

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розробка комп'ютерної гри «LevelCritical» в жанрі FPS  
з використанням рушія Unreal Engine 5 та Blueprints

Виконав: студент IV курсу, групи СН-41

спеціальності 122 Комп'ютерні науки  
(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Іващенко Є. Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Литвиненко Я. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Шимчук Г. В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Осухівська Г. М.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2022





## АНОТАЦІЯ

Розробка комп'ютерної гри «LevelCritical» в жанрі FPS з використанням рушія Unreal Engine 5 та Blueprints // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» // Іващенко Євгеній Дмитрович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СН-41 // Тернопіль, 2022 // С. – 42, рис. – 22, табл. – 2, кресл. – 0, додат. – 0, бібліогр. – 30.

**Ключові слова:** комп'ютерна гра, рушій, Unreal Engine, Blueprint, функція, актор, рівень.

Кваліфікаційна робота присвячена розробці комп'ютерної гри «LevelCritical» в жанрі FPS з використанням рушія Unreal Engine 5 та Blueprints.

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження та пошук рішень щодо розробки комп'ютерної гри «LevelCritical» в жанрі FPS з використанням рушія Unreal Engine 5 та Blueprints.

В першому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто основні жанри комп'ютерних ігор та визначено їхні основні принципи. Крім того, для вибору найкращого ігрового рушія було проаналізовано переваги та недоліки рушіїв Unreal Engine, Unity, Godot, Defold та Gamemaker Studio, і на основі цього аналізу обрано рушій, який найбільше відповідає потребам гри.

В другому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто основні етапи розробки гри «LevelCritical»: створення ідеї гри, розробка основних класів, реалізація користувачького інтерфейсу та персонажів ворогів, генерування ландшафту та виконання дизайну рівнів.

## ANNOTATION

Development of the computer game "Level Critical" in the FPS genre using Unreal Engine 5 and Blueprints // Qualification work degree «Bachelor» // Ivashchenko Yevheni // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Department of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science // Ternopil, 2021 // P. – 42, Fig. – 22, Tables – 2, Annexes. – 0, References – 30.

Qualification work is dedicated to development of the computer game "Level Critical" in the FPS genre using Unreal Engine 5 and Blueprints.

The aim of this qualification work is to research and find solutions for the development of the computer game "LevelCritical" in the FPS genre using Unreal Engine 5 and Blueprints.

In the first section of the qualification work the main genres of computer games and defines their basic principles are considered. Also, the advantages and disadvantages of Unreal Engine, Unity, Godot, Defold and Gamemaker Studio were analysed to select the best game engine, and based on this analysis, the engine that best meets the needs of the game was selected.

In the second section of the qualification work the main stages of "LevelCritical" game development are considered: creating the idea of the game, developing basic classes, implementing the user interface and enemy characters, generating landscape and level design.

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Blueprint (англ. – креслення) – скриптова система візуального програмування.

ПЗ – Програмне забезпечення.

FPS – (англ. – First-person shooter) – жанр відеоігор, де основна частина ігрового процесу являє собою знищення ворогів із вогнепальної зброї, а гравець спостерігає гру «з очей» головного героя.

RTS – (англ. – real-time strategy) – піджанр стратегічних ігор, у якому діючі гравці виконують дії одночасно, а не по черзі.

MMORPG – (англ. – Massively multiplayer online role-playing game) – жанр рольових відеоігор, в якій велика кількість гравців взаємодіє один з одним.

2D – двовимірний простір.

3D – тривимірний простір.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. ПОНЯТТЯ «КОМП'ЮТЕРНА ГРА». АНАЛІЗ АКТУАЛЬНИХ ІГРОВИХ РУШІЇВ .....	9
1.1 Визначення поняття «комп'ютерна гра» .....	9
1.2 Види та жанри комп'ютерних ігор .....	10
1.3 Аналіз актуальних ігрових рушіїв .....	12
1.4 Вибір ігрового рушія для розробки комп'ютерної гри «LevelCritical» в жанрі FPS.....	17
1.5 Висновок до першого розділу .....	20
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ «LEVELCRITICAL» .....	21
2.1 Ідея гри. Створення проєкту в ігровому рушії Unreal Engine 5.....	21
2.2 Розробка класів пішака та зброї.....	22
2.3 Створення інтерфейсу користувача.....	27
2.4 Створення персонажів ворогів.....	29
2.5 Генерація ландшафту. Розробка дизайну рівнів .....	32
2.6 Висновок до другого розділу .....	35
РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	36
3.1 Психологічні чинники небезпеки .....	36
3.2 Шляхи підвищення життєдіяльності людини .....	38
3.3 Естетичне оформлення та ергономічне дослідження робочого місця оператора .....	39
ВИСНОВКИ.....	41
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ .....	42
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Хоч індустрія комп'ютерних ігор з'явилася лише у 1970-х роках, але вона вже перетворилася у величезну галузь з величезними прибутками. Таким чином, у 2021 році прибуток цієї індустрії досягнув позначки у декілька сотень мільярдів доларів [1], завдяки чому її обсяг ринку перевершив всі медіа категорії.

Стрімке зростання індустрії комп'ютерних ігор спричинений розвитком технологій та широкому розповсюдженню мережі Інтернет, завдяки чому ігри є більш доступними для користувачів. Для того, щоб завантажити гру користувачу потрібно лише мати доступ до мережі Інтернет та більш-менш сучасний пристрій: смартфон, персональний комп'ютер, ігрову консоль тощо з невеликим набором завчасно завантажених програм. [2]

Крім того, розвиток технологій спричинив поширення ролі комп'ютерних ігор у житті, оскільки нещодавно ця індустрія використовувалася лише в розважальних цілях. Наприклад, активно створюються симулятори, завдяки яким навчаються фахівці небезпечних професій [3]. Також з'явилися нові жанри ігор, основною ціллю яких є виконання гравцем різноманітних фізичних активностей, завдяки чому перекреслюється один з основних недоліків комп'ютерних ігор – деградація фізичної форми внаслідок сидячого способу життя. [4]

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» є розробка комп'ютерної гри «LevelCritical» з можливістю подальшої її реалізації у сервісах продажу ігор.

Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні завдання:

- проаналізувати літературні джерела, що стосуються розробки комп'ютерних ігор;
- провести порівняльний аналіз використання існуючих рішень ігрових рушіїв;
- розробити ідею гри;



- здійснити проектування та розробку класів акторів;
- створити інтерфейс користувача, ландшафт та розробити дизайн рівнів поєднавши всі елементи гри.

**Практичне значення одержаних результатів:** розроблена комп'ютерна гра «LevelCritical», яка була розроблена у ході виконання кваліфікаційної роботи, може бути використана для отримання прибутку шляхом її реалізації на відповідних сервісах або ж власному веб-сайті.

## РОЗДІЛ 1. ПОНЯТТЯ «КОМП'ЮТЕРНА ГРА». АНАЛІЗ АКТУАЛЬНИХ ІГРОВИХ РУШІВ

### 1.1 Визначення поняття «комп'ютерна гра»

Комп'ютерна гра – інтерактивне програмне забезпечення, яке містить елементи ігрового процесу відповідно до жанру та типу гри, і яке взаємодіє з гравцем за допомогою візуальної, звукової та іноді тактильної інформації [5]. Крім того, відеоігри можуть мати умовний розподіл на цільову аудиторію або ж конкретно визначене обмеження, наприклад, «Т» (призначено для осіб старше 13 років). [6]

Такий тип ПЗ призначено для використання на комп'ютерах, смартфонах або ж ігрових консолях, які створені спеціально для розважальних цілей.

Таким чином, комп'ютерні ігри є досить специфічним видом ПЗ, основною метою якого є забезпечення якісного та цікавого дозвілля користувача. Найбільш важливими характеристиками ігор з точки зору користувачів є [7]:

- Простота використання: цей критерій є важливим при оцінюванні будь-якого ПЗ. До цього критерія відносяться зрозумілість інтерфейсу, складність опанування керуванням та використання периферійних пристроїв.

- Ритм гри: різноманітні способи реалізації ігрового процесу, завдяки яким користувач повноцінно вникає в гру. Перш за все, за цю характеристику відповідають інтерактивність та сюжет.

- Складність гри: важливий фактор, який визначає успішність гри. Гра повинна бути побудована так, щоб гравцю було одночасно складно і цікаво виконувати поставлені завдання. Важливо знайти правильний баланс впровадження цього критерію, оскільки є велика кількість прикладів як надзвичайно складних, так і доволі простих ігор, які мають величезні аудиторії, що вказує на майстерність людей, працюючих над грою.

– Графічна складова.

Варто відзначити, що останніми роками значними темпами впроваджуються ігрові підходи з комп'ютерних ігор до неігрового прикладного ПЗ. Найбільш яскравими прикладами використання такого принципу є створення симуляторів для представників небезпечних професій, наприклад, пілотів та гонщиків.

## 1.2 Види та жанри комп'ютерних ігор

Існує велика кількість різних видів комп'ютерних ігор. В загальному, відеоігри можливо класифікувати за наступними ознаками:

- Платформа, на яку розробляється гра.
- Максимальна кількість гравців.
- Вид графіки.
- Жанр.

За максимальною кількістю гравців комп'ютерні ігри можливо розділити на такі види [8]:

- Однокористувацькі.
- Багатокористувацькі.

За видом використаної графіки в відеоіграх використовують наступні види:

- Текстова (взаємодія з користувачем в більшості відбувається через текст).
- 2D.
- 2.5D (імітація 3D).
- 3D.

Ігровий процес деяким чином залежить від платформи, на яку створюється гра. Зазвичай такими платформами є:

- Комп'ютери (Windows/MacOS).
- Смартфони.

- Ігрові консолі.
- Кросплатформені.

Найбільш значущою класифікацією комп'ютерної гри є її жанр, яких існує понад 50. Жанр визначається методом взаємодії гри з користувачем та способом просування ігрового сценарію.

Найбільш розповсюджені жанри відеоігор зображено у таблиці 1.1 [9].

Таблиця 1.1 – Основні жанри комп'ютерних ігор

<b>Жанр</b>	<b>Піджанри</b>	<b>Загальні принципи</b>
Екшен	FPS, слешер.	Динамічний хід ігрового процесу
Стратегія	RTS, покрокова, економічна	Гравцю необхідно приймати зважені рішення, продумуючи наступні кроки
Пригоди	Візуальна новела, квест, пригодницький бойовик, інтерактивний фільм	Фокус гри зосереджено на історії
Аркада	Файтинг, платформер	Спрощений ігровий процес
Рольова	Підземелля, MMORPG	Виконання завдань, покращення здібностей персонажів
Перегон	Аркадні, реалістичні	Спортивні перегони на різних видах транспорту
Симулятор	Життя, спортивний, техніки	Максимально точно відтворити реальні фізичні закони/події

Крім того, комп'ютерні ігри можуть містити елементи декількох жанрів [10], наприклад, симулятор перегонів, в якому будуть відбуватись реально існуючі спортивні змагання. Можливість поєднання різних жанрів дозволяє значно розширити простір для створення унікальної відеогри.

### **1.3 Аналіз актуальних ігрових рушіїв**

Будь-яка комп'ютерна гра має основне ядро, навколо якого будуються всі складові. В якості такого ядра використовуються ігрові рушії – спеціальне ПЗ з яким розробники взаємодіють майже на всіх етапах розробки гри. [11]

Великі студії мають можливість створити власний ігровий рушій. Така потреба може виникати у випадку розробки гри з унікальними механіками або ж специфічними периферійними пристроями. Водночас розробка повноцінного рушія зазвичай триває більше року, а вартість цього процесу може перевищувати витрати на створення гри в існуючих рішеннях [12]. Таким чином, більшість компаній та невеликих команд розробників використовують вже існуючі ігрові рушії.

На даний момент існує величезна кількість різноманітних ігрових рушіїв, а їхні відмінності полягають у складності використання, функціональності, призначення та ін. Проаналізуємо декілька найбільш яскравих представників готових рушіїв:

1. Unreal Engine. Один з найбільш популярних ігрових рушіїв, який в свій час значно повпливав на всю індустрію шутерів. За допомогою цього рушія було створено велику кількість ігр AAA-класу: Deus Ex, Tom Clancy`s Splinter Cell, BioShock, Gears of War, Mortal Kombat та ін. [13]

З 2015 року Unreal Engine є безкоштовним для використання.

В якості мови програмування використовується C++ та система візуального програмування Blueprints. Мова C++ вважається найбільш складною в питанні опанування та подальшої розробки відеоігор. Альтернативою до C++ є система Blueprints, яка дозволяє розробити гру не

написавши жодної стрічки коду [14]. Цю систему часто використовують невеликі групи розробників, а великі студії іноді використовують Blueprints разом із C++.

Загалом, Unreal Engine надає змогу відтворити найкращу графіку та використовувати зручні інструменти для моделювання і дизайну рівнів порівнюючи з конкурентами. Інтерфейс Unreal Engine 4 зображено на рисунку 1.1.

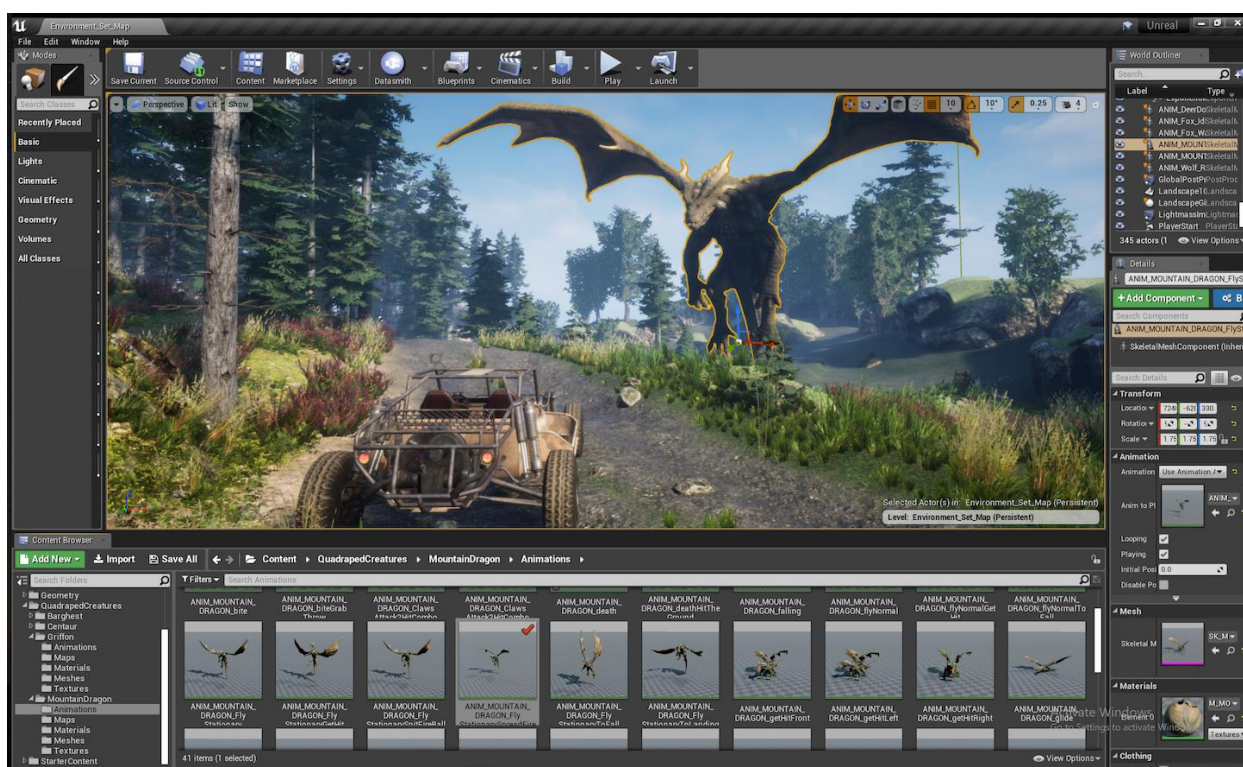


Рисунок 1.1 – Приклад використання ігрового рушія Unreal Engine 4

2. Unity. Найбільш популярний ігровий рушій, який вперше був опублікований у 2005 році [15]. Великого поширення цей ігровий рушій набув з виходом версії Unity3D. На Unity розроблено більшу частину комп'ютерних ігор, які призначені для смартфонів. Мова програмування – C.

Цей ігровий рушій має найбільшу частку прихильників серед всіх розробників відеоігор. Крім того, Unity має найбільшу кількість елементів для ігор (3D моделі, картинки, текстури і т.д.), які знаходяться у вільному доступі

та можуть бути використаними у будь-якому проекті, оскільки вони не мають жодних авторських прав.

Недоліками ж є тяжкий для опанування інтерфейс, велика кількість помилок та посередня 3D графіка. Інтерфейс Unity зображений на рисунку 1.2.

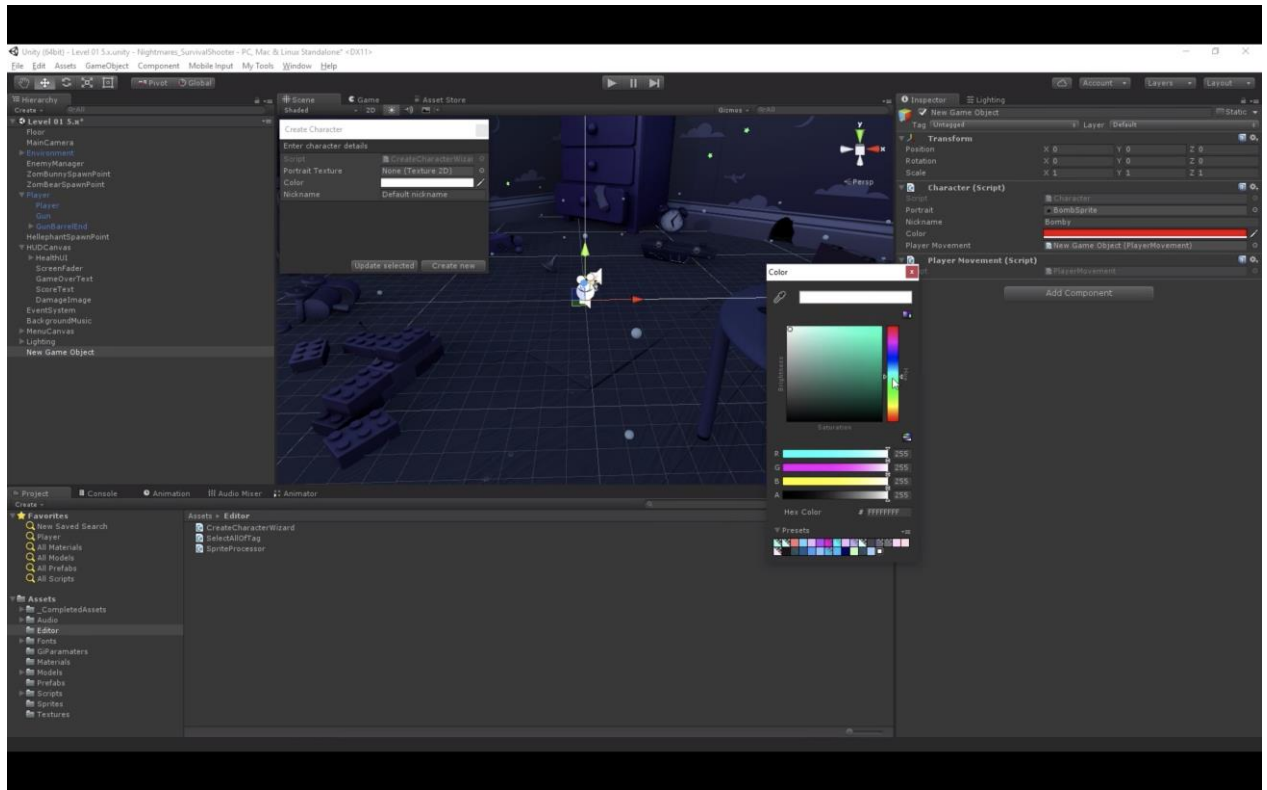


Рисунок 1.2 – Приклад використання ігрового рушія Unity

3. Godot. Найбільш перспективний та відносно молодий ігровий рушій, який вийшов у 2014 році [16].

Найкраще реалізує себе цей ігровий рушій у створенні 2D ігор. Крім того, в наступних версіях очікується можливість використання фотореалістичних текстур, що значно покращить можливості 3D графіки. Також рушій має багато контриб'юторів, які постійно покращують відкритий код.

Недоліками ж Godot є те, що він ще має достатню кількість непророблених елементів, і розробникам часто доводиться самотійно знаходити рішення цих проблем. Ще одним недоліком є проблеми з продуктивністю у локаціях з великою кількістю об'єктів.



Інтерфейс ігрового рушія Godot зображено на рисунку 1.3.

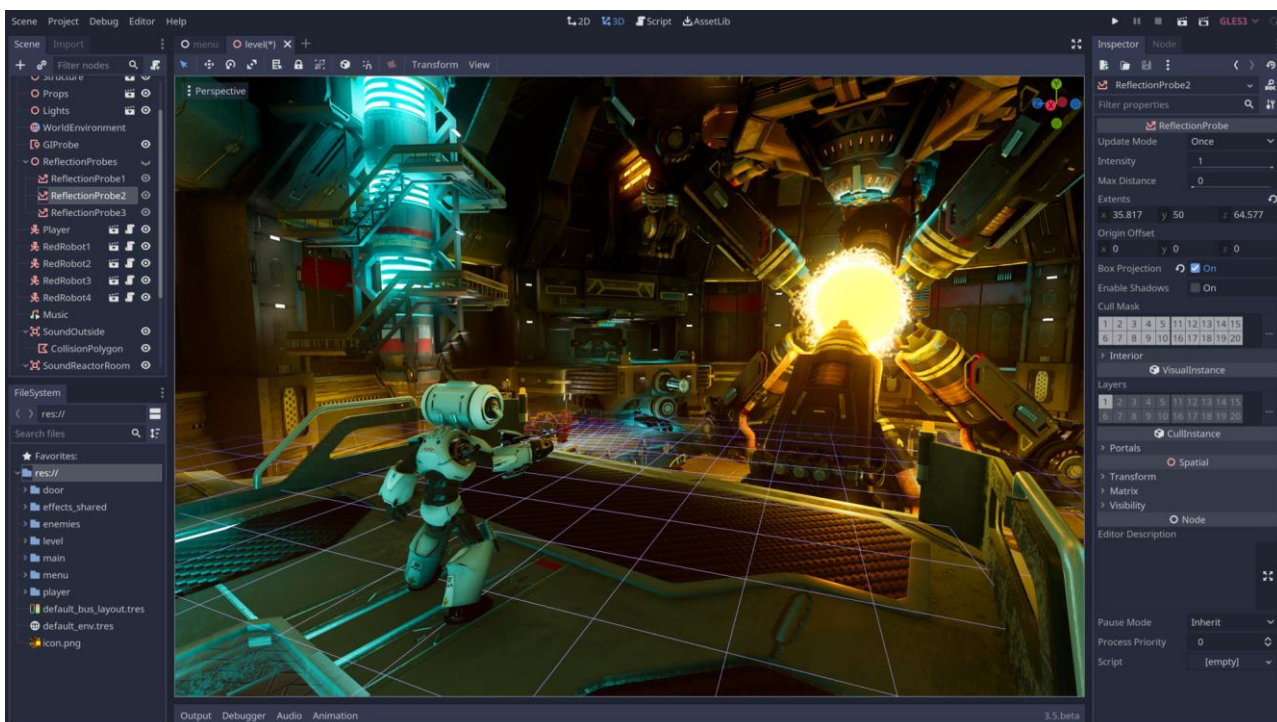


Рисунок 1.3 – Приклад використання ігрового рушія Godot

4. Defold. Цей ігровий рушій є також доволі молодим, оскільки був опублікований у 2016 році [17]. Мова програмування – Lua.

Перш за все, Defold орієнтований на розробку браузерних та мобільних 2D ігор. Особливостями цього рушія є спрямованість у бік зменшення розміру файлів гри, спрощення інтерфейсу для розробки та підвищення продуктивності.

Недоліками ж є невелика кількість технічної документації та значно скорочений функціонал у порівнянні з Unreal Engine, Unity і Godot.

5. Gamemaker Studio 2. Найбільш простий для опанування ігровий рушій. Завдяки надзвичайно простому процесу розробки ігор у Gamemaker Studio 2 поріг входження майже відсутній завдяки можливості створення гри без будь-якого програмування. [18]

Зазвичай, завдяки цьому ігровому рушію створюються невеликі 2D ігри на смартфони чи приставки.



Таким чином, було оглянуто декілька найбільш популярних ігрових рушіїв. Зведена інформація щодо переваг та недоліків кожного з рушіїв зображена у таблиці 1.2. [19]

Таблиця 1.2 – Переваги та недоліки наведених ігрових рушіїв

<b>Ігровий рушії</b>	<b>Вартість</b>	<b>Переваги</b>	<b>Недоліки</b>
Unreal Engine	Безкоштовний	Найкраща 3D графіка, функціональність, система Blueprints, велика кількість матеріалів	Високий поріг входження, ігри потребують значних ресурсів системи
Unity	Умовно безкоштовний	Найбільша кількість матеріалів та документації, вбудована реклама	Посередня 3D графіка, складність інтерфейсу, велика кількість помилок
Godot	Безкоштовний	Швидкодія, підтримка багатьох мов програмування	Непророблені елементи
Defold	Безкоштовний	Проста розробка 2D ігор, продуктивність	Невеликий функціонал
Gamemaker Studio 2	Від 39\$	Дуже низький поріг входження, швидкість розробки	Сильно скорочений функціонал, застарілий дизайн

Таким чином, було проведено порівняльний аналіз актуальних ігрових рушіїв. Наступним етапом є вибір ігрового рушія для розробки власної гри.

## **1.4 Вибір ігрового рушія для розробки комп'ютерної гри «LevelCritical» в жанрі FPS.**

Проаналізувавши всі доступні варіанти вибору ігрового рушія було визначено наступне: для розробки комп'ютерної гри «LevelCritical» необхідно використати або Unreal Engine, або Unity, оскільки Defold та Gamedev Studio 2 використовуються для простих 2D ігор, а рушієм Godot все ще далекий від ідеалу. Внаслідок цього вибір скоротився до двох варіантів.

Хоч Unreal Engine і має дуже високий поріг входження, в новій версії рушія, а саме Unreal Engine 5, великого значення набула система візуального скриптингу Blueprints, за допомогою якої є можливість відтворити майже будь-який елемент гри без використання C++, що деяким чином знижує поріг. Водночас, основними недоліками Unity порівняно з Unreal Engine є гірша 3D графіка та відносно велика кількість різноманітних помилок. На жаль, більший вибір вбудованих матеріалів не може повноцінно компенсувати наявні недоліки. [20]

Крім того, саме Unreal Engine значно вплинув на індустрію комп'ютерних ігор в жанрі шутер, а більша частина сучасних шутерів розроблено на основі цього ігрового рушія.

Таким чином було визначено, що для розробки комп'ютерної гри «LevelCritical» в жанрі FPS буде використано ігровий рушієм Unreal Engine 5.

Далі необхідно визначити метод розробки комп'ютерної гри – за допомогою мови програмування C++ чи Blueprints. [21]

Blueprint – це скриптова система візуального програмування в Unreal Engine 4 та 5. Це дуже гнучка і потужна система, яка є візуальним інтерфейсом для відтворення елементів ігрового процесу. За допомогою Blueprints можливо використати майже весь потенціал звичайного програмування.

На рисунку 1.3 зображено один з найпростіших прикладів використання Blueprint.

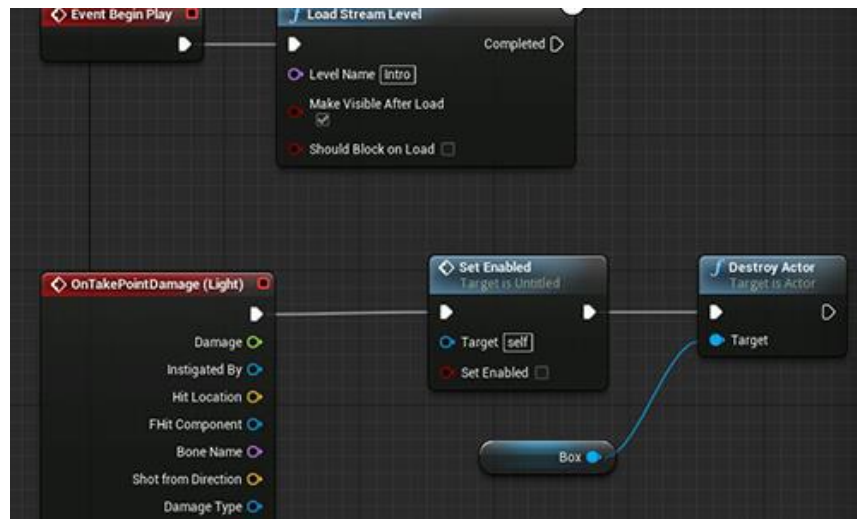


Рисунок 1.4 – Приклад використання Blueprint

За допомогою Blueprint можливо створити та запрограмувати понад 600 типів класів (див. рисунок 1.5), внаслідок чого існує можливість повністю розробити майже будь-який елемент ігрового процесу без використання мови програмування. [22]

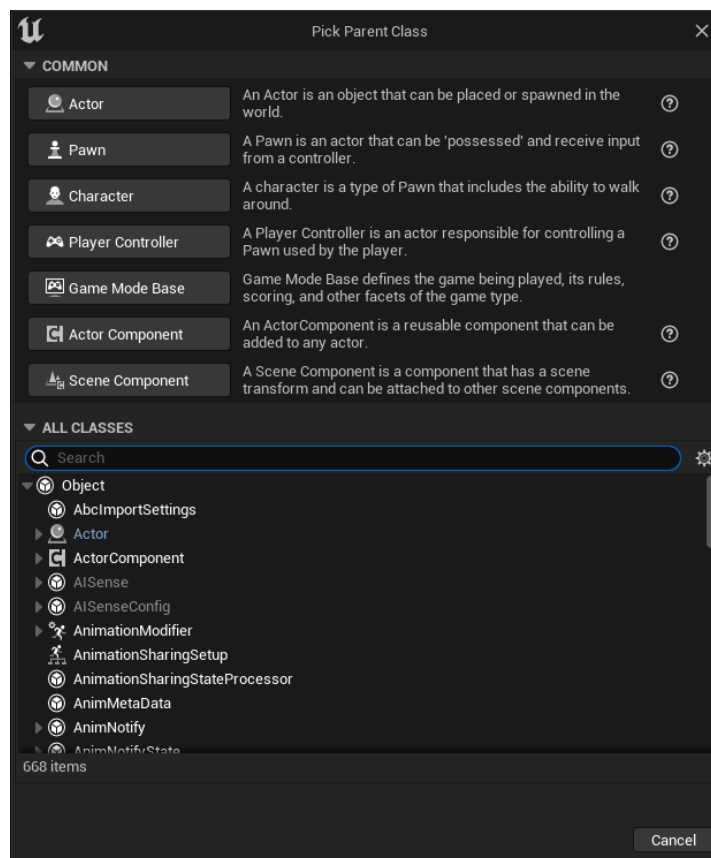


Рисунок 1.5 – Варіанти створення Blueprint класу

На рисунку 1.5 зображено типи класів, які використовуються найчастіше, а саме:

- Актор – будь-який об'єкт який може бути розміщений в грі.
- Пішак – актор, яким може керувати гравець та який отримує вхідні дані з контролера.
- Персонаж – різновид пішака, який може рухатися (зазвичай персонажем керує гра).
- Контролер – актор, який відповідальний за керування пішаком.
- Режим гри – сукупність правил гри.

Отже, перевагами використання системи Blueprint у ігровому рушію Unreal Engine 5 є:

- Швидкість розробки.
- Гнучке редагування.
- Простіша взаємодія з даними.
- Краща взаємодія з ігровим потоком.

Перевагами використання мови програмування C++ у ігровому рушію Unreal Engine 5 є:

- Потребує менше ресурсів системи.
- Посилений контроль даних.
- Простіша передача файлів між різними системами.

Найбільш критичними недоліками використання системи Blueprint є невелике збільшення використання ресурсів системи при використанні елементів з багатьма вузлами, а основними недоліками використання мови програмування є вищий поріг входження та складність редагування.

Отже, було визначено, що найкращим варіантом буде використовувати систему Blueprints, оскільки при потребі є можливість перетворити будь-який клас Blueprint в код C++.

## 1.5 Висновок до першого розділу

В першому розділі кваліфікаційної роботи було розкрито поняття «комп'ютерна гра» та визначено основні характеристики гри, які важливі для користувача. Крім того, було описано види комп'ютерних ігор та оглянуто найбільш поширені жанри і піджанри.

Наступним чином було проведено порівняльний аналіз найбільш актуальних ігрових рушіїв. На цій основі визначено, що для розробки комп'ютерної гри «LevelCritical» в жанрі FPS найкращим варіантом є використання ігрового рушія Unreal Engine 5. Після цього було висвітлено основні переваги та недоліки використання мови програмування C++ та скриптові системи візуального програмування Blueprint. Внаслідок цього було обрано систему Blueprint в якості основного способу програмування ігрових елементів.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ «LEVELCRITICAL»

### 2.1 Ідея гри. Створення проєкту в ігровому рушії Unreal Engine 5

Основною ідеєю гри є проходження користувачем рівнів, які знаходяться в різних локаціях, наприклад, ліс, пустеля, печера, острів і т.д.

Рівень в комп'ютерних іграх є окремим простором віртуального світу гри. Ідея проходження рівнів з'явилась ще в перших представників жанру рольових ігор, де користувач проходив з першого поверху підземелля до останнього, при чому з кожним наступним рівнем складність збільшувалась. [23]

Кожний новий рівень зазвичай пов'язаний з новим завданням, яке може бути як легким, так і складним. Прикладами простих завдань є звичайне пересування з одієї точки в іншу, водночас складні завдання можуть вимагати від гравця швидкого прийняття рішень чи вирішення нестандартних завдань.

Якщо ж гравець не виконує вчасно завдання або ж його персонаж втрачає все здоров'я, то, зазвичай, доводиться проходити рівень знову. В більш складних іграх гравця переносить на початковий рівень незважаючи на те, чи він був на другому рівні, чи на останньому.

В грі «LevelCritical» складності будуть додавати монстри – об'єкти класу персонаж, які будуть керуватися штучним інтелектом. Вони будуть певним чином заважати гравцеві виконувати поставлені завдання.

Однією з переваг використання системи проходження рівнів є те, що розробник може створити багато різних видів завдань, завдяки чому користувачу буде цікаво просуватися далі. У грі «LevelCritical» можливо реалізувати велику кількість різноманітних завдань, наприклад, збір унікальних предметів, проходження смуги перешкод на час, знищення всіх монстрів на локації, виживання протягом хвиль з десятками монстрів.

Отже, для початку необхідно завантажити Unreal Engine 5 та створити проєкт. Створення проєкту зображено на рисунку 2.1.

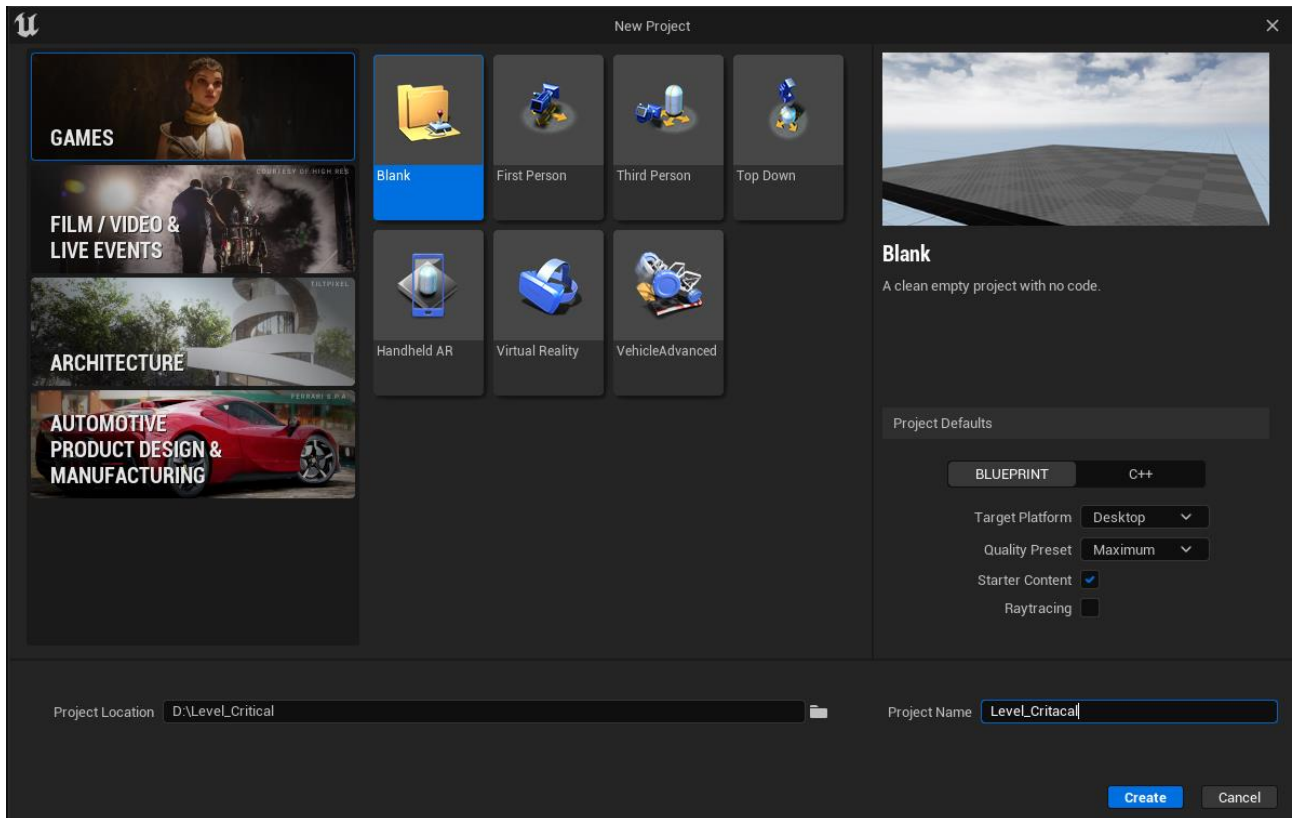


Рисунок 2.1 – Створення проекту

На рисунку 2.1 можна побачити декілька варіантів створення. Цей розподіл використовується для вибору цілі проекту – створити гру, відео, розробити макет будівлі чи змодельовати автомобіль. В залежності від вибору цих пунктів змінюється інтерфейс розробника, а вибіру підпункту вплине на початковий набір об’єктів.

## 2.2 Розробка класів пішака та зброї

Перш за все, необхідно створити клас гравця і запрограмувати Blueprint на виконання стандартних функцій: рух вперед, назад, вліво та вправо та стрибок.

Для початку необхідно створити Blueprint клас пішака та додати до нього компоненти.

Елементи, додані до класу пішака зображено на рисунку 2.2.

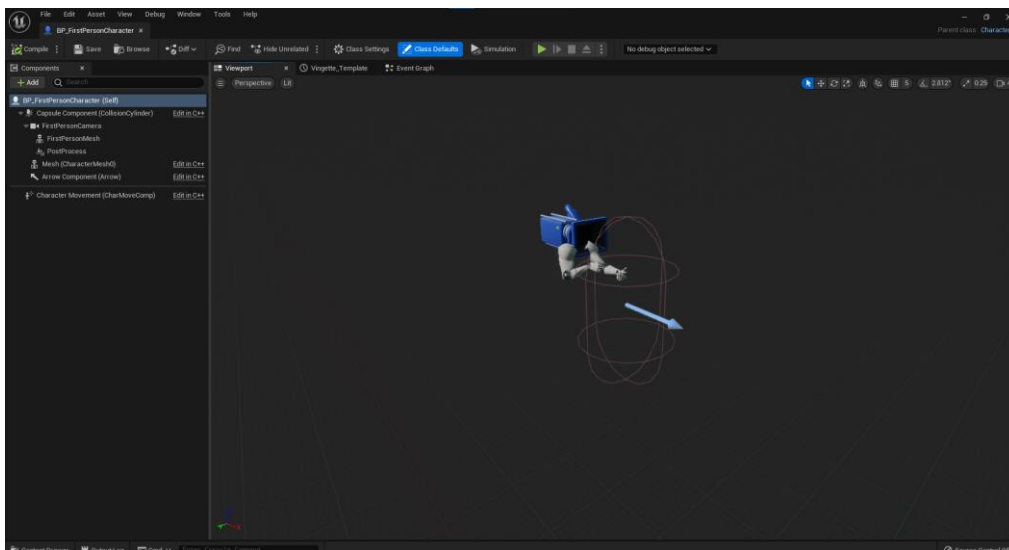


Рисунок 2.2 – Компоненти пішака гравця

До класу пішака було додано наступні компоненти:

- Капсула. Відповідає за фізичні межі гравця у відеогрі.
- Камера. Завдяки компоненту камери визначається те, з якої позиції гравець буде бачити рівень.
- Об'єкт рук, якими гравець буде тримати зброю.
- Компонент руху персонажа, який буде зчитувати інформацію з периферійних пристроїв та виконувати відповідну функцію у грі.

Далі встановимо відповідності між сигналом периферійного пристрою та відтворенням цього сигналу у грі за допомогою Blueprints (див. рисунок 2.3)

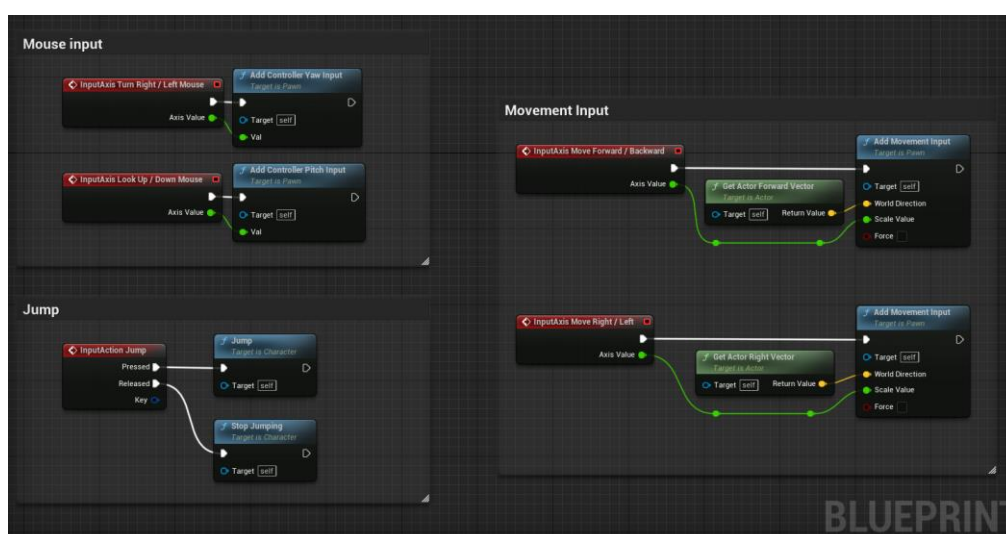


Рисунок 2.3 – Перетворення сигналів периферійних пристроїв



Крім того, до класу пішака було додано наступні змінні:

- Здоров'я, тип Float. Відповідає за здоров'я персонажа. Якщо здоров'я рівне 0, то спроба гравця вважається недвалою.
- Перезарядка, тип Bool. Ця змінна дозволяє передбачити неможливість стрільби під час перезарядки.
- Режим вогню, тип Bool. За допомогою цієї змінної є можливість змінювати режим вогню.
- Посилання на клас зброї.

Оскільки ми тепер маємо змогу пересуватися в грі та тестову плоску поверхню, яку було автоматично згенеровано при створенні проєкту, то наступним етапом є створення класу зброї (див. рисунок 2.4) та реалізація функції стрільби.

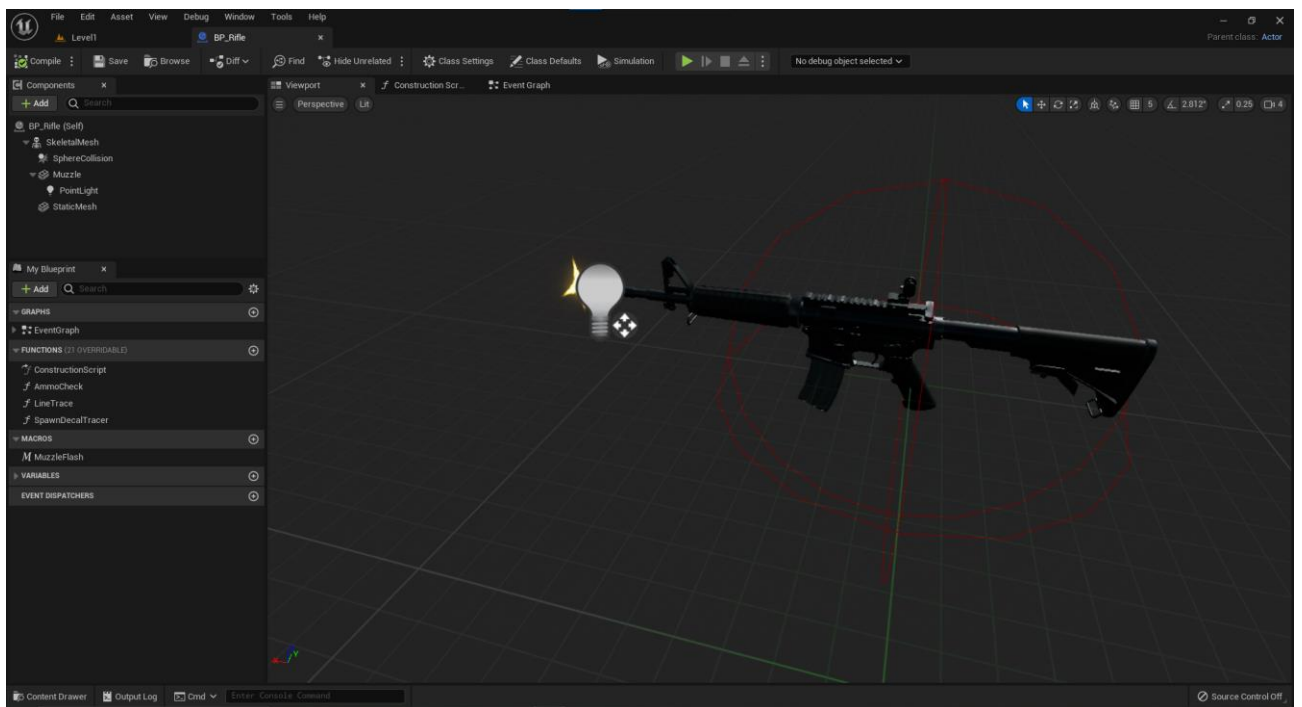


Рисунок 2.4 – Компоненти класу зброї

До класу зброї було додано наступні компоненти:

- Капсула. Відповідає за фізичні межі зброї, якщо вона знаходиться на землі.
- Модель зброї. Відображення об'єкту зброї в грі.

- Куля. Знаходиться в зброї, використовується для розрахунку трасування польоту набою.
  - Точкове світло. Застосовується при кожному пострілі та створює світловий ефект.
  - Плоска площина, на яку нанесено текстуру спалаху від пострілу.
- До класу зброї було додано наступні змінні:
- Шкода, тип Float. Кількість шкоди, яку наносить зброя ворогам при кожному влучанні.
  - Темп стрільби, тип Float. Швидкість виконання кожного пострілу.
  - Максимальна кількість набоїв, тип Int.
  - Поточна кількість набоїв, тип Int.
  - Час перезарядки, тип Float.
  - Розкид набоїв, тип Float.
  - Вектор набою, тип Vector.

За допомогою цих змінних розробимо функцію стрільби. Blueprint функції стрільби зображено на рисунку 2.5.

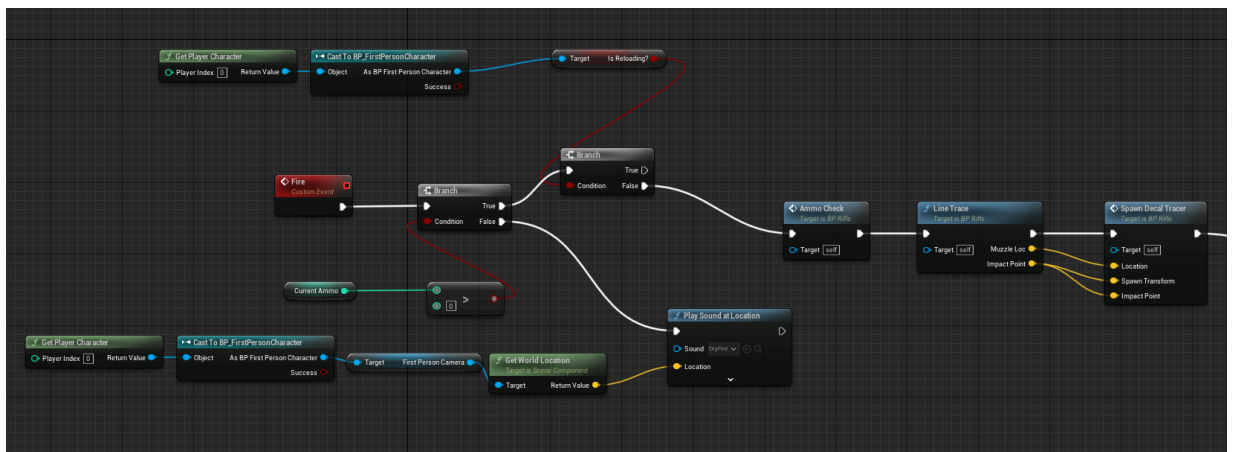


Рисунок 2.5 – Blueprint функції стрільби

Blueprint працює наступним чином: при натисканні на кнопку пострілу перевіряється змінна поточної кількості набоїв. Якщо кількість набоїв дорівнює нулю, то програється звук пустого пострілу в місці камери гравця. Якщо ж набоїв більше одного, то перевіряється, чи гравець в даний момент не

перезаряджається. В випадку, якщо гравець не перезаряджається, виконується функція AmmoCheck (див. рисунок 2.6).

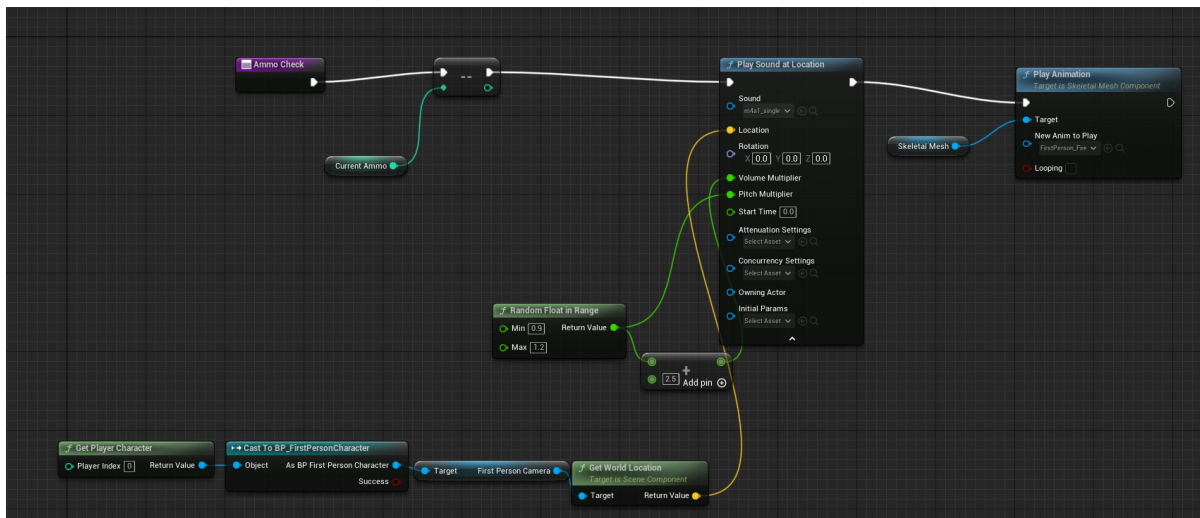


Рисунок 2.6 – Blueprint функції AmmoCheck

Функція AmmoCheck призначена для того, щоб відняти один набій від поточної кількості патронів, відтворити звук з випадковою гучністю в місці камери, після чого на моделі зброї відбувається анімація пострілу.

Після функції AmmoCheck виконується Blueprint трасування лінії пострілу LineTrace, яка зображена на рисунку 2.7.

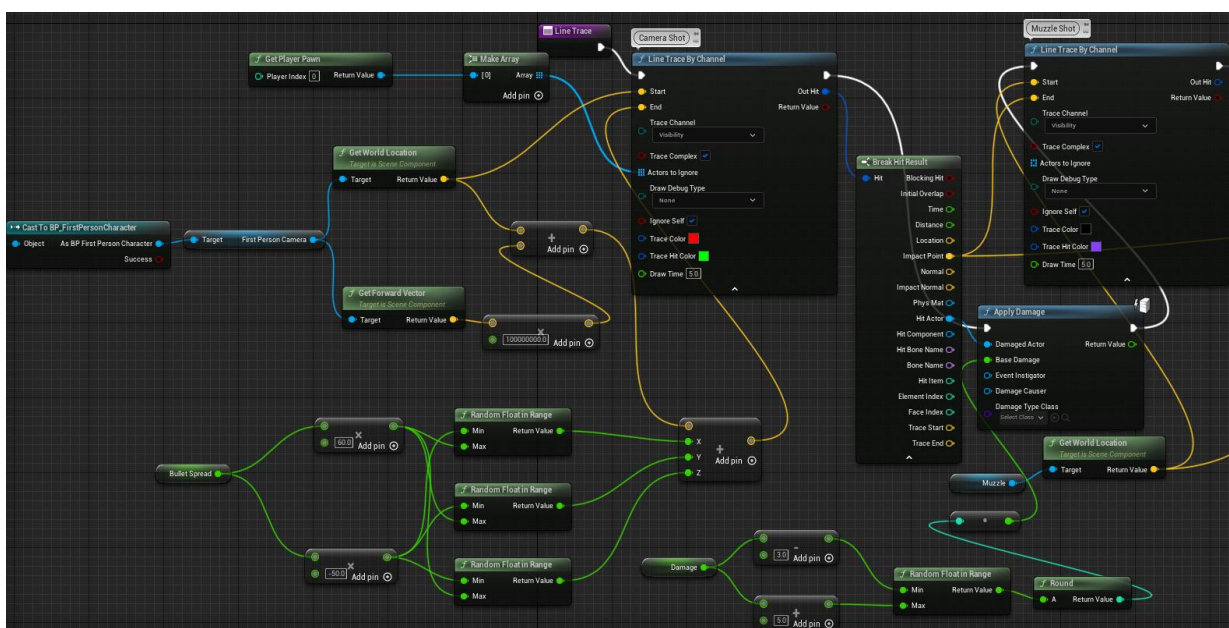


Рисунок 2.7 – Blueprint функції LineTrace

Blueprint LineTrace призначений для трасування лінії пострілу. Перш за все, отримується позиція гравця на рівні та проводиться довга пряма з врахуванням розкиду набоїв. Після цього перевіряється, чи ця пряма перетинається з будь-яким персонажем. Якщо пряма перетнулася з персонажем, то цей персонаж отримує шкоду, яка вказана в змінній шкоди зброї з врахуванням випадкової похибки до трьох одиниць. Далі, використовуючи точку перетину прямої з актором та позицію набою в автоматі проводиться ще одна пряма для імітації вильоту кулі зі зброї. Таким чином, перша пряма є умовною, а друга – видима для гравця.

### 2.3 Створення інтерфейсу користувача

Важливо створити приємний та зрозумілий інтерфейс користувача, оскільки гравець буде постійно з ним взаємодіяти, внаслідок чого непророблений інтерфейс значно зіпсує враження від гри.

Комп'ютерна гра «LevelCritical» повинна мати 3 елементи інтерфейсу: приціл, шкалу здоров'я та поточну кількість набоїв.

Для розробки інтерфейсу користувача необхідно створити Blueprint клас Widget (див. рисунок 2.8) та викликати його відразу на початку гри.

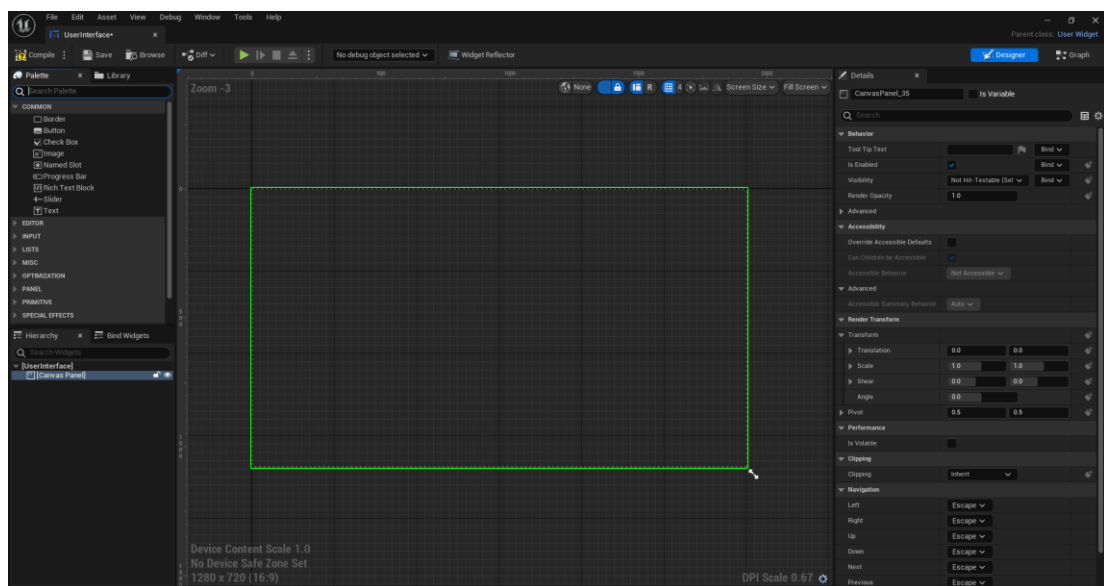


Рисунок 2.8 – Початковий вигляд класу Widget

Після створення Blueprint класу Widget необхідно перемістити на головне поле необхідні елементи, наприклад, стрічка прогресу, текст, кнопка і т.д.

Наступним чином елементи інтерфейсу необхідно прив'язати до змінних, для яких призначені ці елементи, або ж прив'язати їх до певних позицій.

Прив'язку елементів прицілу за допомогою Blueprints зображено на рисунку 2.9.

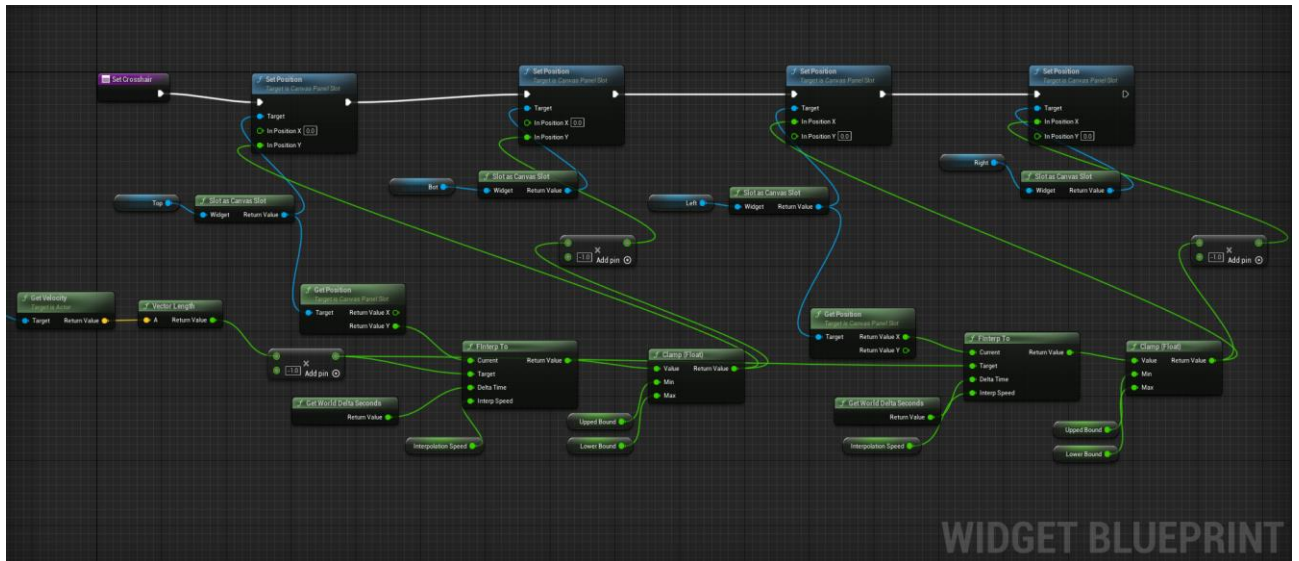


Рисунок 2.9 – Розміщення елементів прицілу на інтерфейсі користувача за допомогою Blueprint

Перевагою такого підходу позиціонування елементів прицілу є те, що сам приціл може змінювати свої розміри в залежності від поточної швидкості руху гравця. Наприклад, під час бігу приціл розширюється, а коли персонаж не рухається – приціл вузький.

Для відображення здоров'я гравця відповідну змінну було переведено у відсотки та прив'язано до елемента стану прогресу.

Для відображення інформації про поточну кількість патронів було використано відповідну змінну та прив'язано її до звичайного текстового блоку.

Результат розробки інтерфейсу користувача, класу пішака та зброї зображено на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10 – Інтерфейс користувача

Таким чином, було розроблено інтерфейс користувача зі всією необхідною для гравця інформацією.

## 2.4 Створення персонажів ворогів

Одними з ключових елементів гри, які будуть ускладнювати процес проходження рівнів гравцем є вороги. Оскільки значну частину часу гравці будуть певним чином взаємодіяти з ворогами необхідно зробити декілька варіантів монстрів з різними моделями поведінки.

Внаслідок цього було визначено, що гра «LevelCritical» буде мати три класи різних ворога: ближнього бою, стрілок та головний монстр рівня.

Кожний з класів ворога має наступні змінні:

- Здоров'я, тип Float. Вказує на максимальну кількість здоров'я.
- Шкода від атаки, тип Float.
- Статус гравця, тип Bool. Відповідає за інформацію про те, чи гравець знаходиться в полі зору.
- Статус, тип Bool.

Вигляд ворога ближнього бою зображено на рисунку 2.11.





Принцип роботи цього Blueprint наступний: у випадку фіксування компонентом чутливості пішака гравця змінна статусу гравця приймає значення True, після чого за допомогою штучного інтелекту персонаж ворога переслідує гравця. У разі досягнення гравця персонаж відтворює анімацію атаки, виконує атаку та перевіряє, чи атака досягла гравця. Якщо ж атака була успішною, то здоров'я гравця знижується на значення, яке вказане у змінній шкода від атаки. Після цього, ворог очікує від 0.8 до 1 секунди, повертається у напрямку гравця та повторює цикл.

Представники кожного класу ворогів зображені на рисунку 2.13.



Рисунок 2.13 – Представники ворогів кожного класу

Основними відмінностями між різними класами ворогів є те, що воїн ближнього бою має найвищу швидкість руху, стрілок володіє найбільшою дальністю атаки та найкращу видимість, а головний монстр рівня має значно більший запас здоров'я. Водночас слабкими сторонами воїна є найменша шкода від удару, стрілок має найдовший час очікування між ударами, а головний монстр рівня є найповільнішим.



## 2.5 Генерація ландшафту. Розробка дизайну рівнів

Однією з переваг ігрового рушія Unreal Engine є потужність та зручність інструментів редагування ігрових локацій.

Було визначено, що в якості першого рівня ідеально підійде відтворення локації лісу.

На рисунку 2.14 зображено генерування плоского ландшафту.

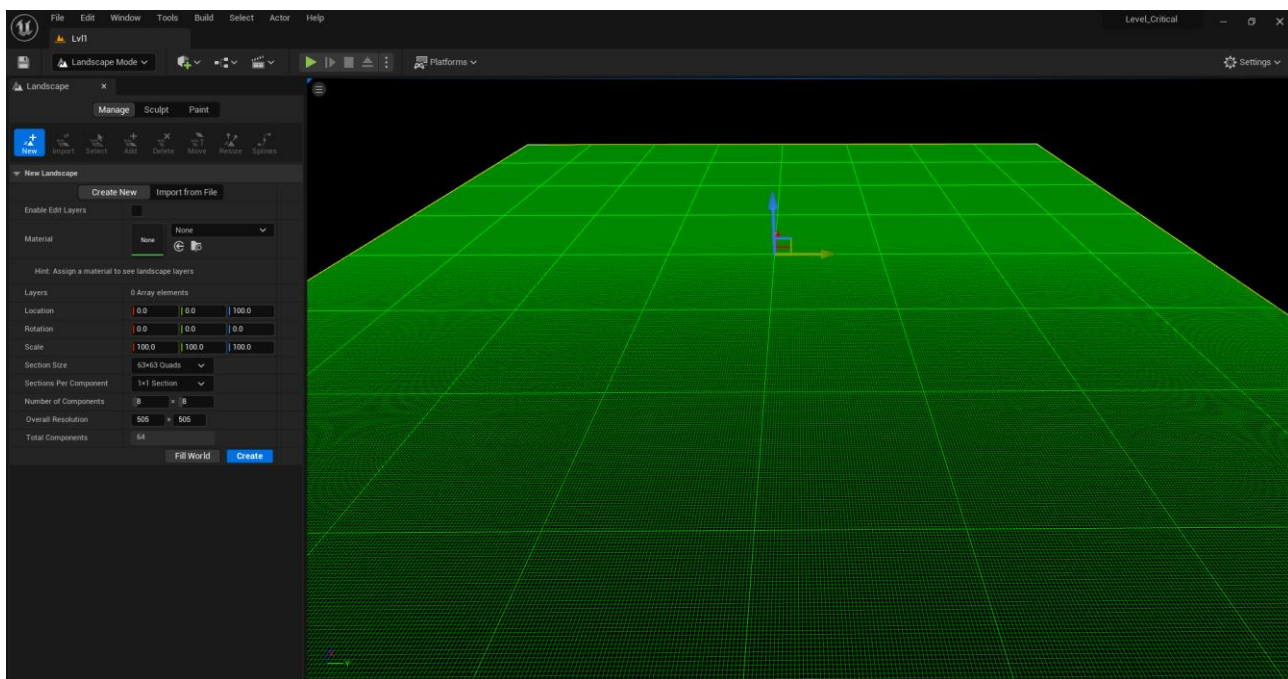


Рисунок 2.14 – Генерування ландшафту

Після генерування ландшафт виглядає як плоска площина чорного кольору, оскільки рівень все ще не має освітлення. Для того, щоб відтворити сонячне світло на рівні необхідно додати наступні елементи:

- Направлене світло. Такий тип світла імітує сонячний.
- Сонячне світло. Незважаючи на назву цього елемента, основне його призначення – вказати на те, що рівень повинен мати сонячне світло.
- Сонячна атмосфера. Додає сонце на небо.
- Експоненційний туман. Без цього елемента верхня половина рівня є освітленою, а нижня – повністю темна.

Наступним чином необхідно розробити та додати текстуру – набір шарів, які відповідають за зовнішній вигляд ландшафту.

Загальний вигляд Blueprint текстури ландшафту зображено на рисунку 2.15.

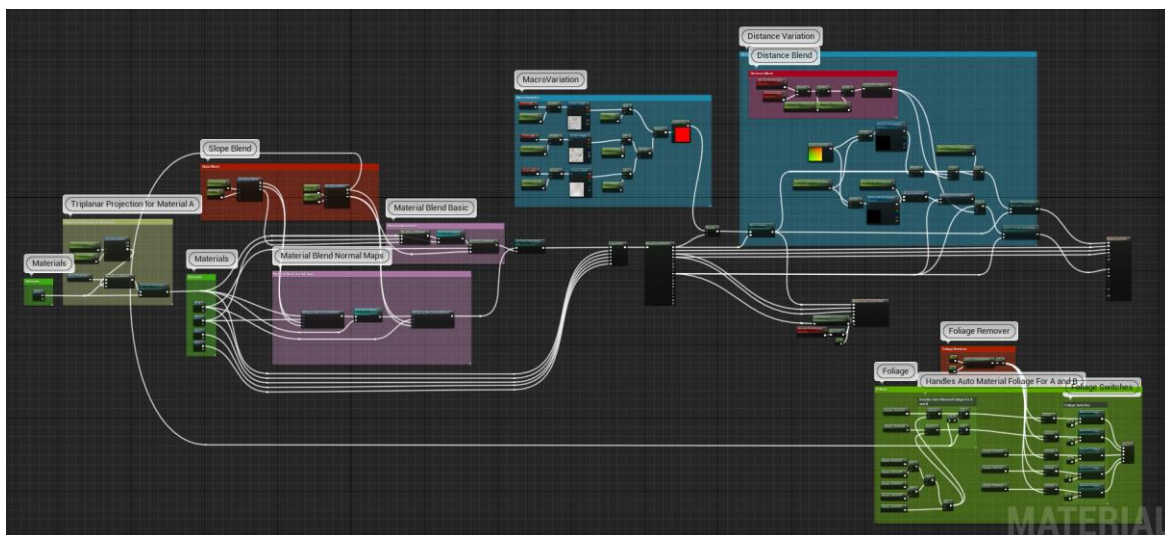


Рисунок 2.15 – Загальний вигляд Blueprint текстури ландшафту

Розроблена текстура ландшафту може містити 5 матеріалів. Для розробки локації лісу було обрано наступні матеріали: дика трава, вкритий мохом камінь, гравій, піщаний камінь та багнюка.

Застосування текстури на ландшафт зображено на рисунку 2.16.

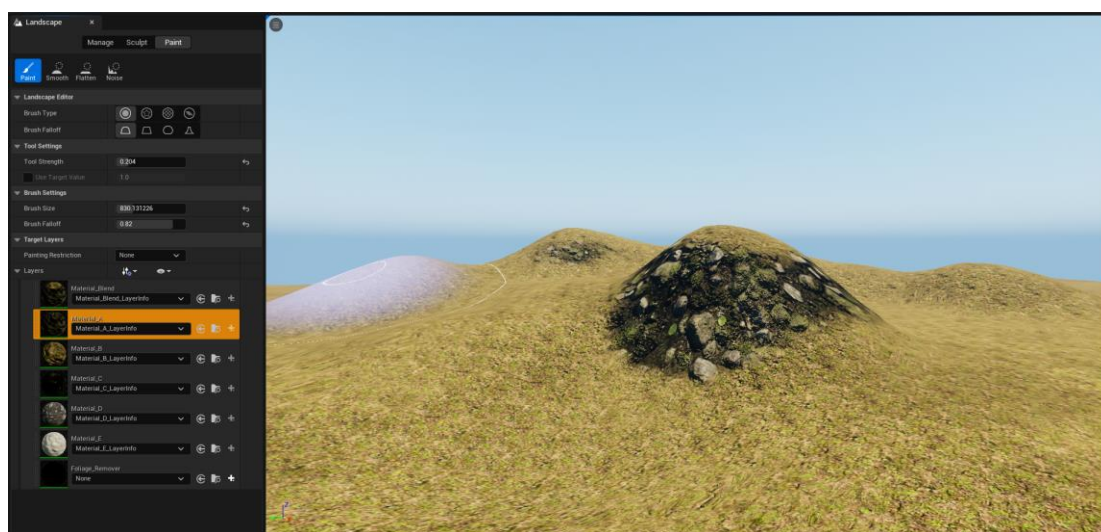


Рисунок 2.16 – Використання розробленої текстури

Дизайн рівнів є одним із центральних елементів комп'ютерної гри, який повинен містити в собі десятки різноманітних аспектів. Це геймплей, спецефекти, архітектура, налаштування освітлення і т.д. [24]

Основне завдання дизайну рівнів – гармонійно поєднати всі візуальні елементи та звукові ефекти, що є досить складним.

Для створення рослинності Unreal Engine має надзвичайно зручний інструмент, який дозволяє легко розмістити сотні моделей рослин за декілька секунд.

Одну з локацій, яку була створено в процесі дизайну рівнів зображено на рисунку 2.17.



Рисунок 2.17 – Кадр локації розробленого рівня

В результаті було розроблено дизайн рівня, завдяки якому поєднано всі елементи ігрового процесу, візуальну складову та звукові ефекти.

## 2.6 Висновок до другого розділу

У другому розділі кваліфікаційної роботи було розроблено основну ідею гри, після чого було зазначено варіанти створення нового проєкту.

Після цього було описано безпосередню розробку гри, етапи якої включали проєктування та розробку класів пішака, зброї, головного персонажу та ворогів, програмування інтерфейсу користувача та всіх необхідних функцій, генерацію ландшафту і розробку дизайну рівнів. В кінці було продемонстровано одну з розроблених локацій.

Таким чином було зроблено висновок, що система візуального програмування Blueprint є повноцінною альтернативою до мови програмування C++ в ігровому рушії Unreal Engine 5, оскільки всі елементи були розроблені виключно за допомогою цієї системи.

## РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 3.1 Психологічні чинники небезпеки

Діяльність людини за своїми функціями поділяється на дві групи: фізичну та розумову діяльність. Фізична діяльність людини пов'язана з роботою її м'язів та зі здійсненням конкретних дій. Розумова ж діяльність визначається такими психічними процесами, у ході яких людина використовує мовні символи й образи для планування певних своїх дій. Складовими розумової діяльності є навчання, творчість, науки, управління, викладання – роботи, необхідним для яких є прийняття й обробка інформації. Виконання таких робіт вимагає напруження уваги, пам'яті, сенсорної системи, активної діяльності мислення та емоційного апарату. [25]

Психологічні чинники небезпеки сильно впливають на розумову діяльність, що є основною частиною роботи розробників комп'ютерних ігор й інших працівників сфери інформаційних технологій. Значущу роль в ІТ-сфері відіграють такі чинники, як втома, різні емоційні процеси і явища.

У психології безпеки важливими для вивчення є психологічні чинники, які впливають на збільшення рівня небезпеки. Загалом вони поділяються на дві групи: чинники, які стійко підвищують індивідуальну ймовірність наразитися на небезпеку, та чинники, що тимчасово підвищують індивідуальну ймовірність наразитися на небезпеку.

Так, до стійких чинників належить порушення зв'язку між сенсорними та руховими центрами вищих відділів нервової системи. Ці порушення впливають на діяльність людини так, що вона не може адекватно реагувати на подразники, які сприймаються органами чуття. Важливе значення у зменшенні їх впливу має доведений до автоматизму рівень відпрацювання навиків. [26]

Також, до стійких чинників відносять вади органів чуття, як, наприклад часткова втрата слуху або зору. Найкращим методом зменшення небезпеки для



людей, які мають такі вади, є набуття більшої кількості практичних знань і наявність відповідального відношення до роботи.

Слід зазначити ще один стійкий чинник підвищення індивідуальної ймовірності наразитися на небезпеку – пристрасть до алкоголю та наркотиків, які негативно діють на психічне здоров'я людини: викликають сповільнення темпу мислення, погіршення самоконтролю, зменшення швидкості реакції та загалом зумовлюють деградацію людини.

До іншої групи психологічних чинників небезпеки відносяться чинники, які тимчасово підвищують індивідуальну ймовірність наразитися на небезпеку. Такі чинники можуть проявлятися тільки під час певних періодів трудової діяльності людини і впливати на її поведінку лише протягом короткого часу.

Тимчасовим чинником небезпеки є необережність. Особливістю цього чинника є те, що він підвищує ймовірність нещасного випадку не тільки для самого працівника, але й для всього робочого колективу. Головним способом боротьби з необережністю є вироблення обережності, яка характеризується дисциплінованістю, правильним використанням автоматизму дій, раціональним керуванням увагою та підтримкою порядку на робочому місці.

Також на підвищення ймовірності наразитися на небезпеку впливають й емоційні явища та потрясіння: сімейні чвари, сварки, конфліктні ситуації. Вони продукують хвилювання та нестриманість, що проявляються протягом деякого часу й негативно впливають на увагу, мислення. Крім негативних переживань, до емоційних явищ, які можуть збільшувати ймовірність небезпеки, відносять також і раптові відчуття радості, які зменшують уважність та призводять до нещасних випадків. [27]

Серед тимчасових чинників небезпеки потрібно вказати і втому. Психологічними проявами втоми є сповільненість мислення, зниження вміння до запам'ятовування й концентрації уваги, послаблена реакція на подразники. Головним і найдієвішим способом позбутися втоми є тривалий відпочинок.

Для зменшення рівня небезпеки для здоров'я, керівникам і працівникам підприємств, що працюють в ІТ-сфері, потрібно враховувати прояви

психологічних чинників небезпеки у процесі виконання роботи, у тому числі й під час розробки комп'ютерних ігор, та застосовувати різноманітні способи їх усунення.

### **3.2 Шляхи підвищення життєдіяльності людини**

Під життєдіяльністю розуміється властивість людини не просто діяти в життєвому середовищі, яке її оточує, а процес збалансованого існування та самореалізації індивіда, групи людей, суспільства і людства загалом в єдності їхніх життєвих потреб і можливостей.

Виробниче середовище забезпечує життєдіяльність під час виконання трудових обов'язків, в тому числі і працездатність, але при деяких обставинах, ці ж чинники можуть являти небезпеку і причиняти шкоду людині. Сукупність чинників трудового процесу і виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків складають умови праці. [28]

Ключовою проблемою при цьому є подолання низької мотивації до високопродуктивної праці. Основними шляхами підвищення життєдіяльності людини та продуктивності є:

- зміцнення матеріально-технічної бази (використання сучасних видів обладнання підвищить ефективність використання людських ресурсів);
- використання сучасних систем управління підприємством;
- створення методичної нормативно-правової бази підприємства допоможе чітко поставити перед працівниками завдання і окреслити рамки їх професійно-посадових обов'язків;
- поліпшення організації праці, яке стосується як санітарно-гігієнічних умов, так і етичної складової організації робочих місць та місць відпочинку.;
- орієнтація соціальної політики на працівника, мотиваційна складова є найактуальнішим чинником, що впливає на зростання його продуктивності;

Фізичні вправи в кінці дня допомагають контролювати стресові ситуації і зменшувати нервову збудливість.

Особливе місце серед засобів відновлення, які підвищують життєдіяльність людини, посідають раціональне харчування. [29]

Важливим і необхідним є також постійне впровадження НТП у виробництво, стимулювання та мотивація працівників до праці, що є основним завданням роботодавця.

Отже, продуктивність праці на підприємстві є основним показником його успішності. Чим вища життєдіяльність людини та продуктивність праці, тим прибутковішою є бізнес-діяльність. Лише при правильній організації, мотивації праці та впровадженні досягнень науки і техніки можна розраховувати на процвітання підприємств та економіки в цілому.

### **3.3 Естетичне оформлення та ергономічне дослідження робочого місця оператора**

Вимоги до організації робочих місць можна згрупувати таким чином: інформаційні, економічні, енергомічні, гігієнічні, естетичні, технічні, організаційні. Продуктивність праці людини значною мірою залежить від елементів зовнішнього оформлення середовища, в якому вона працює. [30]

В кожній складовій робочого місця, варто прийняти багато вирішень, що впливають на естетичну якість робочого середовища. Зокрема необхідно:

- визначити і реалізувати помірний ступінь упорядкованості елементів робочого середовища з урахуванням площі робочого місця і розмірів цих елементів;
- установити раціональний розподіл світла і тіні;
- визначити ступінь взаємного узгодження елементів робочого середовища за формою, кольором і матеріалом;
- покращити естетичні параметри засобів праці.



Робоче місце – це оснащений технічними засобами простір, де здійснюється діяльність виконавця.

Організація робочого місця включає:

- облік психофізіологічної сумісності виконавця і засобів праці;
- аналіз антропометричних характеристик людини для вибору ергономічно-обґрунтованого робочого положення і робочих зон;
- раціональне компонування робочого місця;
- облік факторів зовнішнього середовища, у тому числі соціальнопсихологічного її аспекту.

Оцінка технічного рівня робочого місця проводиться шляхом аналізу:

- відповідності технологічного процесу, будівель і споруд – проектам, обладнання – нормативно-технічній документації, а також характеру та обсягу виконаних робіт, оптимальності технологічних режимів;
- технологічної оснащеності робочого місця (наявності технологічного оснащення та інструменту, контрольно-вимірювальних приладів і їхнього технічного стану, забезпеченості робочого місця підйимально-транспортними засобами);
- відповідності технологічного процесу, обладнання, оснащення інструменту і засобів контролю вимогам стандартів безпеки та нормам охорони праці;
- впливу технологічного процесу, що відбувається на інших робочих місцях.

Ергономічні вимоги пов'язані зі створенням для людини оптимальних умов праці, що роблять її високопродуктивною та надійною і водночас забезпечують людині необхідні зручності, зберігаючи сили, здоров'я та працездатність.

Таким чином, було оглянуто естетичні та ергономічні вимоги до робочого місця, які були враховані під час розробки комп'ютерної гри «LevelCritical».

## ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» було розроблено комп'ютерну гру «LevelCritical» в жанрі FPS з використанням рушія Unreal Engine 5 та Blueprints.

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»:

- висвітлено поняття «комп'ютерна гра» та визначено найбільш важливі характеристики ігор для гравців;

- подано класифікацію ігор за видами та жанрами, а також найбільш популярні піджанри та їхні ознаки;

- розглянуто найбільш актуальні ігрові рушії: Unreal Engine, Unity, Godot, Defold та Gamedev Studio;

- виконано порівняльний аналіз ігрових рушів та обрано найкращий з них для розробки комп'ютерної гри в жанрі FPS;

В другому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»:

- сформульовано основну ідею гри та створено проєкт у ігровому рушії Unreal Engine 5;

- розроблено класи гравця, зброї та ворогів;

- створено інтерфейс користувача та реалізовано ворожі персонажі трьох видів;

- згенеровано ландшафт та виконано дизайн рівня, внаслідок якого було поєднано всі попередні етапи розробки гри.

У розділі «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» розглянуто психологічні чинники небезпеки, шляхи підвищення життєдіяльності і естетичне оформлення та ергономічне дослідження, що було враховано під час розробки комп'ютерної гри «LevelCritical» у жанрі FPS з використанням рушія Unreal Engine 5 та Blueprints.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

- 1 Статистика ринку ігор [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://newzoo.com/insights/articles/the-games-market-in-2021-the-year-in-numbers-esports-cloud-gaming/>
- 2 Перелік необхідних програм для запуску ігор на комп'ютері [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://softportal.pro/programs-for-running-games-on-the-computer.html>
- 3 Використання ігор у різних професіях [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mentalfloss.com/article/66066/15-professions-are-using-games-training>
- 4 Комп'ютерні ігри, в яких основною складовою ігрового процесу є рух [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.bestproducts.com/tech/software/g31708866/fitness-video-games/>
- 5 Поняття «комп'ютерна гра» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://esu.com.ua/search\\_articles.php?id=4393](https://esu.com.ua/search_articles.php?id=4393)
- 6 Обмеження комп'ютерних ігор за віком [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://parents.actionforchildren.org.uk/mental-health-wellbeing/online-safety-wellbeing/video-game-age-restrictions/>
- 7 Важливі характеристики ігор для гравців [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gameskinny.com/6iegr/8-key-elements-that-make-a-game-successful>
- 8 Класифікація ігор за кількістю гравців [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://sites.google.com/site/wwwbossfighttvua/klasifikacia-igor/lasifikacia-za-kilkistu-gravciv-i-sposobom-ieh-vzaemodiie>
- 9 Жанри відеоігор [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://elmin.ru/uk/video/zhanry-kompyuternyh-igr-zhanry-igr-klassifikaciya-samyi-polnyi.html>

10 Ігри з декількома жанрами [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://fictiontalk.com/2021/10/15/15-hybrid-games-that-successfully-combined-multiple-genres/>

11 Ігровий рушій [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9\\_%D1%80%D1%83%D1%88%D1%96%D0%B9](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D1%83%D1%88%D1%96%D0%B9)

12 Проблеми створення власного ігрового рушія [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://gamedev.dou.ua/blogs/how-and-why-to-create-a-game-engine/>

13 Інформація про Unreal Engine [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vokigames.com/ua/unreal-engine-scho-var-to-znatu-novachku-pto-zanadto-skladne-pz-na-yakomu-stvoruutsya-skhedevru/>

14 Загальний огляд Blueprints [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.unrealengine.com/4.27/enUS/ProgrammingAndScripting/Blueprints/Overview/>

15 Що таке Unity? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://itkeys.org/about-unity/>

16 Ігровий рушій Godot [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gamesindustry.biz/articles/2020-04-14-what-is-the-best-game-engine-is-godot-right-for-you>

17 Інформація про Defold [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gamedesigning.org/engines/defold/>

18 Ігровий рушій GameMaker Studio [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://en.wikipedia.org/wiki/GameMaker>

19 Порівняння ігрових рушіїв [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://gamedevacademy.org/best-game-engines/>

20 Unreal Engine чи Unity [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://hackr.io/blog/unity-vs-unreal-engine>

21 Blueprints чи C++ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.techartHub.com/unreal-engine-c-vs-blueprint-which-should-i-choose/>

- 22 Основні Blueprint класи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uengine.ru/site-content/docs/blueprints-docs/class-blueprints>
- 23 Рівні у відеоіграх [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Level\\_\(video\\_games\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Level_(video_games))
- 24 Інформація щодо дизайну рівнів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nuclino.com/articles/level-design>
- 25 Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / Є. П. Желібо, Н. М. Заверуха, В. В. Зацарний. – Київ: Каравела, 2008. – 344с.
- 26 Толлок А. О. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. / А. О. Толлок, О. А. Крюковська. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2011. – 215с.
- 27 Коцан І. Безпека життєдіяльності / Ігор Коцан. – Харків: Фоліо, 2014. – 462 с.
- 28 Жернаков В. В. Трудове право: підручник / В. В. Жернаков, С. М. Прилипко, О. М. Ярошенко. – Харків: Право, 2015. 496 с.
- 29 Іванов Ю. Ф. Трудове право України: навч. посібник / Ю. Ф. Іванов, М. В. Іванова. – Київ: Алерта, 2020. 442 с.
- 30 Єсінова Н. Економіка праці та соціально-трудова відносини: Навчальний посібник / Н. Єсінова,. – Київ: Кондор, 2004. – 429 с.