.

Студент групи ІТ-01

\_\_\_\_\_ Косенко В.М.

## **1. Мета та призначення створення інтерактивного тренажеру**

### **1.1 Призначення інтерактивного тренажеру**

Додаток призначений для отримання знань по роботі з текстурами у середовищі розробки Blender та перевірки вже набутих знань.

### **1.2 Мета створення інтерактивного тренажеру**

Набуття теоретичних знань та перевірка їх на практиці.

### **1.3 Цільова аудиторія тренажеру**

Цільовою аудиторією додатку є студенти.

## **4 Вимоги до інтерактивного додатку**

### **2.1 Вимоги до інтерактивного тренажеру в цілому**

#### **2.1.1 Вимоги до структури й функціонування інтерактивного тренажеру**

Інтерфейс тренажеру повинен бути зрозумілим для користувачів і включати всі необхідні елементи керування. Мати можливість легкої навігації між різними розділами тренажеру. Користувач має змогу взаємодіяти з об'єктами в середовищі тренажеру (натискання кнопок, переміщення об'єктів і т.п.). Після проходження рівня користувач повинен побачити отриманий результат. Забезпечити можливість виконання різноманітних завдань, які відображають реальні сценарії взаємодії з Blender.

Тренажер повинен працювати стабільно, без значних збоїв або проблем з продуктивністю.

### **2.1.2 Вимоги до персоналу**

Додаток не вимагає постійної технічної підтримки та обслуговування після встановлення на комп'ютер.

### **2.1.3 Вимоги до збереження інформації**

Вся інформація, що використовується у роботі додатку повинна завантажуватись разом з ним.

### **2.1.4 Вимоги до розмежування доступу**

Тренажер не повинен мати розмежування доступу. Кожен відвідувач вважається користувачем.

## **2.2 Структура додатку**

### **2.2.1 Загальна інформація про структуру додатку**

Тренажер повинен мати вигляд додатку, створеного за допомогою Unreal Engine 5. Спочатку перед користувачем постає головне меню, звідки він може перейти до вкладки Налаштування або почати проходження. Після вибору доступного рівня можна отримати завдання та пояснення до нього, а також розпочати тест. По проходженню тесту користувач зможе побачити свій результат.

### **2.2.2 Навігація**

Панель навігації має вигляд 3 кнопок (Теоретична частина, Завдання, Тест), які дозволяють переходити на відповідні частини рівня. Кнопки Теоретична частина та Завдання дозволяють безкінечно перемикатись між собою, але при натисканні на Тест зникають.

### 2.2.3 Наповнення додатку (контент)

Зміна контенту в середині додатку реалізовані за допомогою перемикання віджетів з відповідними сценаріями.

### 2.2.4 Система навігації (карта тренажеру)

Карта додатку представлена на рисунку 5.

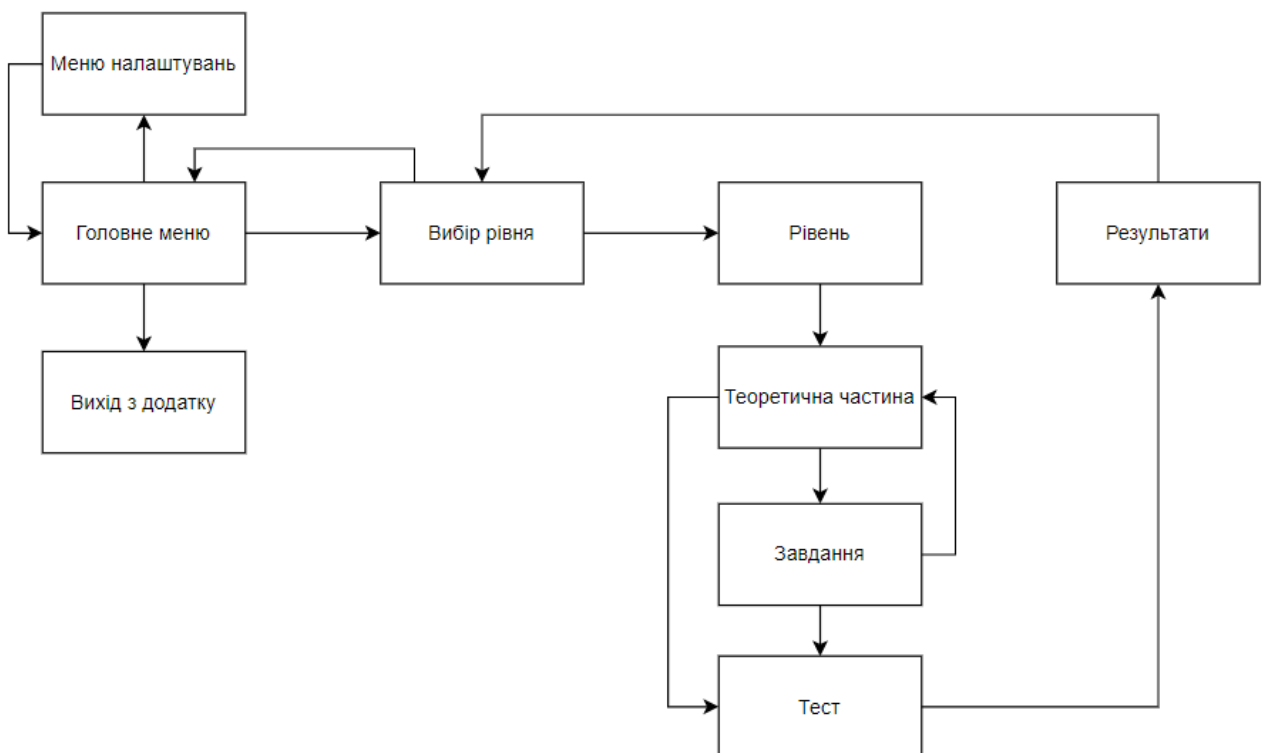


Рисунок А.1 – Система навігації тренажеру

### 3. Склад і зміст робіт зі створення додатку

Порядок етапів створення додатку наведено в таблиці 1.

Таблиця А.1 – Етапи створення тренажеру

№	Склад і зміст робіт	Строк розробки
1	Дослідження предметної області	8 днів
2	Створення ТЗ	10 днів
3	Розробка головного меню додатку	3 дні
4	Розробка додаткових меню додатку	4 дні
5	Розробка 3 рівнів	10 днів
6	Наповнення контентом	13 днів
7	Розробка Blueprint	4 дні
8	Alpha-тестування	5 днів
9	Beta-тестування	5 днів
10	Перевірка працездатності	3 дні
11	Написання супровідної документації	3 дні
12	Реліз додатку	3 дні
	Загальна тривалість робіт	117 днів

## ДОДАТОК Б

### Планування робіт

Проблема, яку було визначено, полягає у відсутності інтерактивних інструментів для ефективного навчання роботи в середовищі Unreal Engine 5 (UE5). Наразі відсутні засоби, які б дозволяли практично опанувати навички роботи з Blender в галузі графічного дизайну та розробки ігор на UE5.

Метою продукту є створення інтерактивного тренажера, побудованого на базі Unreal Engine 5, з метою надання ефективних інструментів для навчання та вдосконалення навичок роботи з Blender. Заплановано забезпечити користувачів можливістю експериментувати з різними типами об'єктів та текстур, їх параметрами та налаштуваннями у реальному часі, створюючи при цьому інтуїтивний та навчальний інтерфейс.

Очікуваним результатом є покращення навичок роботи з Blender серед користувачів – початківців. Очікувано збільшення інтересу до вивчення області графічного дизайну та розробки ігор.

**Деталізація мети проєкту методом SMART.** Для виконавця даного тренажеру формат постановки SMART-мети такий: «Розробити інтерактивний тренажер для навчання роботи з Blender на двигуні Unreal Engine 5, інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, інтегрованою системою навчання основам графічного дизайну, вдосконалення технічних навичок та підготовку до роботи в ігровій індустрії та творчими можливостями початківців до 26 травня 2024 року». Результати деталізації мети проєкту методом SMART представлено у таблиці Б.1.



Таблиця Б.1 – Деталізація мети проєкту методом SMART

Specific	Розробити інтерактивний тренажер для навчання роботи з Blender на UE5, який надасть ефективні та реалістичні можливості навчання.
Measurable	Досягнення активної участі та задоволеності користувачів тренажером, що виражатиметься в створенні та оптимізації текстур для ігрових середовищ.
Achievable	Мета досяжна за умови використання сучасних технологій, затвердженого технічного завдання та ефективного проектного управління.
Relevant	Розробка тренажеру забезпечить навчання основам графічного дизайну, вдосконалення технічних навичок, підготовку до роботи в ігровій індустрії та розвиток креативних навичок.
Time-framed	Закінчити розробку до 26 травня 2024.

**Планування змісту робіт.** На рисунку Б.1 представлено WBS з розробки тренажеру для роботи з Blender на Unreal Engine 5.

**Планування структури виконавців.** На рисунку Б.2 представлено організаційну структуру планування проєкту. Список виконавців, що функціонують в проєкті, описано в таблиці Б.

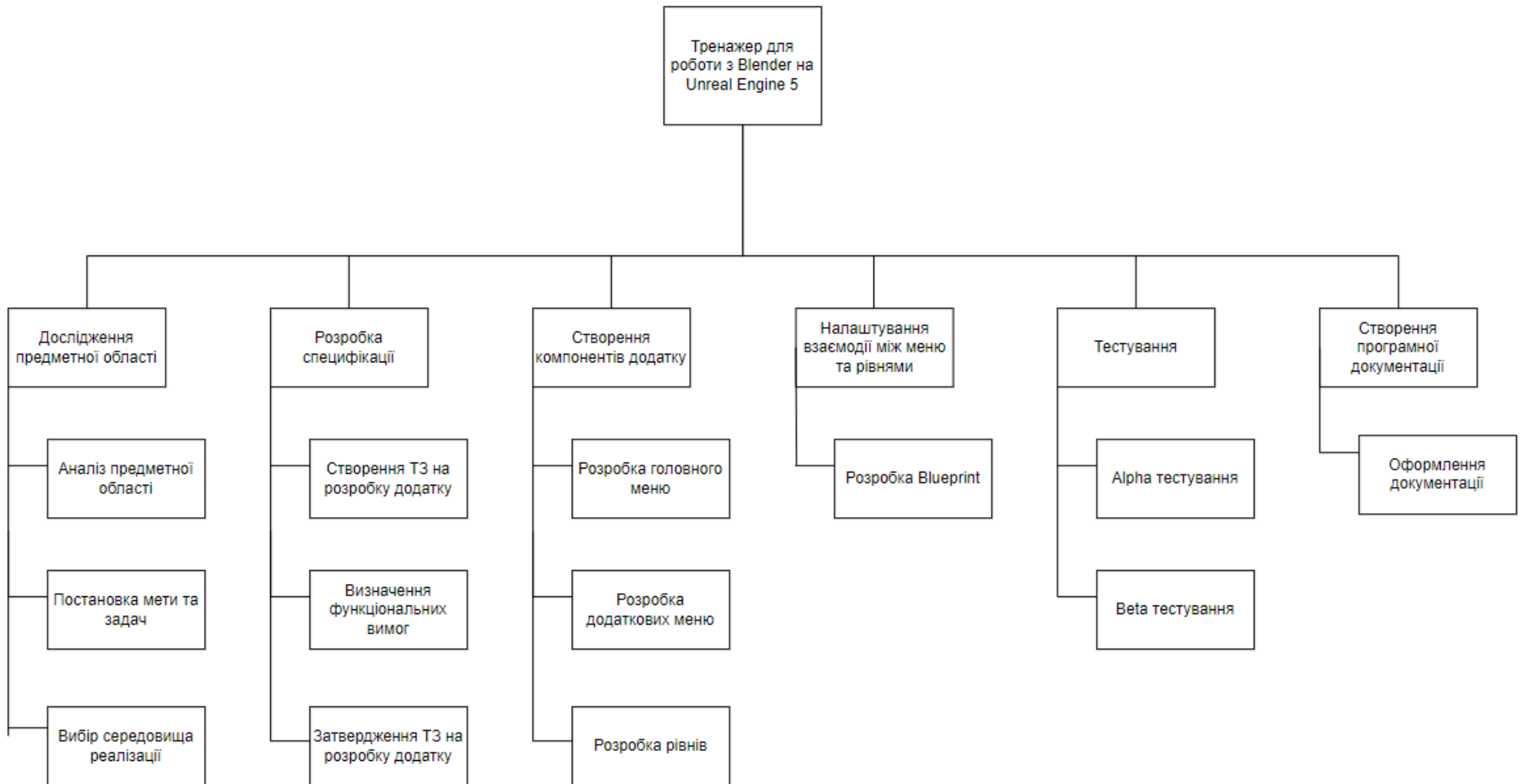


Рисунок Б.1 – WBS-структура робіт проекту 52

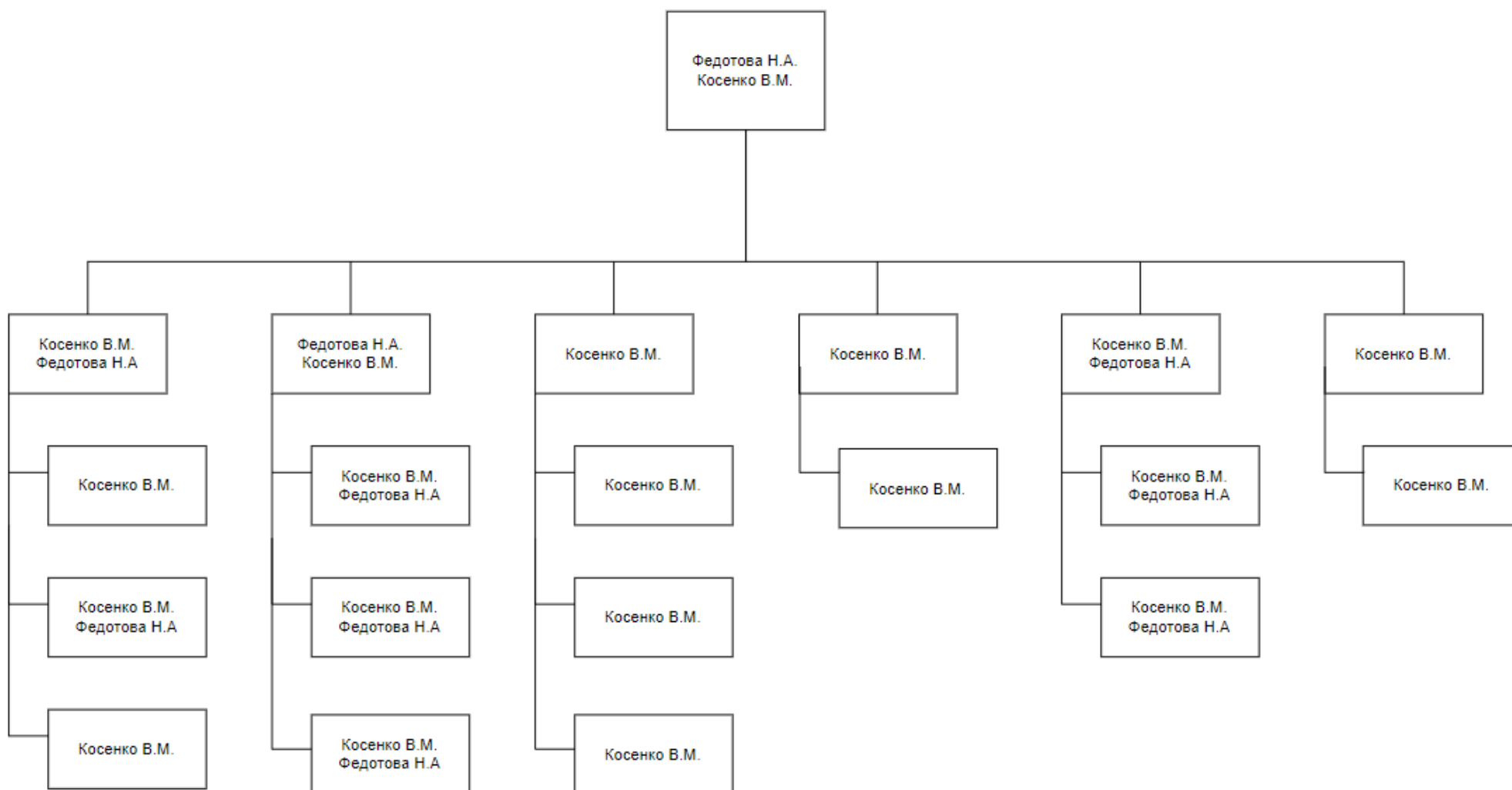


Рисунок Б.2 – OBS-структура робіт проект

Таблиця Б.2 – Виконавці проекту

Роль	П.І.Б	Проектна роль
Розробник	Косенко В.М.	Виконує front-end та back-end розробку.
Проектувальник	Косенко В.М.	Виконує проектування бази даних та розробляє структуру додатку.
Тестувальник	Косенко В.М. Федотова Н.А	Відповідає за тестування функціоналу та дизайну додатку.
Керівник проекту	Федотова Н.А.	Формує завдання на розробку проекту.
Менеджер проекту	Косенко В.М.	Відповідає за виконання термінів, розподіл ресурсів та завдань між учасниками. Виконує збір та аналіз даних.

### Діаграма Ганта.

Календарний графік проекту представлено на рисунках Б.3-Б.4.

№	Режим завдан	Ім'я завдання	Тривалість	Початок	Завершенн.	Попередники	Імена ресурсів
1	🚀	Тренажер для роботи з Blender на Unreal Engine 5	117.06 днів	Пн 01.01.24	Вт 11.06.24		
2	🚀	Дослідження предметної області	8 днів	Пн 01.04.24	Ср 10.04.24		
3	📄	Аналіз предметної області	3 днів	Пн 01.04.24	Ср 03.04.24		Косенко В.М.
4	📅	Постановка мети та задач	3 днів	Чт 04.04.24	Пн 08.04.24	3	Косенко В.М.; Федотова Н.А.
5	📅	Вибір середовища реалізації	2 днів	Вт 09.04.24	Ср 10.04.24	4	Косенко В.М.
6	📄	Розробка специфікації	10 днів	Чт 11.04.24	Ср 24.04.24	5	
7	📄	Створення ТЗ на розробку додатку	4 днів	Чт 11.04.24	Вт 16.04.24	5	Косенко В.М.; Федотова Н.А.
8	📄	Визначення функціональних вимог	3 днів	Ср 17.04.24	Пт 19.04.24	7	Федотова Н.А.; Косенко В.М.
9	📄	Затвердження ТЗ на розробку додатку	3 днів	Пн 22.04.24	Ср 24.04.24	8	Федотова Н.А.; Косенко В.М.
10	🚀	Створення компонентів додатку	21.06 днів	Пт 19.04.24	Пт 17.05.24	9	
11	📄	Розробка головного меню	3 днів	Чт 25.04.24	Пн 29.04.24	9	Косенко В.М.

Рисунок Б.3 – Календарний графік проекту

11		Розробка головного меню	3 днів	Чт 25.04.24	Пн 29.04.24	9	Косенко В.М.
12		Розробка додаткових меню	4 днів	Вт 30.04.24	Пт 03.05.24	11	Косенко В.М.
13		Розробка рівнів	10 днів	Пн 06.05.24	Пт 17.05.24	12	Косенко В.М.
14		Налаштування взаємодії між меню та рівнями	4 днів	Пн 20.05.24	Чт 23.05.24	13	
15		Розробка Blueprint	4 днів	Пн 20.05.24	Чт 23.05.24	13	Косенко В.М.
16		Тестування	10 днів	Пт 24.05.24	Чт 06.06.24	15	
17		Alpha тестування	5 днів	Пт 24.05.24	Чт 30.05.24	15	Косенко В.М.;Фе,
18		Beta тестування	5 днів	Пт 31.05.24	Чт 06.06.24	17	Косенко В.М.;Фе,
19		Створення програмної документації	3 днів	Пт 07.06.24	Вт 11.06.24	18	
20		Оформлення документації	3 днів	Пт 07.06.24	Вт 11.06.24	18	Косенко В.М.

Рисунок Б.4 – Продовження календарного графіку проєкту

**Управління ризиками проєкту.** У таблиці Б.3 надано перелік ризиків даного проєкту. Результати оцінки ризиків надано у таблиці Б.4. Таблиця Б.5 представляє шкалу для класифікації ризиків за величиною впливу на проєкт та ймовірністю їх виникнення.

Таблиця Б.3 – Ризики проєкту

№ ризику	Назва (опис) ризику
1	Оптимізація продуктивності: Робота з текстурами може бути ресурсоємкою операцією, і неоптимізований код може впливати на продуктивність та відчуття плавності гри.
2	Апаратне обмеження: Обмеження ресурсів обладнання, такі як обсяг оперативної пам'яті та графічна потужність, можуть обмежувати можливості тренажера.
3	Інтуїтивно не зрозумілий дизайн інтерфейсу: Неправильна взаємодія з користувачем та інтерфейс може ускладнити навчання та зменшити мотивацію використовувати тренажер.

## Продовження таблиця Б.3

№ ризику	Назва (опис) ризику
4	Недостатній рівень тестування на різних платформах: Проблеми та помилки на певних платформах або пристроях через недостатнє тестування може призвести до негативного впливу на користувачів та репутацію продукту
5	Неочікувані зміни UE5 або інших технічних компонентів: Оновлення рушія або інших технічних складових можуть призвести до конфліктів чи непередбачуваних проблем. Розробникам слід слідкувати за оновленнями технічних засобів та адаптувати свій продукт до нових версій.
6	Проблеми з авторськими правами та ліцензіями: Неправильне використання текстур, графіки або інших матеріалів може призвести до юридичних проблем, пов'язаних із порушенням авторських прав чи ліцензій.
7	Недостатній фокус на вивченні потреб користувачів: Нерозуміння та неврахування потреб цільової аудиторії може спричинити створення продукту, який не відповідає їх очікуванням та вимогам.
8	Затримки у розробці: Непередбачувані складнощі та проблеми, що виникають під час розробки, можуть призвести до затримок випуску продукту.

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

№ ризику	Назва (опис) ризику	Ймовірність (0.1 – 0.9)	Вплив (0.05 – 0.8)	Ранг
1	Оптимізація продуктивності	0.3	0.3	0.09
2	Апаратне обмеження	0.3	0.3	0.09
3	Інтуїтивно не зрозумілий дизайн інтерфейсу	0.2	0.2	0.04
4	Недостатній рівень тестування на різних платформах	0.4	0.3	0.12
5	Неочікувані зміни UE5 або інших технічних компонентів	0.6	0.2	0.12
6	Проблеми з авторськими правами та ліцензіями	0.2	0.25	0.05
7	Недостатній фокус на вивченні потреб користувачів	0.4	0.1	0.04
8	Затримки у розробці	0.5	0.2	0.10

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

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

Для того, щоб знизити негативний вплив ризиків на проєкт треба виконати планування реагування на них. До нього входить оцінка наслідків впливу на проєкт і розробка відповідних заходів. Аналіз виконується за показниками, які описані в таблиці Б.4. У результаті планування заходів реагування на ризики проєкту було отримано матрицю ймовірності виникнення та впливу ризиків (рис.

Б.5). Зеленим кольором на матриці позначають прийнятні ризики, жовтим – виправдані, а червоним – недопустимі.

Ймовірність ризиків (Й)	Вплив загрози (ризик)				
	Дуже малий	Малий	Середній	Великий	Дуже великий
	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8
0.9	0.045	0.09 R1, R2	0.18	0.36	0.72
0.7	0.035	0.07	0.14	0.28	0.56
0.5	0.025	0.05 R6	0.10 R8	0.20	0.40
0.3	0.015	0.03	0.06	0.12 R4, R5	0.24
0.1	0.005	0.01	0.02	0.04 R3, R7	0.08

Рисунок Б.5. – Матриця ймовірності та впливу

Класифікація ризиків проекту за рівнем, відповідно до отриманого значення індексу, представлена у таблиці Б.5. У таблиці Б.6 описано ризики 2 та стратегії реагування на кожен із них.

Таблиця Б.5 – Шкала оцінювання ризику за рівнем

№	Назва	Межі	Ризики, які входять (номера)
1	Прийнятні	$0.005 \leq R \leq 0.05$	3,6,7
2	Виправдані	$0.05 < R \leq 0.14$	1,2,4,5,8
3	Недопустимі	$0.14 < R \leq 0.72$	



Таблиця Б.6 – Ризики та стратегії реагування на них

ID ризику	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	Тип стратегії реагування	План А	План Б
1	Новий	Оптимізація продуктивності	0.3	0.3	Виправданий	Зменшення	Визначити та оптимізувати ключові аспекти продуктивності на етапі проектування, використовуючи ефективні алгоритми та ресурсозберігаючі техніки	Здійснювати регулярне тестування продуктивності та оптимізацію коду під час розробки
2	Новий	Апаратне обмеження	0.3	0.3	Виправданий	Зменшення	Ретельно вивчити та врахувати апаратні вимоги на етапі проектування, використовувати ресурсозберігаючі підходи	Проводити тестування на різних платформах, вживати заходів для оптимізації продукту під різні конфігурації обладнання

Продовження табл. Б.6

ID ризику	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	Тип стратегії реагування	План А	План Б
3	Новий	Інтуїтивно незрозумілий дизайн інтерфейсу	0.2	0.2	Прийнятний	Зменшення	Залучити фахівців з дизайну та провести тестування користувацької взаємодії на етапі прототипування	Вносити корективи в дизайн інтерфейсу на основі отриманого фідбеку, проводити тестування з метою покращення взаємодії
4	Новий	Недостатній рівень тестування на різних платформах	0.4	0.3	Виправданий	Зменшення	Визначити план тестування, який включає різні платформи та використовує автоматизовані тести	Регулярно оновлювати тестові сценарії для покриття нових платформ та конфігурацій

Продовження табл. Б.6

ID ризику	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	Тип стратегії реагування	План А	План Б
5	Активний	Неочікувані зміни UE5 або інших технічних компонентів	0.6	0.2		Зменшення	Постійно відслідковувати новини та попереджати можливі зміни у технічних компонентах, використовувати стабільні версії технологій	Здійснювати швидке адаптування коду до нових версій технічних компонентів, якщо зміни відбудуться
6	Новий	Проблеми з авторськими правами та ліцензіями	0.2	0.25	Приятний	Зменшення	Перед використанням сторонніх ресурсів перевірити та врахувати умови ліцензій, забезпечити їх відповідність внутрішнім правилам компанії	Вирішувати конфлікти з правовими власниками, при необхідності замінювати або видаляти несанкціоновані ресурси

Продовження табл. Б.6

ID ризику	Статус ризику	Опис ризику	Ймовірність виникнення	Вплив ризику	Ранг ризику	Тип стратегії реагування	План А	План Б
7	Новий	Недостатній фокус на вивченні потреб користувачів	0.4	0.1	Прийнятний	Зменшення	Провести аналіз цільової аудиторії перед розробкою, включити користувацький фідбек на різних етапах проекту	Провести додаткові опитування та фокус-групи, вносити зміни до продукту згідно з отриманим фідбеком
8	Новий	Затримки у розробці	0.5	0.2	Виправданний	Зменшення	Ретельно розробити графік проекту, враховуючи можливі труднощі, застосовувати методики розробки швидкого реагування на зміни	Перерозподіл завдань, враховуючи величезні затримки, вжити додаткові ресурси для прискорення робіт та виправлення графіку