

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра комп'ютерної інженерії



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Дослідження підходів реалізації штучного інтелекту
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)
ворогів в іграх жанру «Shooter»

Здобувача Щербини Д.В.
(прізвище, ініціали)

2 курсу 556а групи

Керівники: к.т.н., доц. Шестопалов С.В.
(посада, прізвище та ініціали)

ст. викл. Жуковецька С.Л.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: _____
(посада, прізвище та ініціали)

д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 30.11 2023 р., протокол № 3

Завідувач кафедри комп. інженерії Сергій АРТЕМЕНКО
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту
Кафедра комп'ютерної інженерії
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма спеціалізовані комп'ютерні системи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії
Сергій АРТЕМЕНКО
« 30 » листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Щербини Дениса Володимировича

- Тема роботи Дослідження підходів реалізації штучного інтелекту ворогів в іграх жанру «Shooter»
- Затверджена наказом університету від « 30 » листопада 2022 р., наказ № 884-03
- Термін здачі здобувачем закінченої роботи 28 листопада 2023 р.
- Вихідні дані роботи
 - Концепція
 - Ассети
 - Текстовий редактор Microsoft Word
 - Середовище розробки Visual Studio
 - Ігровий рушій Unity
- Перелік питань, які потрібно розробити
 - Вступ.
 - Аналіз предметної області.
 - Проектування дизайнерського документа.
 - Розробка демонстраційної версії гри.
 - Загальні висновки.
 - Економічні розрахунки.
 - Охорона праці.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 - Слайд 2. Актуальність розробки проекту.
 - Слайд 4. Поняття «Shooter» та штучний інтелект.
 - Слайд 5. Основні методи реалізації штучного інтелекту.
 - Слайд 6. Існуючі аналоги.
 - Слайд 8. Концепт гри.
 - Слайд 10 USP.
 - Слайд 12. Алгоритм ворога.
 - Слайд 13. Автомат Мура та матриця взаємодії.
 - Слайд 27 Основні алгоритмічні блоки.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|----------------------|-------------------------------------|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| <i>Економіка</i> | <i>д.е.н., проф. Басюркіна Н.Й.</i> | | |
| <i>Охорона праці</i> | <i>к.т.н., доц. Шестопапов С.В.</i> | | |
| <i>Нормоконтроль</i> | <i>ст. викл. Жуковецька С.Л.</i> | | |

7. Дата видачі завдання 30.11.2022

Керівники

Сергій ШЕСТОПАЛОВ

Світлана ЖУКОВЕЦЬКА

Завдання прийняв до виконання

Денис ЩЕРБИНА

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|----|--|--------------------------------|----------|
| 1. | <i>Дослідження предметної області</i> | <i>26.12.2022</i> | |
| 2. | <i>Дослідження існуючих аналогів</i> | <i>30.01.2023</i> | |
| 3. | <i>Дослідження методів реалізації штучного інтелекту</i> | <i>28.02.2023</i> | |
| 4. | <i>Проектування</i> | <i>15.08.2023</i> | |
| 5. | <i>Розробка демонстраційної версії ПЗ</i> | <i>27.10.2023</i> | |
| 6. | <i>Підготовка техніко-економічної частини</i> | <i>15.11.2023</i> | |
| 7. | <i>Підготовка розділу охорони праці</i> | <i>15.11.2023</i> | |
| 8. | <i>Оформлення пояснювальної записки</i> | <i>27.11.2023</i> | |
| 9. | <i>Оформлення графічної частини та лістингу</i> | <i>27.11.2023</i> | |

Здобувач-дипломник _____ *Денис ЩЕРБИНА*

Керівники роботи _____ *Сергій ШЕСТОПАЛОВ*

_____ *Світлана ЖУКОВЕЦЬКА*

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник *Денис ЩЕРБИНА* _____

АННОТАЦІЯ

Робота присвячена дослідженню підходів реалізації штучного інтелекту ворогів в іграх жанру «*Shooter*». Проаналізовано предметну область, розглянуто існуючі сучасні аналоги. Показано їх переваги та недоліки. Розроблено концептуальний та дизайнерський документи. Особлива увага приділена проектуванню штучного інтелекту ворогів.

Створено графічну складову та модуль контролю штучного інтелекту. Розроблено демонстраційну версію гри та проведено тестування створеного штучного інтелекту ворогів.

Ключові слова: *Shooter*, штучний інтелект ворогів, *Unity*, дизайнерський документ, дерево станів.

ABSTRACT

The work is devoted to the study of approaches to the implementation of artificial intelligence of enemies in games of the "Shooter" genre. The subject area was analyzed, existing modern analogues were considered. Their advantages and disadvantages are shown. Conceptual and design documents have been developed. Special attention is paid to the design of artificial intelligence of enemies.

A graphic component and an artificial intelligence control module have been created. A demo version of the game was developed and the artificial intelligence of the enemies was tested.

Keywords: *«Shooter», artificial intelligence of enemies, Unity, design document, state tree.*

ЗМІСТ

| | стор. |
|---|-------|
| ВСТУП | 9 |
| РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ | 12 |
| 1.1 Аналіз предметної області | 12 |
| 1.2 Основні методи реалізації поведінки штучного інтелекту..... | 16 |
| 1.3 Існуючі аналоги..... | 19 |
| 1.3.1 Серія ігор « <i>Call of Duty</i> » | 19 |
| 1.3.2 Серія ігор « <i>Battlefield</i> »..... | 20 |
| 1.3.3 « <i>Counter-Strike</i> »..... | 22 |
| 1.3.4 « <i>Gears of War</i> »..... | 24 |
| 1.3.5 « <i>Max Payne</i> » | 26 |
| 1.3.6 « <i>Tom Clancy's The Division</i> »..... | 28 |
| 1.4 Порівняння елементів штучного інтелекту в представлених аналогах | 30 |
| 1.4 Постановка завдання..... | 31 |
| Висновки до першого розділу..... | 32 |
| РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТНА ДОКУМЕНТАЦІЯ | 33 |
| 2.1 Вступ | 33 |
| 2.2 Жанр та аудиторія | 34 |
| 2.3 Основні особливості гри | 34 |

| | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------|---------------------|---------------|-------------|---|-----------------------|------|---------|--|--|
| | | | | | КРМ.КІ. 1.884-03.1.14 | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |
| Розробив | | Денис ЩЕРБИНА | | | Дослідження підходів реалізації штучного інтелекту ворогів в іграх жанру «Shooter» | Літ. | Арк. | Акрушів | | |
| Перевірів | | Сергій ШЕСТОПАЛОВ | | | | | 6 | 144 | | |
| Рецензент | | Володимир ПОПОВ | | | | ар. 556а, ОНТУ | | | | |
| Нормоконтроль | | Світлана ЖУКОВЕЦЬКА | | | | | | | | |
| Затвердив | | Сергій АРТЕМЕНКО | | | | | | | | |

| | | |
|--|---------------------------------------|-----------|
| 2.4 | Опис гри | 35 |
| 2.4.1 | Хід гри..... | 35 |
| 2.4.2 | Ігрове оточення | 37 |
| 2.4.3 | Штучний інтелект | 38 |
| 2.4.4 | Елементи ігрового спорядження..... | 44 |
| 2.4.5 | Ігрові бонуси | 46 |
| 2.4.6 | Режими гри | 48 |
| 2.4.7 | Платформа | 50 |
| 2.5 | Функціональна специфікація..... | 51 |
| 2.5.1 | Модель гри..... | 51 |
| 2.5.2 | Формули..... | 55 |
| 2.6 | Графіки та анімація..... | 58 |
| 2.7 | Звуки та музика | 59 |
| | Висновок до другого розділу | 60 |
| РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ДЕМООНСТРАЦІЙНОЇ ВЕРСІЇ ГРИ | | 61 |
| 3.1 | Вибір засобів розробки..... | 61 |
| 3.2 | Початок розробки..... | 64 |
| 3.2.1 | Налаштування головної сцени гри..... | 64 |
| 3.2.2 | Створення префабу гравця..... | 68 |
| 3.2.3 | Створення елементів спорядження | 72 |
| 3.3 | Робота зі скриптами | 75 |
| 3.3.1 | Скрипт гравця..... | 75 |
| 3.3.2 | Скрипт зброї персонажу гравця | 78 |
| 3.4 | Штучний інтелект | 79 |

| | |
|---|------------|
| Висновок до третього розділу..... | 85 |
| РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ..... | 86 |
| 4.1 Організаційно – економічне й маркетингове обґрунтування проекту | 86 |
| 4.1.1 Порівняльний аналіз пропонованого проекту й обраного аналогу | 86 |
| 4.1.2 Організаційне обґрунтування | 87 |
| 4.1.3 Маркетингові обґрунтування проекту | 91 |
| 4.2 Економічні розрахунки..... | 91 |
| 4.2.1 Визначення трудомісткості розробки ПП | 91 |
| 4.2.2 Визначення ціни ПП..... | 92 |
| 4.2.3 Визначення показника економічної ефективності | 96 |
| 4.3 Бізнес план стартап- проекту..... | 100 |
| Висновки до четвертого розділу..... | 101 |
| РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ | 102 |
| 5.1 Вимоги до особистого робочого місця працівника..... | 102 |
| 5.2 Рішення з розміщенням проектованого обладнання..... | 103 |
| 5.3 Електробезпека..... | 104 |
| 5.4 Пожежна профілактика | 107 |
| 5.5 Виробнича санітарія | 108 |
| Висновки до п'ятого розділу | 112 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 113 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 115 |
| ДОДАТКИ..... | 119 |
| Додаток А Код гри | 119 |
| Додаток Б Графічний матеріал | 129 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>КРМ.КІ.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

ВСТУП

Сьогодні комп'ютерні ігри – це масове явище зі своєю культурою та індустрією. Вони забезпечують розвагу та можуть використовуватися для навчання, спілкування та розвитку різноманітних навичок. Розвиток таких технологій, як віртуальна реальність і штучний інтелект, постійно змінює світ комп'ютерних ігор і розширює можливості їх створення та використання. Сучасний ігровий проект, будь-якої відомої студії, не можна уявити без використання новітніх технологій, інноваційного програмного забезпечення, оригінальних підходів до методів розробки ігрових механік.

Сучасні комп'ютерні ігри мають багато різних жанрів та їх підвидів. Одним з найпопулярніших ігрових жанрів сьогодні є ігри жанру «*Shooter*». Актуальність даного жанру може бути обумовлена багатьма факторами, наприклад: розробники ігор постійно вдосконалюють графічні можливості та фізичні рушії шутерів. Шутери охоплюють різні тематики та налаштування, від науково-фантастичних до воєнних сценаріїв. Це дозволяє гравцям вибрати гру, яка відповідає їхнім інтересам та вподобанням. Більшість шутерів також пропонують різні режими гри, включаючи одиночну кампанію, кооперативний режим та багатокористувацькі режими, що забезпечує різноманітність геймплею. Багато шутерів пропонують багатокористувацькі режими, які дозволяють гравцям взаємодіяти та змагатися один з одним в онлайн-середовищі. Це створює можливості для спілкування та взаємодії з іншими гравцями, додаючи соціального аспекту гри.

Окрім багатокористувацького режиму, майже усі сучасні ігри даного жанру пропонують сюжетну кампанію, тому ігри жанру «*Shooter*» потребують удосконаленого штучного інтелекту, котрий буде сприяти більш поглибленому зануренню гравця у процес гри.

Створення дійсно якісного штучного інтелекту часто викликає проблеми навіть у найвідоміших ігрових студій.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Актуальність теми. Основні проблеми штучного інтелекту в сучасних шутерах – передбачуваність, обмеженість у прийнятті рішень та низька реактивність. У багатьох шутерах штучний інтелект ворога є передбачуваним і недостатньо складним для гравця. Боти часто слідують заздалегідь визначеному шаблону, що робить ігровий процес одноманітним і позбавляє елемента несподіванки.

Штучний інтелект в іграх зазвичай базується на заданому наборі правил і алгоритмів. Це може обмежити здатність штучного інтелекту (ШІ) приймати різноманітні та адаптивні рішення, особливо в складних та динамічних ситуаціях. Ігри зі стрільбою зазвичай вимагають швидких і точних рефлексів. Штучний інтелект ворога не завжди здатний адекватно реагувати на дії гравця або використати навколишнє середовище в своїх інтересах.

Найвідомішими представниками жанру є серія ігор «*Call of Duty*» від *Activision*[1], «*Battlefield*» від *DICE*[2] та «*Counter-Strike*» від *Valve*[3].

Зважаючи на сьогоденну популярність ігрового жанру «*Shooter*» та потреби удосконалення ШІ для нього, тема кваліфікаційної роботи є актуальною.

Зазначимо мету, об'єкт, предмет та задачі, які необхідно вирішити в ході даної роботи.

Метою роботи є дослідження підходів реалізації штучного інтелекту ворогів в іграх жанру «*Shooter*».

Об'єктом дослідження є процеси проектування та розробки штучного інтелекту ворогів в іграх жанру «*Shooter*».

Предметом дослідження є методи проектування та розробки штучного інтелекту ворогів в іграх жанру «*Shooter*».

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Основними задачами, які необхідно вирішити в ході роботи є:

1. Аналіз предметної області, дослідження існуючих аналогів та постановка задачі.
2. Дослідження підходів реалізації штучного інтелекту ворогів в іграх жанру «*Shooter*».
3. Розробка концептуального документа.
4. Розробка дизайнерського документа.
5. Розробка демонстраційної версії гри з реалізацією ШІ ворогів.

Методи розробки (дослідження). Для досягнення поставленої мети використовуються методи статистичного аналізу ігор жанру «*Shooter*». В методиці проектування використовуються методи теорії алгоритмів управління, кінцевих автоматів, дерев станів, робототехніки, комп'ютерної графіки та інформатики в цілому.

Наукова новизна одержаних результатів. Запропоновано методи на основі системи *Behavior AI Editor* для реалізації штучного інтелекту ворогів з використанням поглиблених алгоритмів взаємодії.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено скрипти для реалізації штучного інтелекту на основі системи *Behavior AI Editor*. Розроблено демонстраційну версію гри жанру «*Shooter*» з використанням запропонованих методів та скриптів. Скрипти та демонстраційна версія можуть бути використані в навчальному процесі здобувачів освіти університету.

Апробація результатів роботи і публікація. Щербина Д.В. Інструменти реалізації штучного інтелекту в іграх жанру «*Shooter*» з використанням системи *Behavior AI Editor* для ігрового рушія *UNITY*. Шестопапов С.В., Щербина Д.В. // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 28-29 жовтня 2023 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2023 р. – С. 238 – 240.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ

1.1 Аналіз предметної області

Ігри жанру «*Shooter*» – це жанр відеоігор, у якому гравець керує персонажем, який використовує вогнепальну зброю для знищення ворогів. Шутери можуть бути однокористувацькими або багатокористувацькими. Однокористувацькі шутери зазвичай мають сюжетну кампанію, в якій гравець проходить через ряд рівнів, знищуючи ворогів. Багатокористувацькі шутери дозволяють гравцям змагатися один з одним у різних режимах, таких як *deathmatch*, *team deathmatch* і *capture the flag*[4]. Звичайним ресурсом, який можна знайти в багатьох іграх-шутерах, є боєприпаси, броня чи здоров'я, або різні покращення, які поліпшують певний аспект персонажа гравця.

Жанр «*Shooter*» перевіряє просторове усвідомлення, рефлексії та швидкість гравця як в ізолюваному середовищі для одного гравця, так і в мережевому багатокористувацькому середовищі. Шутери охоплюють багато піджанрів, які мають спільне зосередження на діях персонажу, який бере участь у бою зі зброєю проти НПС (неігрових персонажів середовища) так і проти персонажів реальних гравців.

Концепція шутерів існувала ще до відеоігор, починаючи з карнавальних ігор у тирі наприкінці XIX століття, а також цільових видів спорту, таких як стрільба, боулінг, стрільба з лука та дартс. Ігри з механічною зброєю вперше з'явилися в англійських розважальних залах на рубежі 20-го століття, перш ніж з'явитися в Америці в 1920-х роках. Британська кінематографічна гра в тирі «*Life Targets*»[5] була механічною інтерактивною кіногрою, в якій гравці стріляли на екрані кінотеатру, де відображалися відеозаписи мішеней.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

Ігри в тирі згодом перетворилися на більш складні електромеханічні ігри зі стрільбою (ЕМ-ігри), такі як впливова «Periscope» від Sega[6]. Сучасні відеоігри-шутери сягають корінням у старі ігри електромагнітної стрільби. Іншою впливовою грою-стріляниною від Sega EM була «Gun Fight»[7], де двоє гравців керують фігурками ковбоїв на протилежних сторонах ігрового поля, повного перешкод, і кожен гравець намагається застрелити ковбоя суперника.

«Spacewar»[8], визнана однією з перших відеоігор, також була першою відеогрою-шутером; у ній два гравці, керуючи космічними кораблями, намагалися стріляти в іншого гравця. У 1970-х роках ігри з електромагнітною зброєю переросли у відеоігри зі стрільбою з легкої зброї. У 1972 році перша домашня відео-ігрова консоль, *Magnavox Odyssey*[9], постачалася з легкою зброєю для ігри в тир.

У 1975 році Томохіро Нішікадо з Тайто адаптував концепцію ЕМ гри «Sega Gun Fight»[10] у відеогру «Western Gun»[11], де ковбої були представлені у вигляді спрайтів персонажів, і обидва гравці могли маневрувати ландшафтом, стріляючи один в одного.

До середини 1980-х років шутери урізноманітнилися іграми з легкою зброєю від першої особи, як-от «Duck Hunt»[12] від Nintendo, псевдо-3D-шутерами від третьої особи, такими як «Space Harrier»[13] і «After Burner»[14] від Sega, а також відеоіграми на військову тематику, такими як «Carcom Commando»[15], «Rush`n Attack»[16] і «SNK Ikari Warriors»[17].

На сьогоднішній день існує два основних різновиди ігор жанру «Shooter»:

1. *First-Person Shooter (FPS)*.

First-Person Shooter (FPS) є жанр комп'ютерних ігор, в яких гравець спостерігає події від першої особи – очима свого персонажу. У FPS-іграх гравець зазвичай контролює зброю або персонажа, який знаходиться в середовищі з великою кількістю ворогів, яких потрібно знищити[18].

Основним елементом геймплею є активні бойові дії з використанням різноманітної зброї, такої як пістолети, гвинтівки, гранати, снайперські гвинтівки тощо.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | KPM.KI.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 13 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

У *FPS* іграх зазвичай дуже важливо бути вмілим у метанні і стрільбі, так як більшість ворогів є агресивними і активно атакують гравця. Це може вимагати швидкості реакції, точності і стратегічного мислення.

Деякі популярні приклади *FPS*-ігор включають серії «*Call of Duty*», «*Battlefield*», «*Counter-Strike*», «*Halo*»[19], «*Doom*»[20] та «*Overwatch*»[21]. Приклад геймплею гри від першої особи зображено на рисунку 1.1



Рис. 1.1 – Скріншот ігрового процесу гри від першої особи

2. *Third-Person Shooter (TPS)*.

Third-Person Shooter (TPS) – це жанр комп'ютерних ігор, в яких гравець спостерігає події від третьої особи, тобто збоку або ззаду персонажа, якого він контролює. У *TPS*-іграх гравець зазвичай має можливість бачити свого персонажа на екрані та керувати його рухами та діями[22].

Основним елементом геймплею в *TPS* є бойові дії, включаючи використання зброї та боротьбу з ворогами. Гравцеві можуть бути доступні різні види зброї, включаючи вогнепальну зброю, ближнього бою та спеціальні атаки.

Крім того, деякі *TPS*-ігри можуть мати елементи прихованості та розв'язування головоломок.

TPS-ігри часто включають у себе елементи пригодницького та рольового геймплею, що дозволяє гравцеві взаємодіяти з ігровим світом, виконувати завдання та розвивати навички персонажа.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 14 |

Приклади популярних TPS-ігор включають серії «*Gears of War*»[23], «*Uncharted*»[24], «*Max Payne*»[25], «*Tomb Raider*»[26] та «*Grand Theft Auto V*»[27]. Приклад геймплею гри від третьої особи зображено на рисунку 1.2

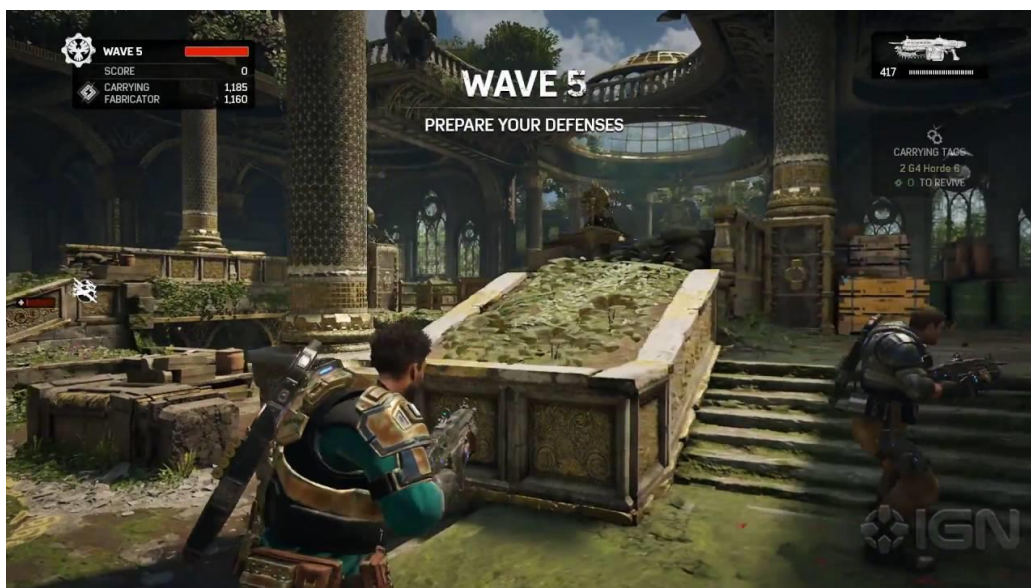


Рис. 1.2 – Скріншот ігрового процесу гри від третьої особи

Обидва типи можуть приймати будь-який з піджанрів ігор жанру «*Shooter*», такі як *Tactical Shooter*[28], *Survival Shooter*[29], *Battle Royale*[30] та інші.

Одним за найголовніших елементів гри жанру «*Shooter*» є наявність просунутого штучного інтелекту.

Ігровий штучний інтелект відноситься до систем інтелектуального аналізу та прийняття рішень, які використовуються в комп'ютерних іграх. Його основна мета полягає в створенні вірогідної та реалістичної поведінки в ігрових персонажів або супротивників, здатних адаптуватися до дій гравця та створювати виклик для нього.

Штучний інтелект в іграх жанру «*Shooter*», часто відомий як *AI-супротивник* (*AI-ворог*), відноситься до комп'ютерних програм, які контролюють поведінку інтелектуальних ворожих персонажів у грі.

Його основна мета полягає в тому, щоб забезпечити гравцям виклик і створити реалістичну симуляцію боротьби з ворогами.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

1.2 Основні методи реалізації поведінки штучного інтелекту

Штучний інтелект в іграх жанру «*Shooter*» може включати різноманітні методи реалізації, такі як:

1. Розумне поведінкове моделювання: ШІ ворогів може мати розумне реагування на дії гравця. Наприклад, вороги можуть використовувати тактику, прикривати один одного, спрямовувати вогонь у напрямку гравця або застосовувати інші стратегії для підвищення складності гри.

Для реалізації розумного поведінкового моделювання представлена система на основі кінцевого автомату. Кінцеві автомати (також відомі як машини станів або *FSM – finite state machine*) [31] є найпростішою формою ШІ. Як випливає з назви, сутність може перебувати лише в одному стані за раз і може переходити лише в другий стан, який пов'язаний із поточним.

Приклад реалізації поведінки НПС на основі кінцевого автомату зображено на рисунку 1.3

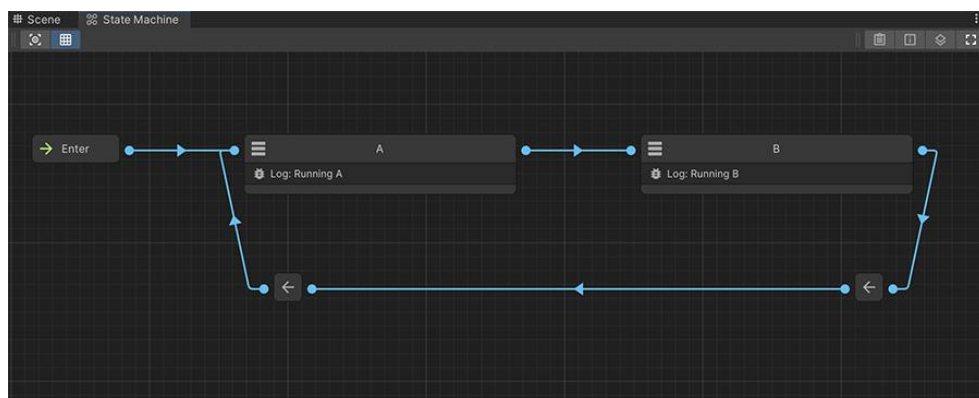


Рис. 1.3 – Приклад реалізації поведінки НПС на основі кінцевого автомату

2. Система прийняття рішень: ШІ може мати систему, що дозволяє ворогам приймати рішення залежно від поточного контексту гри. Противники з ШІ можуть імітувати поведінку реальних ворогів, реагувати на оточення та приймати рішення на основі поточної ситуації. Це додає глибину та імерсію в ігровий процес.

Для реалізації системи прийняття рішень, представлена система на основі дерева станів. Дерево станів – це деревоподібні структури, які походять від

одного кореневого вузла та оцінюються зверху вниз і в порядку пріоритету зліва направо, причому правий вузол має найвищий пріоритет.

Приклад реалізації системи прийняття рішень НПС на основі дерева станів зображено на рисунку 1.4

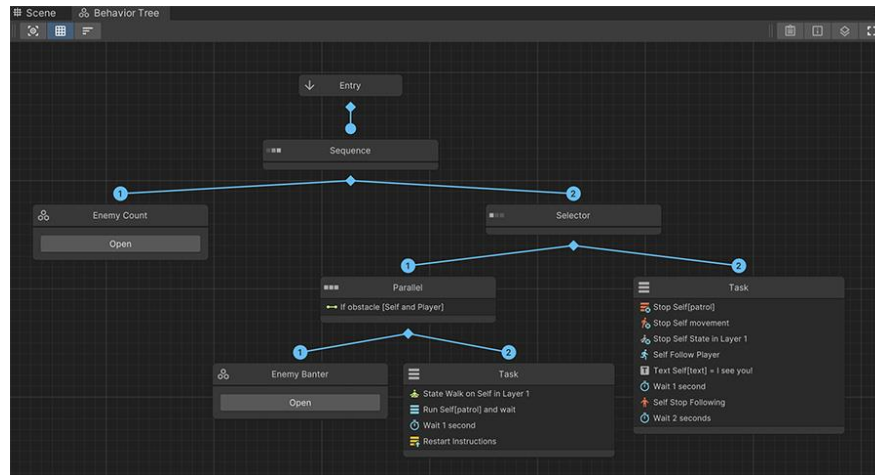


Рис. 1.4 – Приклад реалізації системи прийняття рішень НПС на основі дерева станів

3. Алгоритми пошуку та навігації: ШІ ворогів можуть мати алгоритми, що дозволяють їм ефективно рухатись по ігровому середовищу. Вони можуть шукати прикриття, стріляти через перешкоди, уникати пасток або пристосовуватись до зміни умов битви.

Приклад реалізації алгоритмів пошуку та навігації НПС зображено на рисунку 1.5

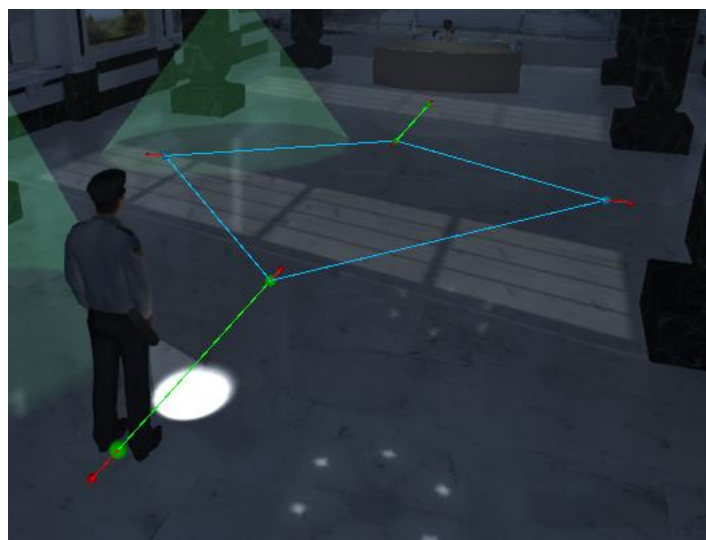


Рис. 1.5 – Приклад реалізації системи пошуку та навігації НПС на основі тригерних точок

Всі ці елементи допомагають створити більш складний і осмислений штучний інтелект в іграх жанру «*Shooter*». Вони сприяють покращенню іммерсивності та геймплею, що робить ворожих персонажів більш реалістичними і непередбачуваними. Використання штучного інтелекту в іграх жанру шутер має значну актуальність та може значно покращити ігровий досвід.

Ось кілька причин, чому ШІ важливий для шутерів:

1. ШІ може бути використаний для оптимізації різних процесів у грі. Наприклад, ШІ може керувати інтелектом товаришів по команді, контролювати рух натовпу чи регулювати складність гри залежно від навичок гравця.

Це допомагає балансувати ігровий процес та забезпечує адаптивність гри до гравця.

2. ШІ може бути використаний для створення ігрових помічників, які допомагають гравцеві під час бою. Наприклад, помічник може надавати тактичну інформацію, підказки щодо вразливих місць противників або допомагати з наведенням прицілу. Це особливо корисно для новачків чи гравців, які хочуть отримати додаткову підтримку у грі.

3. ШІ може вивчати стиль гри кожного гравця та адаптувати ігровий досвід відповідно до його переваг. Наприклад, ШІ може регулювати складність гри, пропонувати рекомендації щодо вибору зброї або пропонувати додаткові виклики, ґрунтуючись на попередніх діях гравця. Це дозволяє створити персоналізований досвід, що задовольняє гравця.

Загалом використання ШІ в іграх жанру шутер може значно покращити геймплей, реалістичність та адаптивність ігрового процесу. Він допомагає створювати більш захоплюючі та унікальні ігрові середовища, що підходять для широкого кола гравців.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 18 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.3 Існуючі аналоги

1.3.1 Серія ігор «Call of Duty»

«Call of Duty» – серія комп'ютерних ігор у жанрі шутера від першої особи, що випускається американською компанією *Activision*. Розробкою ігор серії займалися такі студії, як *Infinity Ward*, *Treyarch* та *Sledgehammer Games*. Ранні ігри серії, починаючи з першої гри 2003 року, були присвячені Другій світовій війні; надалі в рамках серії виходили і ігри, дії яких розгорталася за часів холодної війни, у недалекому майбутньому і навіть у космосі.

Окремі ігри серії, об'єднані спільним часом дії, пов'язані один з одним також сюжетом та персонажами.

Геймплей у серії «Call of Duty» відомий своєю динамічною насиченістю, швидкістю та інтенсивністю боїв, а також реалістичним відтворенням військового досвіду. Кожна гра пропонує унікальний досвід, але вони всі спрямовані на те, щоб гравці відчували себе частиною напружених битв та захоплюючих історій. Скріншот ігрового процесу зображено на рисунку 1.6



Рис. 1.6 – Скріншот ігрового процесу гри «Call of Duty»

Розглядаючи основні методи реалізації штучного інтелекту в іграх серії «Call of Duty» можна виділити наступні його переваги:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 19 |

ШІ дозволяє виявляти природну поведінку ворогів, таку як пошук прикриття, стрільба з точністю та уникнення пасток гравця. Вони можуть пристосовуватись до динамічних умов гри та використовувати різноманітні тактичні прийоми для досягнення своїх цілей. Вороги можуть співпрацювати, використовувати ордери та команди, а також пристосовуватись до дій гравця. Це створює більш динамічну та захоплюючу гру. Також ШІ допомагає створити складніше та реалістичніше середовище для штурмових місій.

Ворожі війська можуть працювати в команді, користуючись розумними тактиками, такими як флангування, затримки та удари супротивника з різних боків.

Незважаючи на переваги, реалізація штучного інтелекту в іграх «*Call of Duty*» також має свої недоліки.

Незважаючи на те, що ШІ дозволяє створити реалістичну поведінку НПС, вони все ще обмежені у своїй інтелектуальній здатності порівняно з реальними гравцями. Це може призвести до ситуацій, коли гравці відчують, що вони ведуть бій зі «штучними» противниками. ШІ може бути більш імерсивним до певного рівня передбачуваності, оскільки вони діють на основі програмованих алгоритмів. Це означає, що гравці з досвідом можуть вивчити певні моделі поведінки НПС і використовувати їх для своєї вигоди. ШІ вимагає значних обчислювальних ресурсів для оптимального функціонування. Це може вплинути на продуктивність гри, особливо на менш потужних комп'ютерах або ігрових консолях.

1.3.2 Серія ігор «*Battlefield*»

«*Battlefield*» – серія відеоігор-шутерів від першої особи, розроблена шведською компанією *DICE* і випущена американською компанією *Electronic Arts*. Перша гра серії – «*Battlefield 1942*», була випущена на *Microsoft Windows*[32] і *macOS*[33], у 2002 році. У серії особлива увага приділяється великим картам, командній роботі та загальновійськовим війнам. Комп'ютерні ігри серії в основі орієнтовані на багатокористувацьку мережеву гру.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Це стимулює гравців до використання та вдосконалення своїх власних тактичних навичок. ШІ допомагає створити вірогідне військове середовище.

Вороги можуть реагувати на звуки, рухи та дії гравця, що робить їх рішення більш непередбачуваними. Вони володіють навичками стрільби, використовують прикриття та виявляють природну інтелігенцію. Також ШІ в іграх серії «*Battlefield*» може відтворювати емоції у ігрових персонажів, що додає глибину геймплею. Ворожі солдати можуть виявляти страх, агресію або солідарність залежно від обстановки, що додає більшу імерсивність геймплею.

Незважаючи на переваги, реалізація штучного інтелекту в іграх «*Battlefield*» також має свої недоліки.

Реалістична поведінка ШІ вимагає значних обчислювальних ресурсів, особливо в масових багатокористувацьких сеансах. Це може вплинути на продуктивність гри та вимагати потужного апаратного забезпечення для оптимального геймплею. ШІ може бути обмеженим у співпраці та координації дій з реальними гравцями. Відсутність справжньої комунікації та взаємодії може обмежити можливості стратегічного спілкування та тактичного планування. ШІ в іграх серії «*Battlefield*» також може стати передбачуваним для досвідчених гравців. Вони можуть вивчити певні моделі поведінки ігрових персонажів та використовувати їх для своєї переваги.

1.3.3 «*Counter-Strike*»

«*Counter-Strike*» (також відома як «*Half-Life: Counter-Strike*») – комп'ютерна гра в жанрі шутера від першої особи, розроблена і випущена для *Windows* американською компанією *Valve*. Спочатку «*Counter-Strike*» являла собою користувальницьку модифікацію до гри «*Half-Life*», розроблену ентузіастами Мінем Ле та Джессом Кліффом у 1999 році.

Надалі *Valve* найняла обох розробників на роботу і придбала у них права інтелектуальної власності на гру, і в 2000 випустила доопрацьовану версію «*Counter-Strike*» вже як самостійну гру.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

KPM.KI.1.884-03.1.14

Гра була в різні роки портована на ряд платформ, у тому числі *macOS*, *Linux*[34] та *Xbox*[35].

Ігровий процес «*Counter-Strike*» проходить у форматі розбитого на кілька раундів матчу між двома командами гравців, одна з яких відіграє роль «терористів», а інша контр-терористичного спецназу; перед початком кожного матчу гравці обирають «карту», на якій відбудуватиметься бій. Команда може здобути перемогу в раунді, просто перебивши всіх супротивників або виконавши певні завдання, які можуть відрізнятись для різних карток. На початку кожного раунду гравці можуть купити зброю та допоміжне спорядження за ігрову валюту; за підсумками кожного раунду гравці отримують певну суму віртуальних грошей, які можуть використовувати для придбання більш потужної та ефективної зброї у наступному раунді. Скріншот ігрового процесу зображено на рисунку 1.8



Рис. 1.8 – Скріншот ігрового процесу гри «*Counter-Strike*»

Розглядаючи основні методи реалізації штучного інтелекту в іграх серії «*Counter-Strike*», можна виділити наступні його переваги:

ШІ дозволяє НПС виявляти тактичну інтелігенцію та стратегічні навички. Вони можуть користуватися прикриттям, встановлювати засідки, відповідати на дії гравця та взаємодіяти з командою НПС. Це робить геймплей більш складним

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 23 |

та варіативним. НПС можуть співпрацювати з гравцем в режимі кооперації, допомагати йому виконувати завдання та взаємодіяти з командою гравців.

ШІ може забезпечити синхронізовані атаки та тактичну підтримку, покращуючи командну гру. Гравці можуть налаштовувати рівень штучного інтелекту в іграх «*Counter-Strike*», вибираючи рівень складності НПС. Це дозволяє гравцям адаптувати гру до своїх вподобань та навичок, забезпечуючи відповідний виклик.

Незважаючи на переваги, реалізація штучного інтелекту в іграх «*Counter-Strike*» також має свої недоліки:

ШІ в «*Counter-Strike*» може бути обмеженою у своїх інтелектуальних здібностях порівняно з реальними гравцями. Вони можуть не завжди демонструвати таку ж гнучкість, креативність та стратегічні рішення. Досвідчені гравці можуть вивчити певні моделі поведінки НПС та використовувати їх для своєї переваги. Це може знизити рівень виклику та непередбачуваності геймплею. Реалістична поведінка ШІ може вимагати значних обчислювальних ресурсів, особливо в багатокористувацьких сеансах. Це може вплинути на продуктивність гри на менш потужних системах.

1.3.4 «*Gears of War*»

«*Gears of War*» – комп'ютерна гра у жанрі шутера від третьої особи, розроблена *Epic Games* та видана *Microsoft Game Studios* у 2006 році.

Спочатку була ексклюзивом для *Xbox 360*.

Версія гри для *Microsoft Windows* вийшла через рік з поліпшеною графікою, додатковим розділом, новим багатокористувацьким режимом, редактором рівнів і підтримкою *Games for Windows – Live*. [36]

Сюжет гри розгортається на планеті Сера, де людство виявилось втягнутим у страшну війну з безжальним підземним ворогом —расою рептилоїдів, прозваною Саранчою. Головний герой гри - сержант Маркус Фенікс, суворий і загартований битвами боєць, який очолює невеликий загін Дельта у відчайдушній битві з переважаючим ворогом.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | KPM.KI.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для успішного проходження гравцеві потрібно використовувати укриття та правильно продумувати тактику. Активним елементом гри є так звана «Активна перезарядка», що дозволяє на короткий час підвищити шкоду, що завдається. Другий гравець може приєднатися до проходження кампанії як кооперативу. У грі також є кілька багатокористувацьких режимів для восьми гравців. Скріншот ігрового процесу зображено на рисунку 1.9



Рис. 1.9 – Скріншот ігрового процесу гри «Gears of War»

Розглядаючи основні методи реалізації штучного інтелекту в іграх серії «Gears of War», можна виділити наступні його переваги:

ШІ дозволяє НПС виявляти високий рівень співпраці та командної гри. Ворожі війська можуть взаємодіяти, встановлювати прикриття, пристосовуватись до обставин та стратегічно атакувати гравця. Це стимулює гравців до ефективної комунікації та взаємодопомоги. Також ШІ надає ігровим персонажам реалістичну поведінку, включаючи тактичні рухи, використання прикриття та стратегічні рішення. Вони можуть реагувати на звуки та рухи гравця, а також демонструвати інтелект в бою. Це додає глибину та імерсію в геймплей. За допомогою ШІ можна створювати непередбачувані ситуації в грі. Персонажі можуть приймати варіативні рішення в залежності від обставин, що робить кожне проходження гри унікальним. Це підвищує реіграбельність та цікавість геймплею.

Незважаючи на переваги, реалізація штучного інтелекту в іграх «*Gears of War*» також має свої недоліки:

ШІ може бути обмеженим у своїй гнучкості та адаптивності порівняно з реальними гравцями. Вони можуть не завжди адекватно реагувати на нестандартні ситуації або стратегії гравців. Інколи ШІ може мати проблеми з розпізнаванням та взаємодією з елементами середовища або іншими НПС. Це може призводити до неочікуваного або нереалістичного поведіння НПС. Також треба враховувати, що реалістична поведінка НПС вимагає значних обчислювальних ресурсів. Це може впливати на продуктивність гри та вимагати потужного апаратного забезпечення для оптимального геймплею.

1.3.5 «*Max Payne*»

«*Max Payne*» – комп'ютерна гра у жанрі шутера від третьої особи, розроблена фінською компанією *Remedy Entertainment*, спродюсована *3D Realms* та видана *Gathering of Developers* у 2001 році. Це перша частина серії «*Max Payne*».

Цього ж року «*Max Payne*» була портована на ігрові приставки *Xbox* і *PlayStation*[37], а в липні 2002 року - на персональні комп'ютери *Macintosh*. Гра була перевидана 29 квітня 2009 року в якості завантажуваної гри в *Xbox Originals* через програму для *Xbox 360* і навесні 2012 року в якості завантажуваної гри в *PlayStation Store*. 12 квітня 2012 вийшла версія для *iOS*[38], а 14 червня для *Android*[39].

Оповідання гри охоплює три роки з життя Макса Пейна, агента управління боротьби з наркотиками, якого підставили, звинувативши у вбивстві колеги та найкращого друга. Переховуючись від поліції, Макс Пейн несподівано виходить на слід людей, котрі кількома роками раніше вбили його родину.

Дизайн і сценарій гри навмисно наслідують фільми в жанрі нуар, а також «круті детективи» таких авторів, як Міккі Спіллейн.

На геймплей «*Max Payne*» вплинули гонконгські кінофільми-бойовики і насамперед фільми режисера Джона Ву. Крім цього, «*Max Payne*» є першою грою

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 26 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

із застосуванням ефекту «bullet time». Скріншот ігрового процесу зображено на рисунку 1.10



Рис. 1.10 – Скріншот ігрового процесу гри «Max Payne»

Розглядаючи основні методи реалізації штучного інтелекту в іграх серії «Max Payne» можна виділити наступні його переваги:

ШІ може виявляти стратегічні навички та тактичний інтелект. Вони можуть розуміти середовище, використовувати прикриття, спостерігати за гравцем та приймати рішення, які найкраще відповідають ситуації. Це стимулює гравця до складних стратегій та тактичних рішень. Також ШІ дозволяє НПС виявляти реалістичну поведінку, таку як емоційна реакція на ситуації, взаємодія з оточенням та іншими НПС. Вони можуть виявляти різні стилі бою, використовувати різноманітні зброї та реагувати на зміни у геймплею. Це забезпечує більш імерсивний та відчутний досвід гри.

Реалізація ШІ дозволяє варіювати складність та поведінку НПС, що дозволяє гравцям налаштовувати гру під свої вподобання. Вони можуть вибирати між різними рівнями складності, що забезпечує більш персоналізований досвід гри.

Незважаючи на переваги, реалізація штучного інтелекту в іграх «Max Payne» також має свої недоліки:

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 27 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

НПС у грі можуть бути обмеженими у своїй інтерактивності та взаємодії з оточенням. Вони можуть не завжди адекватно реагувати на дії гравця або виявляти недостатню реактивність. ШІ може виявляти певні повторювані моделі поведінки, що може призвести до передбачуваності геймплею та знизити його виклик. Реалістична поведінка НПС може потребувати значних обчислювальних ресурсів, особливо у складних сценах з багатьма НПС. Це може впливати на продуктивність гри та вимагати потужного апаратного забезпечення.

1.3.6 «Tom Clancy's The Division»

«Tom Clancy's The Division» – комп'ютерна гра у жанрі шутера від третьої особи, перша за рахунком із серії ігор, розроблена шведською студією *Ubisoft Massive*, британською *Ubisoft Reflections* та американською *Red Storm*, видана *Ubisoft* для платформ ПК, *PlayStation 4* та *Xbox One*.

Дія гри розгортається в перед-апокаліптичному Нью-Йорку недалекого майбутнього, основні події відбуваються в Манхеттені, проте згодом територія для дослідження збільшуватиметься. Гравець виявить себе в розпал кризи — вірусної атаки, усунення наслідків якої повністю належатиме від дій учасників гри.

«The Division» побудована таким чином, що для гравця підбиратиметься найбільш підходячий йому за стилем напарник. Розмір групи зможе досягати 4 осіб. Скріншот ігрового процесу зображено на рисунку 1.11



Рис. 1.11 – Скріншот ігрового процесу гри «Tom Clancy's The Division»

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 28 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

Розглядаючи основні методи реалізації штучного інтелекту в іграх серії «Tom Clancy's The Division», можна виділити наступні його переваги:

ШІ дозволяє НПС виявляти реалістичну поведінку, включаючи тактичні рухи, прикриття, згортання, реакцію на ворожі атаки та кооперацію з іншими НПС.

Вони можуть використовувати стратегії, що відповідають їхнім ролям у грі, що створює складний виклик. ШІ може адаптуватися до змінних умов та дій гравця. НПС можуть приймати рішення на основі зміни обстановки, тактик гравця та командних рішень. Це забезпечує динамічний та варіативний геймплей, де гравець повинен аналізувати ситуацію та приймати відповідні рішення. ШІ сприяє співпраці між НПС та гравцями. НПС можуть взаємодіяти, надавати допомогу та виконувати тактичні рухи, щоб забезпечити успіх команди. Це сприяє більшій взаємодії гравців та підвищує значення командної гри.

Незважаючи на переваги, реалізація штучного інтелекту в іграх «Tom Clancy's The Division» також має свої недоліки:

Реалістична поведінка НПС може вимагати складних алгоритмів та обчислювальних ресурсів, особливо в густонаселених сценах з багатьма НПС. Це може впливати на продуктивність гри та вимагати потужного апаратного забезпечення.

Також може потребувати постійного вдосконалення та оновлення для забезпечення різноманітності поведінки НПС, виправлення помилок та покращення інтелектуальної реакції на гравця. НПС можуть бути обмеженими в своїй взаємодії з оточенням та іншими НПС. Це може знизити ступінь імерсії та відчуття живого світу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 29 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.4 Порівняння елементів штучного інтелекту в представлених аналогах

В таблиці 1.1 проведено порівняння елементів штучного інтелекту ворогів в проаналізованих в попередньому підрозділі іграх жанру «Shooter»

Таблиця 1.1

Основні елементи штучного інтелекту

| Елемент ШІ | <i>Call of Duty</i> | <i>Battlefield</i> | <i>Counter-Strike</i> | <i>Gears of War</i> | <i>Max Payne</i> | <i>Tom Clancy's The Division</i> |
|--|---------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------|----------------------------------|
| Реалістична поведінка НПС | + | + | + | + | + | + |
| Стратегічне та тактичне мислення НПС | - | + | + | + | + | + |
| Командна співпраця НПС | - | - | + | - | - | + |
| Гнучкість та адаптивність ШІ | - | - | - | + | + | + |
| Реалістична реакція на змінне середовище | - | + | + | + | + | + |

| Елемент ШІ | <i>Call of Duty</i> | <i>Battlefield</i> | <i>Counter-Strike</i> | <i>Gears of War</i> | <i>Max Payne</i> | <i>Tom Clancy's The Division</i> |
|----------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|------------------|----------------------------------|
| Використання прикриття та тактик | - | + | + | + | + | + |
| Емоційна реакція НПС | - | - | - | - | + | + |
| Взаємодія між НПС | - | - | - | + | - | + |
| Обчислювальні вимоги | - | - | - | - | - | - |

1.4 Постановка завдання

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження підходів реалізації штучного інтелекту ворогів при створенні гри жанру «*Shooter*» від третьої особи в тривимірному просторі.

Основний функціонал та контент, який слід розробити:

1. Створення унікального ігрового контенту (моделі персонажів, зброї, елементів середовища, інтерфейсу користувача та інше).
2. Створення ігрового світу (ігрових рівней та навколишнього середовища).
3. Розробка та налаштування поведження штучного інтелекту ворогів, з якими має змагатися гравець.
4. Створення додаткових елементів гри (ефекти зброї, інвентар гравця, система вибору рівней) для більшої імерсивності геймплею.
5. Компіляція та тестування демонстраційної версії гри.

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | | 31 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | KPM.KI.1.884-03.1.14 | | | | | | |

Висновки до першого розділу

1. У результаті аналізу предметної області було виявлено основні риси ігор жанру «*Shooter*» та представлені їх основні різновиди. Описані основні потреби при розробці штучного інтелекту в іграх жанру «*Shooter*» та важливість створення удосконаленого ШІ ворогів для ігор даного жанру.

2. Проаналізовано основні методи реалізації поведінки штучного інтелекту. Показано основні напрями їх застосування.

3. Проаналізовано сучасні аналоги ігор жанру «*Shooter*». Виявлено переваги та недоліки ШІ ворогів, котрий використовують дані проекти. Представлено основні необхідні елементи для ШІ даного жанру.

4. Здійснено постановку задачі з зазначенням бажаного результату, що є необхідним для розробки проектної документації та демонстраційної версії гри.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 32 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТНА ДОКУМЕНТАЦІЯ

2.1 Вступ

Ігровий процес проходить у лінійно структурованому світі, головний герой – морський піхотинець на ім'я Макс або агент спеціального призначення Ханна (в залежності від початкового вибору статі персонажа гравцем). Кожен з персонажів має свою власну історію, котра буде відкриватися у міру проходження сюжетної кампанії.

Однією з особливостей гри є так званна система «крафтингу та лутінгу». Гравець має змогу досліджувати ігрові рівні та збирати матеріал, котрі можуть використовуватися для покращення основних характеристик зброї. Також після проходження певних сюжетних етапів, відкривається новий набір додаткових ігрових елементів (види зброї, спорядження, предмети зі спеціальними механіками).

Основна ціль гри – проходження комплексу рівнів у різних локаціях, кожна з яких відрізняється, як загальною архітектурою так і часом доби або погодними умовами. В кінці кожного рівня, гравця буде чекати битва з босом, котра бути включати в себе унікальні механіки задля перемоги.

Дизайн рівнів представлений у вигляді локацій в воєнному стилі. За допомогою різних фільтрів передається загальне напруження. Уся графіка представлена у воксельному стилі, використовуються оригінальні моделі та текстури.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 33 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2.2 Жанр та аудиторія

Гра «*Shadows of War: The Last Stand*» відноситься до ігор жанру «*Shooter*» від третьої особи. Цей жанр надає гравцям можливість відчувати себе у ролі спец-агенту, беручи участь у перестрілках зі штучним інтелектом та отримувати задоволення від механіки поводження зброї.

Гра орієнтована на підліткову та дорослу аудиторію, містить обмежуючий контент, мінімальний вік гравця – 12 років. Додаткову привабливість гра має для власників не найсучаснішої конфігурації ПК та людей, які шукають альтернативи в даному жанрі, на платформі. Для підліткової частини цієї категорії характерна потреба у динамічних іграх.

Гра сподобається фанатам класичних шутерних ігор від третьої особи. Прикладами ігор цього жанру можна назвати такі серії ігор, як «*Gears of War*», «*Max Payne*», «*Tom Clancy*». Гра має інтуїтивно зрозуміле управління, динамічний ігровий процес.

2.3 Основні особливості гри

Основними особливостями гри (*USP – Unique Selling Points*) є:

1. Динамічний та цікавий геймплей є основним ядром цієї гри. Кидаючи виклик швидкості реакції гравців, вона вимагає від гравця швидко і ретельно приймати власні рішення і стежити за ігровим оточенням.

Маючи всі риси класичної гри жанру «*Shooter*», гра безперечно припадає до душі як фанатам жанру, так і гравцям з ним незнайомим.

2. Воксельна графіка дозволяє створювати унікальні пейзажі та деталі. Наприклад, гравці можуть знайти особливі структури, такі як руїни містечок, або занедбані об'єкти великих розмірів, такі як залишки підірваного літака.

З технічної точки зору вибраний стиль графіки дозволяє більше оптимізувати ігровий процес та запускати гру на не дуже потужних системах.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 34 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3. Гра має продуману складову історії ігрового всесвіту (лору). Завдяки дослідженню гравцем ігрового світу, він зможе знаходити різні ігрові елементи (блокноти, нотатки) з текстовими записами, котрі дозволять більш глибоко зрозуміти події, які відбуваються у грі.

4. Система збирання корисних елементів спорядження та система створення нових дозволяє гравцям скласти власний унікальний набір спорядження для свого персонажа. Наприклад, гравець може знайти зброю, яка підходить для ближнього бою, або спорядження, яке дозволяє йому витримувати більше ворожої шкоди.

5. Механіки виживання додають додатковий рівень реалістичності та напруження. Наприклад, гравець повинен стежити за своїм здоров'ям, голодом і спрагою. Елементи виживання також пов'язані з системою збирання, наприклад: гравець може знаходити набори різної їжі або пляшки з водою.

2.4 Опис гри

2.4.1 Хід гри

Гра має механіку класичних «шутерів», але з певними геймплейними відмінностями. Основне завдання гравця – проходження комплексу ігрових рівнів, сутичок з ворогами та здобуття перемоги над босом рівня.

Ігровий процес полягає в використанні гравцем різних типів зброї та спорядження задля найбільш ефективного методу проходження сутичок з ворогами різних типів.

Перешкодами на шляху гравця є:

- природні перешкоди;
- вороги;
- елементи виживання;
- логічні головоломки;
- сюжетні перешкоди.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Список запропонованих типів перешкоди та їх опис можна переглянути у таблиці 2.1

Таблиця 2.1

Геймплейні перешкоди для гравця

| Тип перешкоди | Опис |
|---------------------|---|
| Природні перешкоди | Природні перешкоди можуть зробити гру більш складною і реалістичною. Гравці повинні бути обережні, щоб не заблукати в забудованому місті, не потонути у річці або не загинути від падіння у урвище. |
| Вороги | Вороги можуть додати в гру елемент ризику і боротьби. Гравці повинні бути готові захищатися від інших недружніх ігрових персонажів і механічних систем. |
| Елементи виживання | Елементи виживання можуть додати в гру додатковий рівень складності і напруження. Гравці повинні стежити за своїм здоров'ям, голодом і спрагою, щоб вижити. |
| Логічні головоломки | Логічні головоломки можуть зробити гру більш захоплюючою і інтелектуальною. Гравці повинні використовувати свої розумові здібності, щоб подолати перешкоди. |
| Сюжетні перешкоди | Сюжетні перешкоди можуть додати в гру глибину і драматизм. Гравці повинні приймати рішення, які можуть змінити хід гри. |

2.4.2 Ігрове оточення

Оскільки представлена гра є грою жанру «*Shooter*» з елементами виживання, її локації є великими за розмірами, маючи архітектуру створену під дослідження.

Вся графічна складова виконана у низько-полігональному, «воксельному» стилі. У демонстраційній версії гри представлена одна ігрова локація – місто під назвою «*Citadel Zero*». Всі рівні будуються з методикою розташування ігрових елементів, враховуючи елемент балансу. Основні види зброї гравець отримає проходячи сюжетну кампанію, але для додаткових елементів спорядження потрібно досліджувати ігровий всесвіт. Візуальна основа для зовнішнього виду гри є просто графіка, в мілітаристичному стилі. Локації будуються з багатьма додатковими елементами архітектури, котрі допоможуть більше передати загальний настрій гри[40].

Використовуючи додаткові ефекти освітлення та згладжування, загальна картинка посилює враження від ігрового процесу. Ігрові елементи використовують схожу палітру фарб, набори текстур, котрі логічно доповнюють один одного та виправдовують деякі механіки. Концепт дизайну рівня зображено на рисунку 2.1



Рис. 2.1 – Концепт дизайну рівня гри

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

Елементи оточення, такі як покинуті автомобілі чи будівлі, мають контрастну палітру кольорів, котрі візуально виділяються на фоні проходження сюжетних завдань. Це зроблено таким чином, щоб передати гравцю загальний ігровий настрій, що сприятливо позначається на процесі геймплею.

Зброю та спорядження гравця, так і його ворогів, виконано з урахуванням загальної стилістики гри. Воно складається з елементів, котрі властиві багатьом іграм даного жанру. Кольорова палітра гармонує із загальним кольором рівня, з іншого боку барви мають більш контрастний відтінок, щоб виділятися на тлі решти оточення.

Таким чином, гравець завжди може фіксувати візуальні зміни у власному спорядженні, помітити ворога, котрий буде різко виділятися серед фонових елементів.

2.4.3 Штучний інтелект

Для будь-якої гри жанру «*Shooter*» супротивники або вороги є однією з найважливіших, якщо не самою важливою частиною ігрового процесу.

Ігровий штучний інтелект (ШІ) – набір програмних методів, які використовуються у комп'ютерних іграх для створення ілюзії інтелекту у поведінці персонажів, керованих комп'ютером. ШІ, крім методів традиційного штучного інтелекту, включає також алгоритми теорії управління, робототехніки, комп'ютерної графіки та інформатики в цілому[41].

У демонстраційної версії гри у гравця є можливість вступити в сутички з ворогами, які керуються штучним інтелектом. Загальний алгоритм дій ШІ ворога представлено на рисунку 2.2, укрупнену матрицю взаємодії елементів гри можна побачити у таблиці 2.2

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 38 |

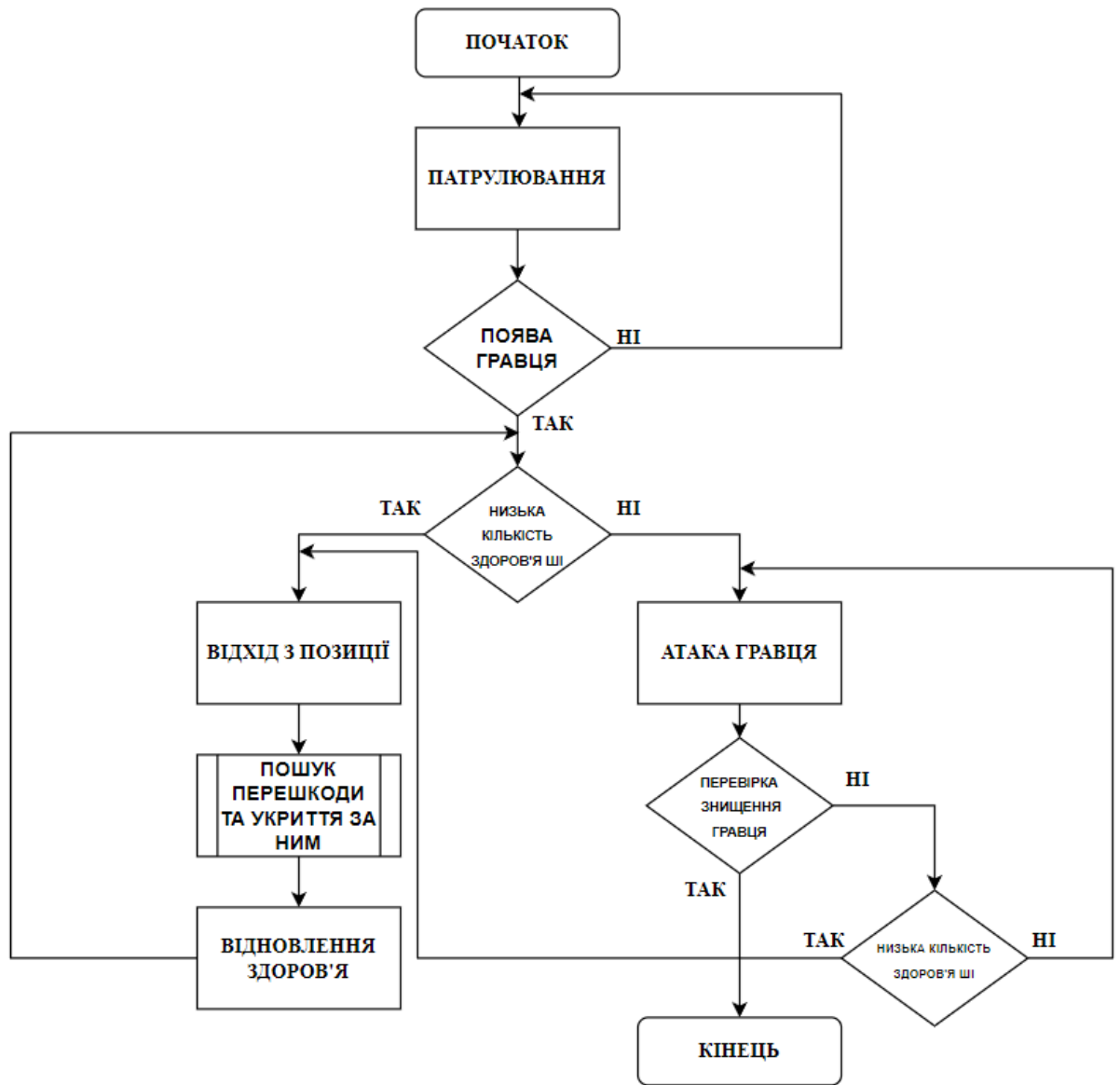


Рис. 2.2 – Основний алгоритм дій ШІ ворога

Таблиця 2.2

Укрупнена матриця взаємодії елементів гри

| | Ворог | Гравець | Укриття |
|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ворог | – | Ворог атакує гравця | Укриття ворога за перешкодою |
| Гравець | Гравець атакує ворога | – | Укриття гравця за перешкодою |
| Укриття | Укриття ворога за перешкодою | Укриття гравця за перешкодою | – |

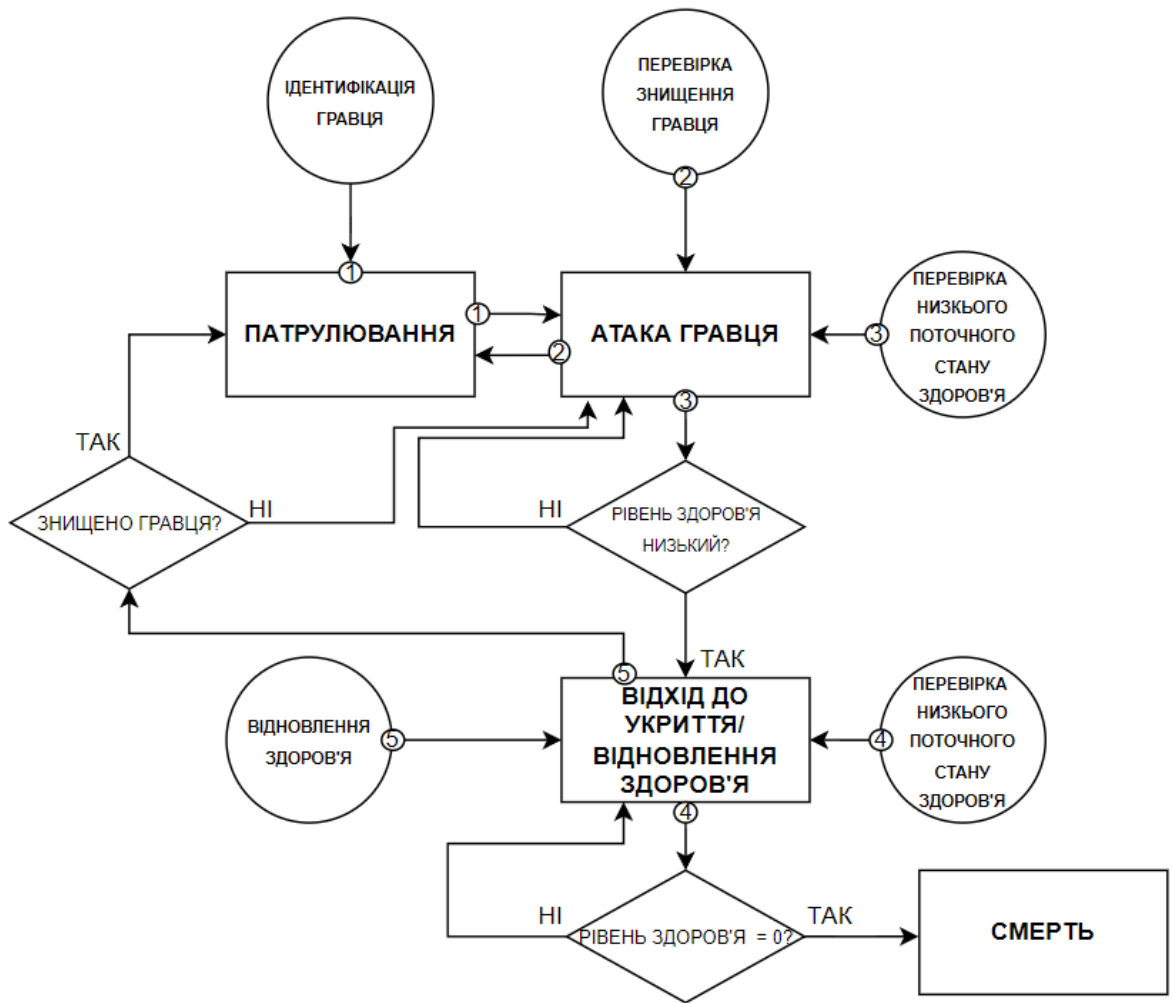





Рис. 2.3 – Автомат Мура для ворога

Зовнішній вигляд ворогів є унікальним в залежності від типу локації. Кожен ворог має унікальні характеристики, збалансовані таким чином, щоб більш пізні локації мали суперників складнішими, ніж перші. Такі відмінності обумовлені типом зброї та спорядження, котре використовується ворогом. Це привносить у гру елемент тактики та стратегічного мислення, гравець повинен вибрати правильну стратегію для кожного типу ворога і слідувати їй.

Список запропонованих типів ворогів та їх характеристики можна переглянути у таблиці 2.3

Список ворогів та їх характеристики

| Тип ворога | Загальна характеристика |
|---|---|
| <p data-bbox="453 315 647 353">Штурмовик</p>  <p data-bbox="411 824 691 862">Рис. 2.4 – Штурмовик</p> | <p data-bbox="885 488 1508 719">Одягнений у військову уніформу та бронезилет. Використовує автоматичну стрілецьку зброю. Має високий рівень здоров'я.</p> |
| <p data-bbox="406 920 695 958">Важко-броньовик</p>  <p data-bbox="373 1391 729 1429">Рис. 2.5 – Важко-броньовик</p> | <p data-bbox="885 1084 1508 1314">Споряджений важким бронезилетом і шоломом. Озброєний автоматичним гранатометом. Має велику броню і тяжку зброю.</p> |

| Тип ворога | Загальна характеристика |
|---|--|
| <p data-bbox="475 248 624 286">Снайпер</p>  <p data-bbox="432 703 671 736">Рис. 2.6 – Снайпер</p> | <p data-bbox="884 360 1506 658">Закамуфльований, одягнений у гілля, снайперський костюм. Використовує снайперську гвинтівку. Основна властивість – висока точність стрільби.</p> |
| <p data-bbox="392 797 708 835">Робот – штурмовик</p>  <p data-bbox="373 1305 727 1339">Рис. 2.7 – Робот штурмовик</p> | <p data-bbox="884 969 1506 1200">Використовує найсучасніший міцний костюм зі спеціалізованої сталі, досить маневрений, має високий коефіцієнт захисту.</p> |
| <p data-bbox="475 1397 624 1435">Терорист</p>  <p data-bbox="427 1877 676 1910">Рис. 2.8 – Терорист</p> | <p data-bbox="884 1397 1506 1628">Має цивільний вигляд. Споряджений вибухівкою на тілі, використовує кулемет та гранати. Спроможний наносити масову шкоду.</p> |

Процес руху ворогів по карті виконано за допомогою системи зон патрулювання. Кожен ворог має свою зону відповідальності, в котрій вільно переміщується та вступає в вогневий контакт с гравцем, якщо його фіксує. За загальний процес роботи ШІ, відповідає система дерева станів. Принцип роботи ШІ полягає у формуванні навколо нього двох зон ідентифікації гравця. Зовнішнє коло є зоною патрулювання ШІ, де він постійно знаходиться. Внутрішнє коло є зоною ідентифікації гравця, при контакті з гравцем відбувається вогневе ураження. Будь-які перешкоди або будівлі перешкоджають ШІ ідентифікувати гравця. Приклад процесу патрулювання представлено на рисунку 2.9

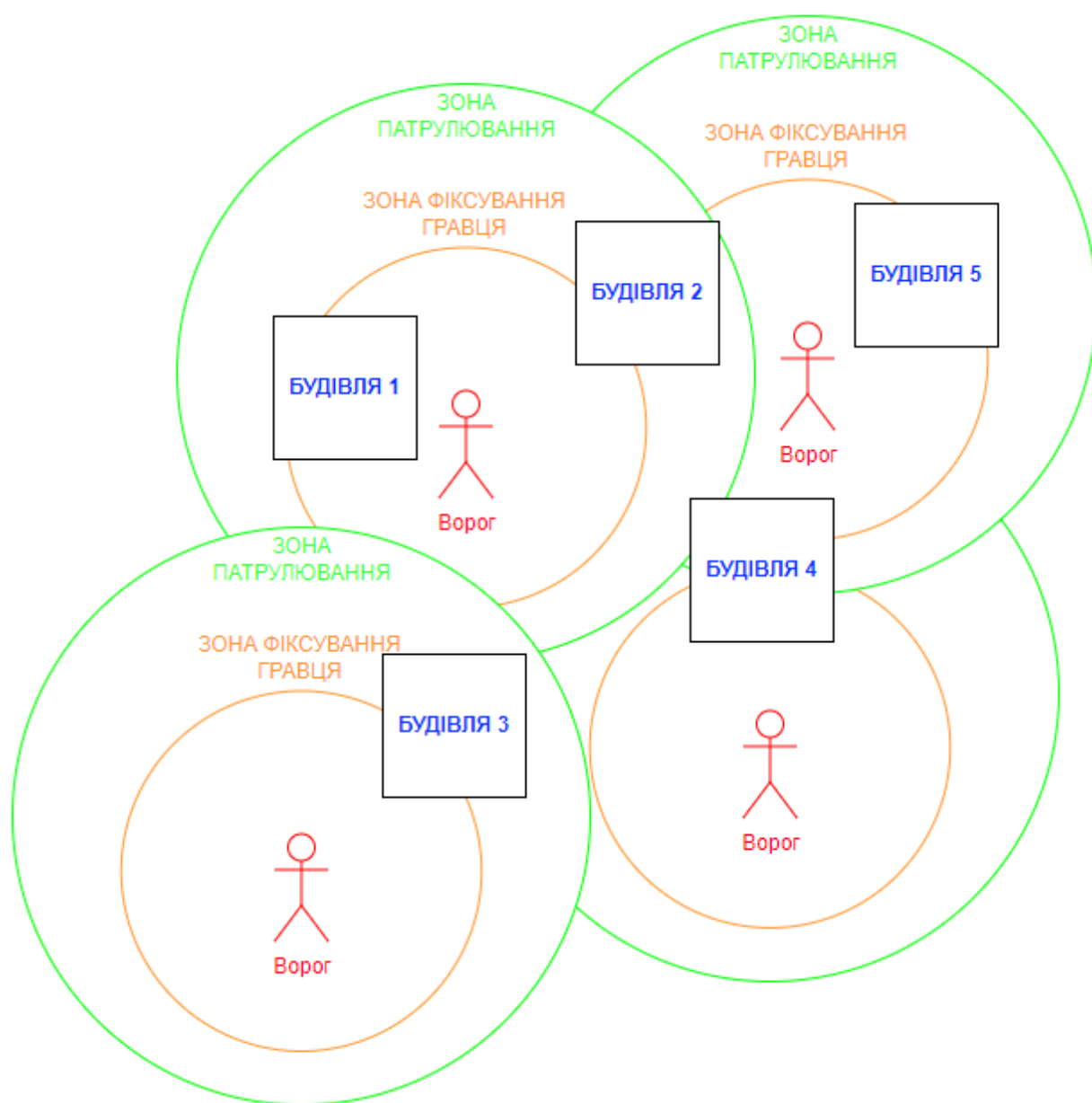


Рис. 2.9 – Зображення схеми патрулювання ворога на локації.



2.4.4 Елементи ігрового спорядження

В якості елементів ігрового спорядження для гравця, у грі представлено декілька їх видів, доступних для отримання по мірі проходження гри. Кожен з видів спорядження має певні унікальні характеристики, збалансовані під загальний темп гри. Через підбор потрібного набору спорядження, гравець може підібрати собі ідеальний ігровий білд.

Список запропонованих типів зброї та їх характеристики можна переглянути у таблиці 2.4

Таблиця 2.4

Види зброї

| Вид зброї | Характеристика | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------|---|---|---|-----------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|----------------|---|---|---|
|  <p data-bbox="280 1346 639 1375">Рис 2.10 – Мисливський ніж</p> | <p data-bbox="703 913 1506 1205">Мисливський ніж – це невелика, зазвичай однорідна зброя з коротким клинком, яку використовують для точних та тихих атак і яка часто використовується шпигунами та прихованими оперативниками.</p> <table border="1" data-bbox="810 1227 1406 1480"> <tr> <td data-bbox="810 1227 1230 1290">Рівень шкоди</td> <td data-bbox="1230 1227 1289 1290">■</td> <td data-bbox="1289 1227 1348 1290">■</td> <td data-bbox="1348 1227 1406 1290">■</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 1290 1230 1352">Швидкість атаки</td> <td data-bbox="1230 1290 1289 1352">■</td> <td data-bbox="1289 1290 1348 1352">■</td> <td data-bbox="1348 1290 1406 1352">■</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 1352 1230 1415">Швидкість перезарядки</td> <td data-bbox="1230 1352 1289 1415">■</td> <td data-bbox="1289 1352 1348 1415">■</td> <td data-bbox="1348 1352 1406 1415">■</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 1415 1230 1480">Об'єм магазину</td> <td data-bbox="1230 1415 1289 1480">■</td> <td data-bbox="1289 1415 1348 1480">■</td> <td data-bbox="1348 1415 1406 1480">■</td> </tr> </table> | Рівень шкоди | ■ | ■ | ■ | Швидкість атаки | ■ | ■ | ■ | Швидкість перезарядки | ■ | ■ | ■ | Об'єм магазину | ■ | ■ | ■ |
| Рівень шкоди | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість атаки | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість перезарядки | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Об'єм магазину | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p data-bbox="328 1877 592 1906">Рис 2.11 – Револьвер</p> | <p data-bbox="703 1500 1506 1727">Револьвер – це одноствольна вогнепальна зброя, яка використовує обертовий барабан для зберігання та випуску набоїв. Вона відома своєю надійністю та простотою в обслуговуванні.</p> <table border="1" data-bbox="810 1749 1406 2002"> <tr> <td data-bbox="810 1749 1230 1812">Рівень шкоди</td> <td data-bbox="1230 1749 1289 1812">■</td> <td data-bbox="1289 1749 1348 1812">■</td> <td data-bbox="1348 1749 1406 1812">■</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 1812 1230 1874">Швидкість атаки</td> <td data-bbox="1230 1812 1289 1874">■</td> <td data-bbox="1289 1812 1348 1874">■</td> <td data-bbox="1348 1812 1406 1874">■</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 1874 1230 1937">Швидкість перезарядки</td> <td data-bbox="1230 1874 1289 1937">■</td> <td data-bbox="1289 1874 1348 1937">■</td> <td data-bbox="1348 1874 1406 1937">■</td> </tr> <tr> <td data-bbox="810 1937 1230 2002">Об'єм магазину</td> <td data-bbox="1230 1937 1289 2002">■</td> <td data-bbox="1289 1937 1348 2002">■</td> <td data-bbox="1348 1937 1406 2002">■</td> </tr> </table> | Рівень шкоди | ■ | ■ | ■ | Швидкість атаки | ■ | ■ | ■ | Швидкість перезарядки | ■ | ■ | ■ | Об'єм магазину | ■ | ■ | ■ |
| Рівень шкоди | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість атаки | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість перезарядки | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Об'єм магазину | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |


| Вид зброї | Характеристика | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|---|---|---|-----------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|----------------|---|---|---|
|  <p data-bbox="252 667 687 696">Рис 2.12 – Автоматичний пістолет</p> | <p data-bbox="724 253 1508 546">Автоматичний пістолет – це вогнепальна зброя, яка може вистрілювати послідовно безперервні постріли при натисканні на спусковий гачок. Вона часто використовується силовими структурами та військовими.</p> <table border="1" data-bbox="815 568 1414 824"> <tr> <td data-bbox="815 568 1238 629">Рівень шкоди</td> <td data-bbox="1238 568 1299 629">■</td> <td data-bbox="1299 568 1359 629">□</td> <td data-bbox="1359 568 1414 629">□</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 629 1238 689">Швидкість атаки</td> <td data-bbox="1238 629 1299 689">■</td> <td data-bbox="1299 629 1359 689">■</td> <td data-bbox="1359 629 1414 689">□</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 689 1238 750">Швидкість перезарядки</td> <td data-bbox="1238 689 1299 750">■</td> <td data-bbox="1299 689 1359 750">■</td> <td data-bbox="1359 689 1414 750">□</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 750 1238 824">Об'єм магазину</td> <td data-bbox="1238 750 1299 824">■</td> <td data-bbox="1299 750 1359 824">■</td> <td data-bbox="1359 750 1414 824">■</td> </tr> </table> | Рівень шкоди | ■ | □ | □ | Швидкість атаки | ■ | ■ | □ | Швидкість перезарядки | ■ | ■ | □ | Об'єм магазину | ■ | ■ | ■ |
| Рівень шкоди | ■ | □ | □ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість атаки | ■ | ■ | □ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість перезарядки | ■ | ■ | □ | | | | | | | | | | | | | | |
| Об'єм магазину | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p data-bbox="252 1346 687 1375">Рис 2.13 – Автоматична гвинтівка</p> | <p data-bbox="724 842 1508 1196">Автоматична гвинтівка – це вогнепальна зброя, яка може вистрілювати послідовно безперервні постріли з великої кількості набоїв. Вона ідеально підходить для стрільби на довгу дистанцію та при атаках на велику кількість противників.</p> <table border="1" data-bbox="815 1218 1414 1473"> <tr> <td data-bbox="815 1218 1238 1279">Рівень шкоди</td> <td data-bbox="1238 1218 1299 1279">■</td> <td data-bbox="1299 1218 1359 1279">□</td> <td data-bbox="1359 1218 1414 1279">□</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 1279 1238 1339">Швидкість атаки</td> <td data-bbox="1238 1279 1299 1339">■</td> <td data-bbox="1299 1279 1359 1339">■</td> <td data-bbox="1359 1279 1414 1339">■</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 1339 1238 1400">Швидкість перезарядки</td> <td data-bbox="1238 1339 1299 1400">■</td> <td data-bbox="1299 1339 1359 1400">□</td> <td data-bbox="1359 1339 1414 1400">□</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 1400 1238 1473">Об'єм магазину</td> <td data-bbox="1238 1400 1299 1473">■</td> <td data-bbox="1299 1400 1359 1473">■</td> <td data-bbox="1359 1400 1414 1473">■</td> </tr> </table> | Рівень шкоди | ■ | □ | □ | Швидкість атаки | ■ | ■ | ■ | Швидкість перезарядки | ■ | □ | □ | Об'єм магазину | ■ | ■ | ■ |
| Рівень шкоди | ■ | □ | □ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість атаки | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість перезарядки | ■ | □ | □ | | | | | | | | | | | | | | |
| Об'єм магазину | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

KPM.KI.1.884-03.1.14

Арк.

45

| Вид зброї | Характеристика | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------|---|---|---|-----------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|----------------|---|---|---|
|  <p data-bbox="245 725 671 757">Рис 2.14 – Однозарядка гвинтівка</p> | <p data-bbox="700 253 1506 546">Однозарядна гвинтівка – це вогнепальна зброя, яка вимагає перезаряджання після кожного пострілу. Вона зазвичай використовується для точної стрільби на велику дистанцію і надійна в руках досвідчених стрільців.</p> <table border="1" data-bbox="805 568 1401 826"> <tbody> <tr> <td data-bbox="805 568 1227 629">Рівень шкоди</td> <td data-bbox="1227 568 1286 629">■</td> <td data-bbox="1286 568 1345 629">■</td> <td data-bbox="1345 568 1401 629">■</td> </tr> <tr> <td data-bbox="805 629 1227 696">Швидкість атаки</td> <td data-bbox="1227 629 1286 696">■</td> <td data-bbox="1286 629 1345 696">□</td> <td data-bbox="1345 629 1401 696">□</td> </tr> <tr> <td data-bbox="805 696 1227 763">Швидкість перезарядки</td> <td data-bbox="1227 696 1286 763">■</td> <td data-bbox="1286 696 1345 763">□</td> <td data-bbox="1345 696 1401 763">□</td> </tr> <tr> <td data-bbox="805 763 1227 826">Об'єм магазину</td> <td data-bbox="1227 763 1286 826">■</td> <td data-bbox="1286 763 1345 826">□</td> <td data-bbox="1345 763 1401 826">□</td> </tr> </tbody> </table> | Рівень шкоди | ■ | ■ | ■ | Швидкість атаки | ■ | □ | □ | Швидкість перезарядки | ■ | □ | □ | Об'єм магазину | ■ | □ | □ |
| Рівень шкоди | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість атаки | ■ | □ | □ | | | | | | | | | | | | | | |
| Швидкість перезарядки | ■ | □ | □ | | | | | | | | | | | | | | |
| Об'єм магазину | ■ | □ | □ | | | | | | | | | | | | | | |

2.4.5 Ігрові бонуси

У грі представлено декілька видів бонусів, тобто додаткових переваг, доступних для отримання гравцем під час ігрової сесії. Ігрові бонуси покликані покращити ігровий досвід та стимулювати гравця досліджувати ігровий всесвіт. Бонуси також виступають як метод збалансування ігрового процесу. При зміні рівня складності гри, кількість бонусів може збільшуватись. Приклад ігрового бонусу для покращення здоров'я гравця представлено на рисунку 2.15

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 46 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |



Рис 2.15 – Концепт ігрового бонусу для покращення здоров'я гравця

Гравець має змогу збирати бонуси та зберігати їх у ігровому інвентарі. Також є можливість використовувати декілька бонусів різних видів одночасно, максимально збільшуючи ефективність ігрового персонажу гравця. Нижче представлена таблиця з перерахуванням ігрових бонусів, котрі заплановані для інтегрування у гру. Види ігрових бонусів можна переглянути у таблиці 2.5

Таблиця 2.5

Види ігрових бонусів

| Вид бонусу | Характеристика |
|----------------------|---|
| Відновлення здоров'я | <p>Повертає 25% максимального здоров'я гравця при використанні.</p> <div data-bbox="805 1473 1173 1787" style="text-align: center;"> </div> |

Рис. 2.16 – Бонус відновлення здоров'я

| Вид бонусу | Характеристика |
|----------------------------|---|
| Відновлення витривалості | <p>Відновлює 50 очок витривалості гравця при використанні.</p> <div data-bbox="903 315 1082 577" data-label="Image"> </div> <p>Рис. 2.17 – Бонус відновлення витривалості</p> |
| Додатковий магазин набоїв | <p>Збільшує ліміт набоїв у інвентарі на 20%, дозволяючи зберігати більше боеприпасів.</p> <div data-bbox="882 786 1098 987" data-label="Image"> </div> <p>Рис. 2.18 – Бонус додаткового магазину набоїв</p> |
| Покращення навичу стрільби | <p>Тимчасово підвищує точність стрільби на 20% та зменшує час перезарядки на 15%, забезпечуючи кращу стрільбу у бою.</p> <div data-bbox="879 1193 1102 1406" data-label="Image"> </div> <p>Рис. 2.19 – Бонус покращення навичу стрільби</p> |

2.4.6 Режими гри

У демонстраційній версії гри представлено один сюжетний рівень із багатьох запланованих. Це класична перестрілка, де ціллю гравця є перемога над усіма ворогами локації. Надалі планується розробка додаткових рівнів та режимів. Опис усіх запланованих режимів, описані в таблиці 2.6 нижче.

Види ігрових режимів

| Назва режиму | Характеристика режиму |
|-----------------------------|---|
| Сюжетний режим | У сюжетному режимі гравці відправляються в епічну пригоду, яка розкриває головну історію гри. Гравцеві доводиться долати виклики, виконувати місії та взаємодіяти з іншими персонажами, щоб розкрити та розвинути сюжет героя. Цей режим розділений на різні рівні або епізоди, де гравець може дізнатися більше про світ гри та персонажів. |
| Режим командної перестрілки | У режимі командної перестрілки гравець разом з персонажами ІІІ поділяються на дві команди і змагаються один проти одного. Основна мета полягає в тому, щоб здобути більше очок або досягти певних цілей, спільно працюючи зі своєю командою. Гравець має доступ до різних видів зброї та можливостей, які допомагають перемогти суперників. |
| Режим тренування | Режим тренування на полігоні призначений для того, щоб гравці вдосконалювали свої навички гри. У цьому режимі гравці можуть вибирати зброю з різних сценаріїв та завдань, використовуючи її для свого тренування. Часто цей режим використовується для вивчення нової зброї, вдосконалення прицільності та практики стрільби з ботами або мішенями. |
| Режим командної перестрілки | У режимі командної перестрілки гравець разом з персонажами ІІІ поділяються на дві команди і змагаються один проти одного. Основна мета полягає в тому, щоб здобути більше очок або досягти певних цілей, спільно працюючи зі своєю командою. Гравець має доступ до різних видів зброї та можливостей, які допомагають перемогти суперників. |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 49 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| Назва режиму | Характеристика режиму |
|------------------|---|
| Режим тренування | Режим тренування на полігоні призначений для того, щоб гравці вдосконалювали свої навички гри. У цьому режимі гравці можуть вибирати зброю з різних сценаріїв та завдань, використовуючи її для свого тренування. Часто цей режим використовується для вивчення нової зброї, вдосконалення прицільності та практики стрільби з ботами або мішенями. |

2.4.7 Платформа

Гра розробляється на ПК для операційної системи *Windows*. У майбутньому можливо здійснити імпорт на інші операційні системи. Системні вимоги для гри приведені у таблиці 2.7

Таблиця 2.7

Системні вимоги гри

| Параметр | Мінімальні вимоги | Рекомендовані вимоги |
|--------------------|---------------------------------------|---|
| ОС | <i>Windows 10/11</i> | <i>Windows 10/11</i> |
| Процесор | <i>Intel Pentium G4400 3.3GHz</i> | <i>Intel Core i3-10100F 3.6 GHz</i> |
| Оперативна пам'ять | <i>8GB DDR4</i> | <i>16GB DDR4</i> |
| Відеокарта | <i>NVIDIA GTX 1050ti</i> | <i>NVIDIA GTX 1650</i> |
| Місце на диску | <i>7 GB HDD</i> | <i>7 GB SSD</i> |

2.5 Функціональна специфікація

2.5.1 Модель гри

Запускаючи гру, гравець у першу чергу бачить меню гри. Фон меню має розмите зображення в мілітаристичному стилі. На першому плані зображено назву гри та кнопки управління головним меню. Меню має чотири кнопки: «почати гру» («продовжити гру», якщо є файл збереження), «налаштування», «автори» та «вихід». Натиснувши на першу кнопку гравець має можливість вибрати стаття для головного героя, а також налаштувати зовнішність. У розділі налаштування головного меню, гравець має змогу змінити розширення екрану, якість графіки, гучність звуків та музики. У розділі «автори» будуть вказані усі розробники та засоби розробки гри. Кнопка «вихід» дає змогу покинути гру. Схема меню зображена на рисунку 2.20, схема налаштувань на рисунку 2.21

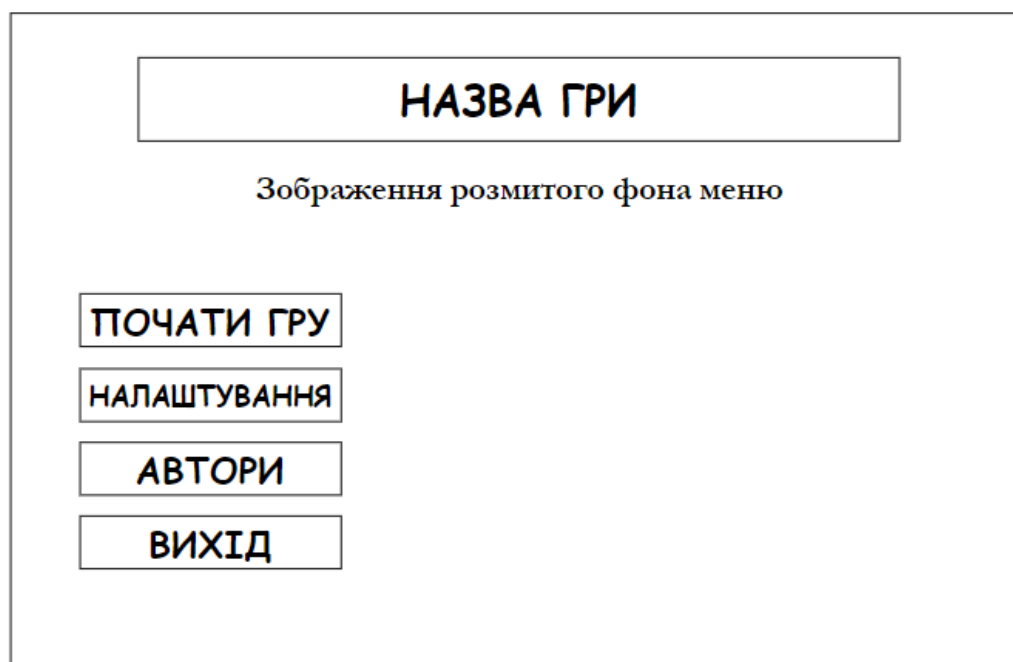


Рис. 2.20 – Зображення зовнішнього вигляду головного меню гри

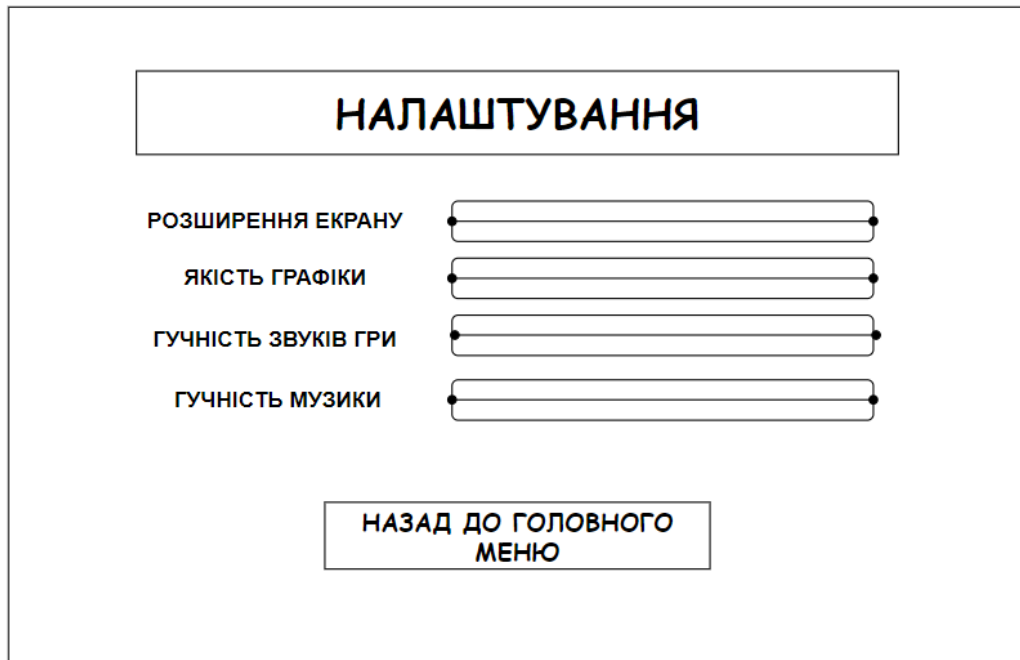


Рис. 2.21 – Зображення зовнішнього вигляду меню налаштування

Після натискання кнопки «почати гру», гравець побачить меню вибору статі головного героя, після вибору, відкривається вікно налаштування зовнішнього вигляду. Схему вибору статі та налаштування зовнішнього вигляду можна побачити на рисунках 2.22 та 2.23



Рис. 2.22 – Зображення меню вибору статі головного героя



Рис. 2.23 – Зображення меню налаштування зовнішності головного героя

Після налаштування зовнішності головного героя, гравець попадає у ігровий всесвіт, де зразу може вибрати стартову зброю в інвентарі, відкривши його відповідною клавішею. Схему інвентаря зображено на рисунку 2.24

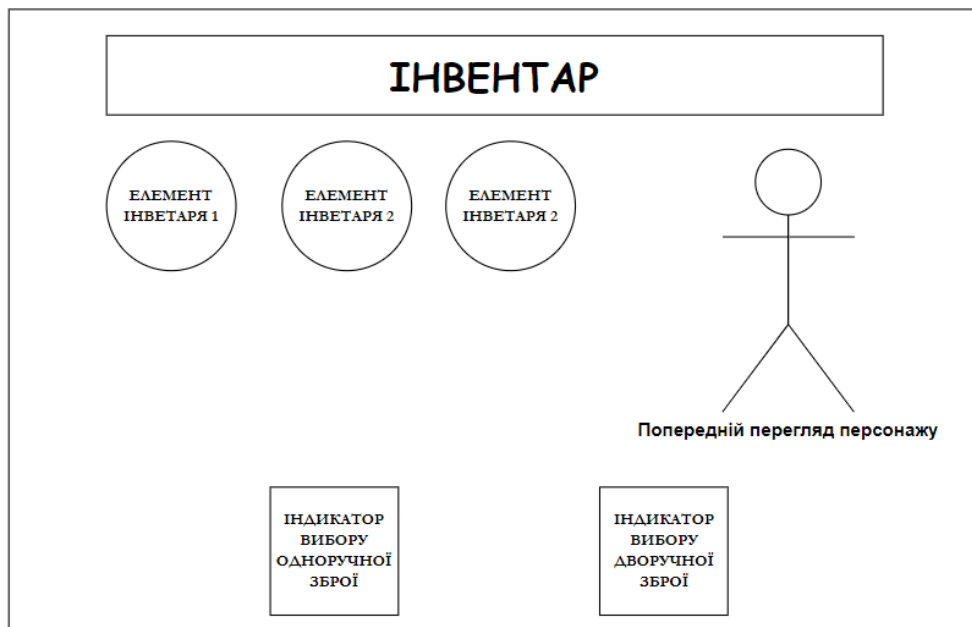


Рис. 2.24 – Зображення схеми ігрового інвентаря

Гра складається з декількох рівнів, які є локаціями бойових дій. Нижче приведена схема першої ігрової зони та таблиця перерахування усіх ігрових локацій. Список усіх ігрових локацій представлено у таблиці 2.8

Таблиця 2.8

Локації гри

| Назва локації | Опис |
|-------------------------|--|
| Місто «Citadel Zero» | «Citadel Zero» – колиска колишнього великого міста, яке занедбано і опустошено після безжальних бойових дій. Усюди ви зустрінете залишки колишнього життя – розбиті автомобілі, обвалені будівлі та фрагменти минулого. |
| Аеропорт | Ця локація – аеропорт, що потрапив під ракетну атаку, має збитий вантажний літак на злітній смузі. За стінами терміналу розкидані снаряди та руїни, а на небі завжди лунає грізний рокіт летючих об'єктів. Гравцям доведеться боротися не лише з ворогами, але і зі схованими небезпечними сюрпризами серед руїн аеропорту. |
| Оазис в пустелі | Цей оазис – справжнє диво природи в середині спекотної пустелі. Він складається з невеликого озера з чистою прісною водою, оточеного різноманітними рослинами і пальмами. Висока температура і небезпечні пустельні шторми зробили цю локацію найціннішим місцем для життя і відпочинку. Оазис також може бути стратегічно важливим пунктом у грі, де гравці можуть знаходити воду та ресурси для виживання. |

Схематичне зображення першої ігрової локації можна побачити на рисунку 2.25

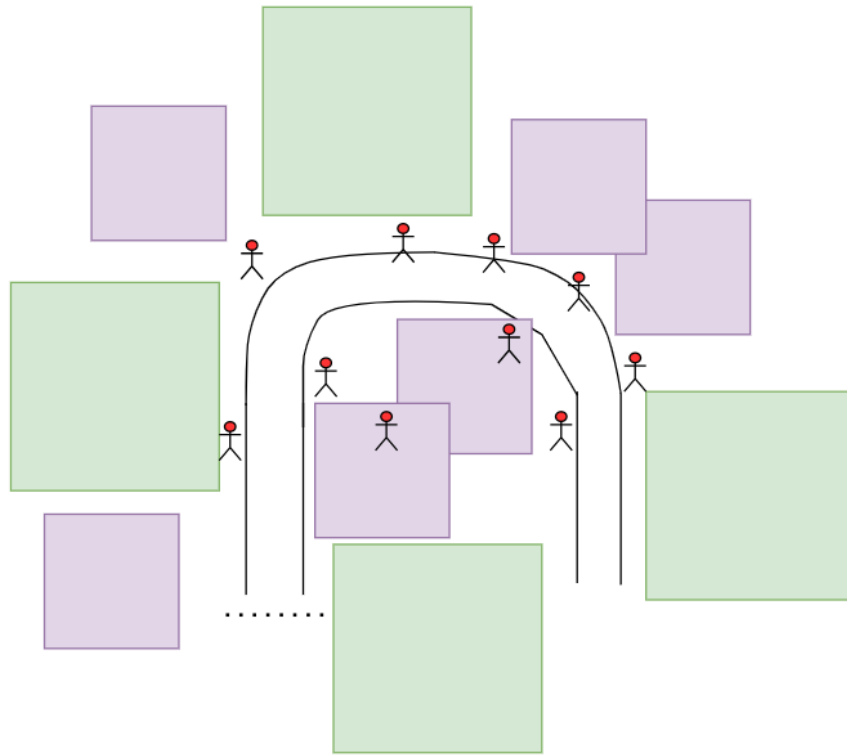


Рис. 2.25 – Зображення схеми першої ігрової локації

2.5.2 Формули

Розроблена гра має деяку кількість важливих формул, розрахунок котрих необхідний для коректної роботи гри.

Формула фіксування шкоди гравцем ворогу:

$$D = (D_b * (1 - (\vec{p} - \vec{p}_e) / R)) * M \quad (2.1)$$

де:

D_b – базовий рівень шкоди гравця.

\vec{p} – позиція гравця.

\vec{p}_e – позиція ворога.

R – максимальна дистанція, на якій гравець може завдати шкоду ворогу.

M – коефіцієнт, який враховує інші фактори, такі як вид зброї або бонуси.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

Формула розрахунку проценту відновлення здоров'я гравця:

$$R = B_R * (1 - E_b) \quad (2.2)$$

де:

B_R – базовий відсоток відновлення, який надає бонус, в нашому випадку 25% (0.25)

E_b – коефіцієнт врахування бонусу енергетика, котрий прискорює процес відновлення здоров'я. Якщо енергетик використовується і має, 10% бонусу до відновлення, то цей коефіцієнт буде дорівнювати 0.10.

Формула розрахунку показника швидкості пересування гравця:

$$S = B_s + (S_c * E) \quad (2.3)$$

де:

B_s – базова швидкість пересування персонажа без врахування бігу.

S_c – коефіцієнт бігу, який залежить від кількості витривалості. Чим більше витривалості, тим більший коефіцієнт бігу.

E – кількість витривалості персонажа.

Формула розрахунку коефіцієнту точності стрільби, залежно від впливу руху гравця:

$$A_{acc} = B_{acc} * (1 - M_p) \quad (2.4)$$

де:

B_{acc} – базовий показник точності зброї при стрільбі на місці.

M_p – штраф за рух гравця. Чим більше гравець рухається, тим менше точності він має при стрільбі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 56 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Формула для фіксування коефіцієнта покращення точності зброї враховуючи бонус часу та індивідуальний коефіцієнт покращення для кожного виду зброї:

$$A_b = B_{ab} * W * (1 - (T_e / T_b)) \quad (2.5)$$

де:

B_{ab} – базовий бонус точності, який надається покращенням.

W – індивідуальний коефіцієнт точності для кожного виду зброї.

T_e – час, який пройшов з початку дії бонусу точності в секундах.

T_b – тривалість бонусу точності в секундах.

Формула для фіксування персонажу штучним інтелектом в радіусі:

$$R_{chk} = (D_{char} \leq R) \quad (2.6)$$

де:

D_{char} – відстань від поточної позиції персонажу штучного інтелекту до позиції гравця.

R – радіус кола, в якому штучний інтелект фіксує гравця.

Формула для визначення необхідності використання штучним інтелектом укриття в залежності від критичного рівня здоров'я:

$$Cov_{chk} = (HP_{curr} \leq HP_{crit}) \quad (2.7)$$

де:

HP_{curr} – поточний рівень здоров'я персонажа штучного інтелекту.

HP_{crit} – показник критичного стану здоров'я персонажа штучного інтелекту.

| | |
|--|--|
| Анімація прицілювання та стрільби з дворучною зброєю | Прицілювання з положення стоячи, використовуючи дворучну зброю |
| Анімація перезарядки зброї | Перезарядка зброї обох типів |
| Анімація гибелі персонажу | Програється під час втрати усіх очок здоров'я гравця |
| Анімація стрільби з положення присіду | Прицілювання з положення сидячі, використовуючи одноручну або дворучну зброю |
| Анімація зміни зброї | Програється під час переключення між обома видами зброї |

2.7 Звуки та музика

Таблиця 2.11

Музикальні ефекти гри

| Елемент | Опис |
|--|------|
| Фонова музика головного меню | – |
| Звуки спокійного шагу | – |
| Звуки бігу з прискоренням | – |
| Звук стрільби одиночними набоями патронів | – |
| Звук стрільби автоматичними набоями патронів | – |
| Звук переміщення з позиції присіду | – |
| Звук прицілювання зброєю | – |
| Звук отримання шкоди гравцем | – |
| Звук перезарядки зброї | – |

Висновок до другого розділу

1. У процесі проектування було розроблено концептуальний документ гри, необхідний для демонстрації інвестору або видавцю проекту.
2. Розроблено дизайнерський документ гри, який описує основні особливості розроблюваної гри.
3. В результаті використання методів алгоритмічного аналізу, теорії автоматів був розроблений концепт роботи ШІ ворогів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | KPM.KI.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 60 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ДЕМОНСТРАЦІЙНОЇ ВЕРСІЇ ГРИ

3.1 Вибір засобів розробки

Для реалізації комп'ютерної гри був обраний ігровий рушій *Unity* 2021.3.11f1. *Unity* – кроссплатформений інструмент для розроблення відеоігор і медіа застосунків, а також рушій, на якому вони працюють. Створені за допомогою *Unity* програми працюють на настільних комп'ютерних системах, мобільних пристроях та гральних консолях у дво або тривимірній графіці, та на пристроях віртуальної чи доповненої реальності. Застосунки, створені за допомогою *Unity*, підтримують функції *DirectX* та *OpenGL*. *Unity* дозволяє створювати програми, що працюють на більш ніж 25 різних платформах, що включають персональні комп'ютери, ігрові консолі, мобільні пристрої, інтернет-програми та інші. Випуск *Unity* відбувся у 2005 році і з того часу триває постійний розвиток.

Редактор *Unity* має інтерфейс, що складається з різних вікон, які можна розташувати на свій смак. Завдяки цьому можна проводити налагодження гри чи застосунка прямо в редакторі. Головні вікна – це оглядач ресурсів проекту, інспектор поточного об'єкта, вікно попереднього перегляду, оглядач сцени та оглядач ієрархії ресурсів[42].

Рендеринг зображення відбувається через віртуальну камеру огляду. В робочій області редактора ігрова сцена може розміщуватися як завгодно, а при рендерінгу – так, як її видно з камери. В сцені може бути декілька камер, які рухаються за персонажем чи за вказаною траєкторією. Вигляд з камери подається в дво або тривимірному виді (в перспективі або з урахуванням кута нахилу).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | KPM.KI.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 61 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Фон сцени, видимий через камеру, зазвичай зображає небо, утворене «скайбоксом», але може презентувати й інше ігрове довкілля.

Скриптова система ігрового рушія зроблена на *Mono* – вільному відкритому проєкті з реалізації *.NET Framework*. Розробники можуть використовувати *C#* або *Boo* (мова програмування, подібна до *Python*). Починаючи з версії 3.0, до *Unity* входить перероблена версія *MonoDevelop* для впровадження скриптів.

Основними перевагами *Unity* є наявність візуального середовища розробки, міжплатформної підтримки та модульної системи компонентів. До недоліків відносять поява складнощів при роботі з багатокomпонентними схемами та утруднення при підключенні зовнішніх бібліотек.

У якості середовища розробки було обране середовище програмування *Microsoft Visual Studio 2019*, котре легко інтегрується у редактор *Unity*.

Для розробки було обрано мову програмування *C#*, підтримувану *Unity*. *C#* – об'єктно-орієнтована мова програмування загального призначення. Розроблено в 1998-2001 роках групою інженерів компанії *Microsoft* під керівництвом Андерса Хейлсберга і Скотта Вільтаумота, як мова розробки додатків для платформи *Microsoft .NET Framework* та *.NET Core*[43].

У меню *Unity Hub* можна обрати потрібний проєкт та версію редактора, якою ми бажаємо скористатися. Зовнішній вигляд вікна *Unity Hub* показано на рисунку 3.1

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 62 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

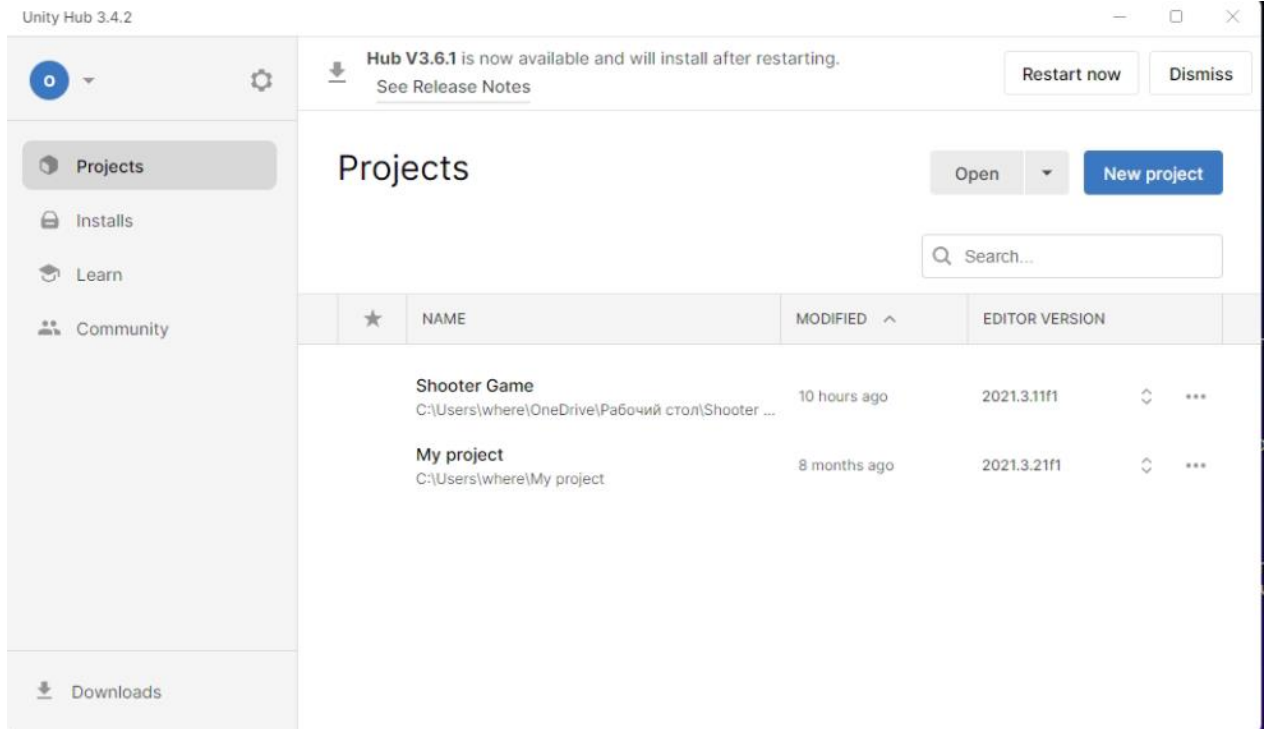


Рис. 3.1 – Вікно вибору проектів у *Unity Hub*

Для оптимізації процесу ігрової розробки в доповнення до рушія Unity, використовується модуль додатків *GameCreator (ver.1)*.

Game Creator для *Unity* – це інструмент впровадження додаткових ігрових елементів в проект гри, за допомогою елементів візуального програмування. Він надає графічний інтерфейс, що може створювати ігрову логіку, систему управління персонажами, ворогами, сценами та багатьма іншими елементами гри. Модуль включає багато типів налаштування під ігри різного жанру, але в даному проекті використовується модуль «*Shooter*».

Зображення меню елементів впровадження на прикладу переліку глобальних змінних показано на рисунку 3.2.



Рис. 3.2 – Меню створення змінних різних типів у Game Creator

3.2 Початок розробки

3.2.1 Налаштування головної сцени гри

Вікно створення сцени в *Unity* є основним інструментом для створення та редагування сцен у грі. Воно складається з декількох панелей, які дозволяють користувачеві додавати об'єкти до сцени, змінювати їхні властивості та переглядати результат.

Основна панель вікна створення сцени називається *Hierarchy*. На ній відображається список всіх об'єктів у сцені. Об'єкти можна додавати до сцени, перетягуючи їх з бібліотеки *Asset Store* або з іншого вікна. Панель *Inspector* відображає властивості вибраного об'єкта. На ній можна змінювати розмір, положення, текстуру та інші характеристики об'єкта. Панель *Scene* відображає 3D-вид сцени. На ній можна переглядати об'єкти сцени та їхнє розташування.

Процес налаштування головної сцени виконується згідно з описом дизайнерського документу проєктованої гри. Він має включати – макети будівлі, елементи рослинності, моделі автомобілів, тощо.

Задля візуального оформлення сцени, використовується функціонал вбудованого модуля *HDRP. High Definition Render Pipeline (HDRP)* – високоточний пайплайн, створений спеціально для рушія *Unity* котрий націлений на сучасні платформи. *HDRP* використовує фізичні методи освітлення, лінійне освітлення, освітлення *HDR* і налаштовану гібридну архітектуру плиткового/кластерного відкладеного/переднього освітлення. Модуль надає інструментарій, необхідний для створення візуальних елементів, відповідно до сучасних графічних стандартів. При використанні в рушії *Unity*, *HDRP* система включає до себе 3 основних елемента:

1. Налаштування камери (враховуючи згладжування текстур)
2. Основний модуль освітлення (налаштування кольору та фільтрів для сцени)
3. Налаштування атмосферних явищ та неба (ефекту туману або пустельної бурі)

Приклад налаштування погодних явищ модуля *HDRP* у вікні *Inspector* показано на рисунку 3.3

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 65 |

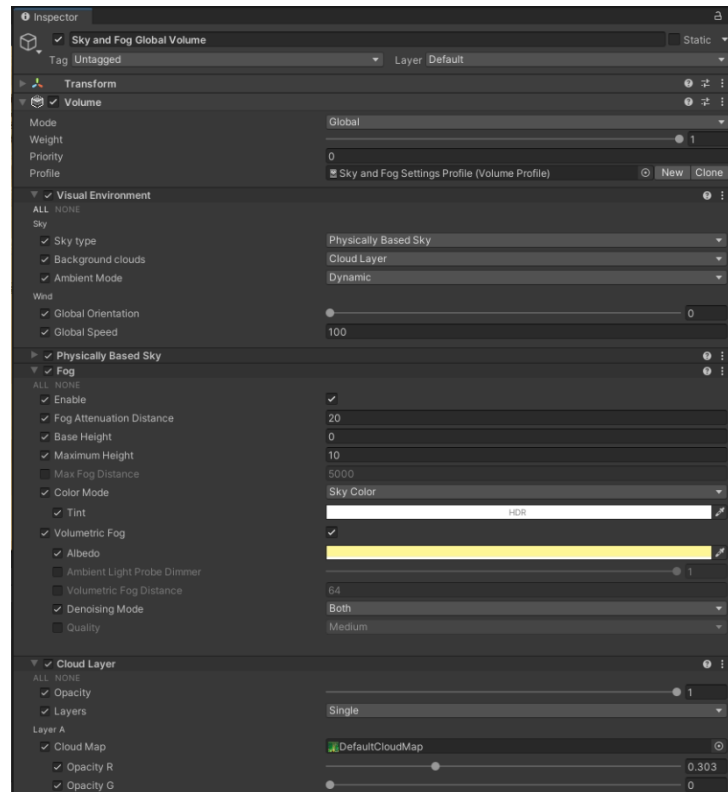


Рис. 3.3 – Меню налаштування погодних явищ модуля HDRP

Всі об'єкти на сцені структуровані за допомогою елементів *GameObject* у вікні ієрархії. Об'єкти розставлені вручну на головній сцені. Створені кореневі об'єкти, такі як *Player*, *Enemy*, *Triggers*, *SceneSetup*, *Canvas*, що містять префаби головного героя і ворогів, основні тригери, моделі навколишнього середовища, та елементи інтерфейсу гравця.

Спочатку створюється основне ігрове поле – *Terrain*. Ігрове поле поділяється на декілька зон, розділених дорогами та пішохідними переходами. Навколо них, розставляються макети будівель та зовнішні елементи оточення. Також для більшої іммерсивності додається багато додаткових ігрових елементів (покинуті автомобілі, барикади, знищена військова техніка). В деяких місцях додається ефекти диму та пожежу. Зображення основної ігрової сцени показано на рисунку 3.4



Рис. 3.4 – Основна ігрова сцена

Будь-який елемент середовища створюється таким чином: з будь-якого графічного редактору (в даному випадку *Blender*) експортуються меш моделі та палітра текстур. У редакторі *Unity* меші автоматично перетворюються на префаби, що містять стандартні матеріали, на які вручну призначається колірна палітра або потрібна текстура. Зображення структури об'єкту префабу навколишнього середовища можна побачити на рисунку 3.4.

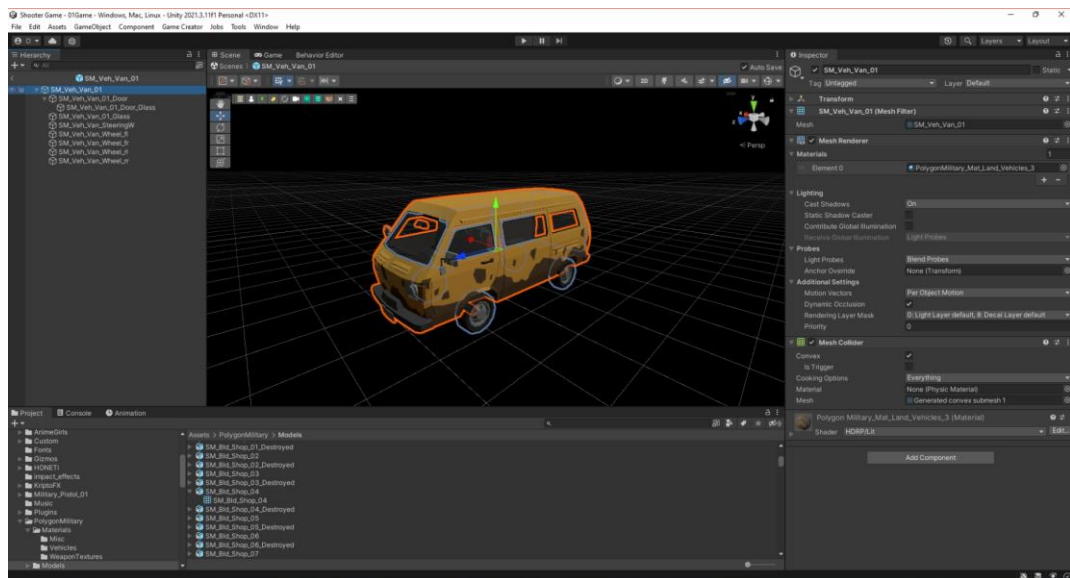


Рис. 3.4 – Префаб елемента навколишнього середовища

3.2.2 Створення префабу гравця

Для створення префабу гравця було експортовано моделі у воєнному стилі з офіційного магазину *Unity Asset Store*. Для цього на офіційному сайті *Unity Asset Store* потрібно зайти до свого профілю та вибрати потрібну модель. Представлені префаби та моделі можуть бути як безкоштовні, так і платні. Після придбання моделі вона легко експортується до відкритого проекту через інтерфейс сайту. Зовнішній вигляд *Unity Asset Store* представлено на малюнку 3.5

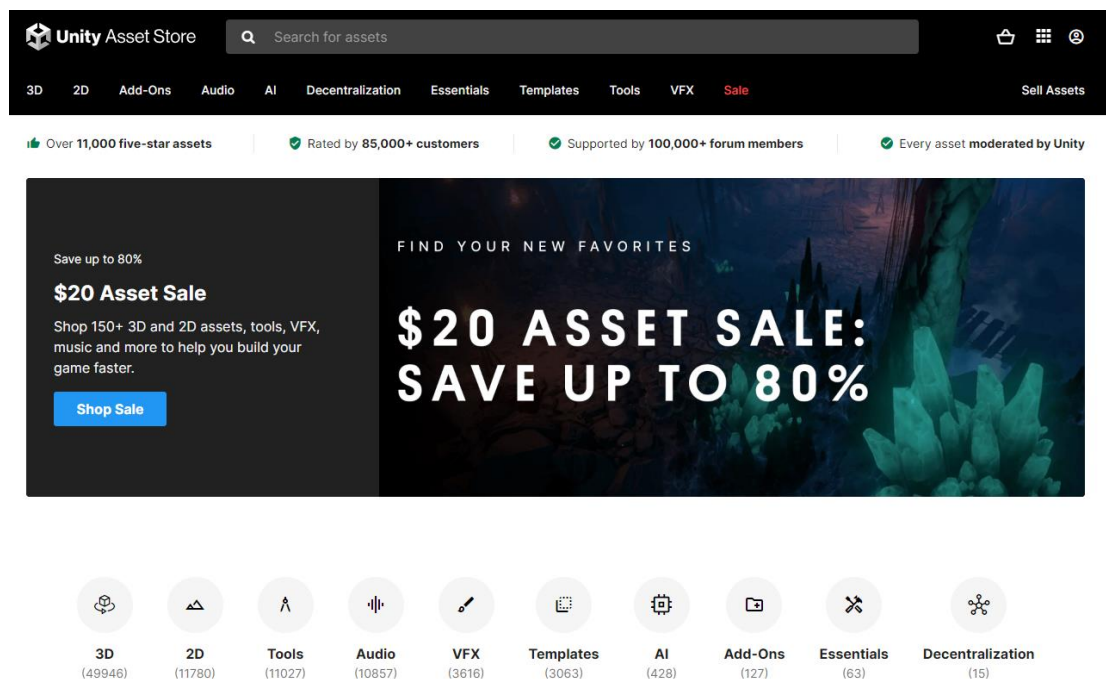


Рис. 3.5 – Інтерфейс *Unity Asset Store*

Для формування структури префабу гравця до об'єкту персонажа додаються наступні елементи:

1. *Player Character* – основний контролер персонажу гравця, включає до себе основні фізичні показники – швидкість пересування, швидкість падіння, показник гравітаційної сили, силу стрибка, коефіцієнт затримки між стрибками, налаштування управління вводу з клавіатури. Налаштування контролеру показано на рисунку 3.6

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | KPM.KI.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 68 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

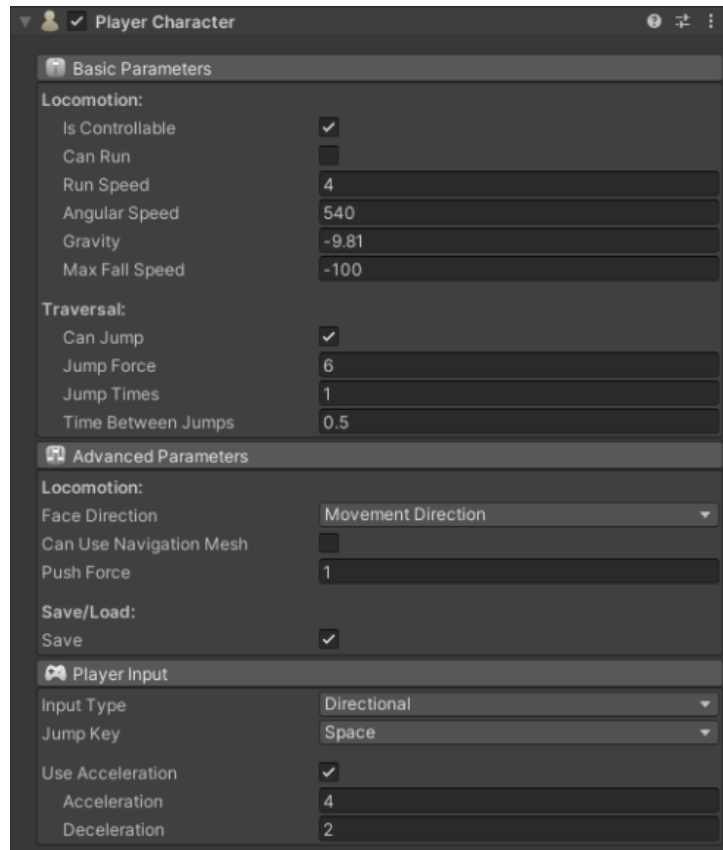


Рис. 3.6 – Налаштування елемента *Player Character*

2. *Character Animator* – контролер анімаційного поведження персонажу гравця, включає до себе елемент налаштування моделі, а також початковий анімаційний стан. Також елемент включає до себе додаткові кінематичні налаштування та систему *Ragdoll* (вид процедурної анімації, що будується на процесі кулькового з'єднання елементів моделі). Налаштування елемента показано на рисунку 3.7

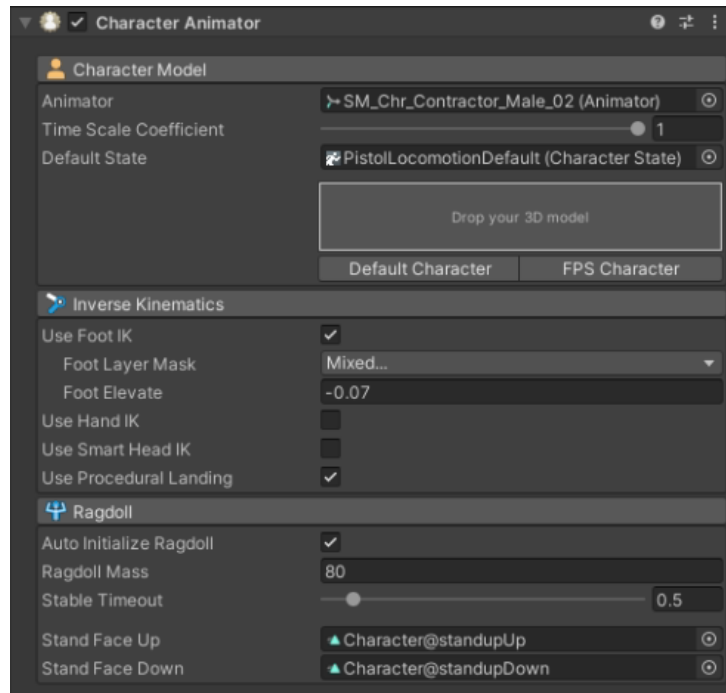


Рис. 3.7 – Налаштування елемента *Character Animator*

3. *Stats* – елемент для відображення основних характеристик персонажу гравця. Включає до свого складу багато числових змінних, котрі відповідають за певну характеристику. Змінні можуть бути як локальними так і глобальними. Для демонстраційної версії гри використовуються 2 основні локальні змінні – показник здоров'я та витривалості. Налаштування елемента показано на рисунку 3.8

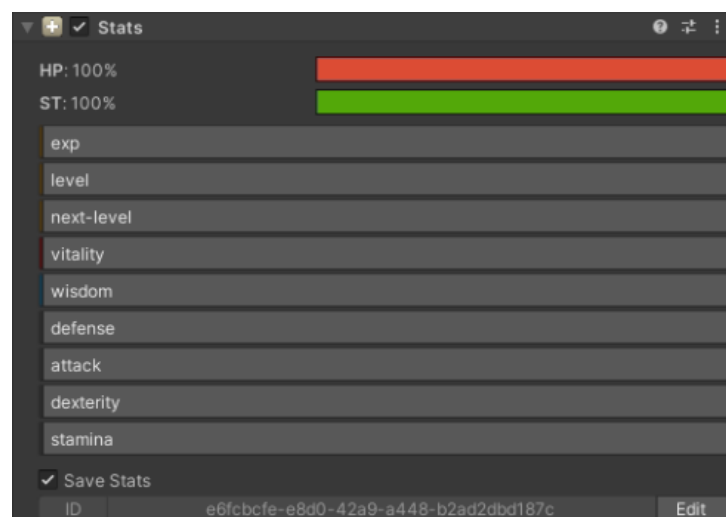


Рис. 3.8 – Налаштування елемента *Stats*

Для налаштування фізичних характеристик префабу гравця, використовуються колайдер овалного вигляду. Цей елемент додається до інспектора у вигляді підскрипта з додатковими налаштуваннями ширини, висоти, ваги та радіуса. Зображення префабу гравця з налаштованою колайдерною системою можна побачити на рисунку 3.9



Рис. 3.9 – Префаб гравця з налаштованою колайдерною системою

В якості елементів основних фізичних механік, використовується тригерна система, котра включає в себе набір завдань та умов, за якими розраховуються витрата кількості витривалості та коефіцієнт її відновлення з часом. Даний набір правил структурований, усі розрахунки виконуються згідно заданих формул.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 71 |

3.2.3 Створення елементів спорядження

В якості елементів спорядження у демонстраційній версії гри виступає декілька видів зброї, а саме – два види пістолетів, один вид гвинтівки. Для створення префабу зброї, використовується імпортована модель, яка має певні налаштування. Основними елементами налаштування є його позиція, яка може відрізнятись згідно геймплейних потреб та набір фізичних колайдерів. Зображення префабу гвинтівки можна побачити на рисунку 3.10

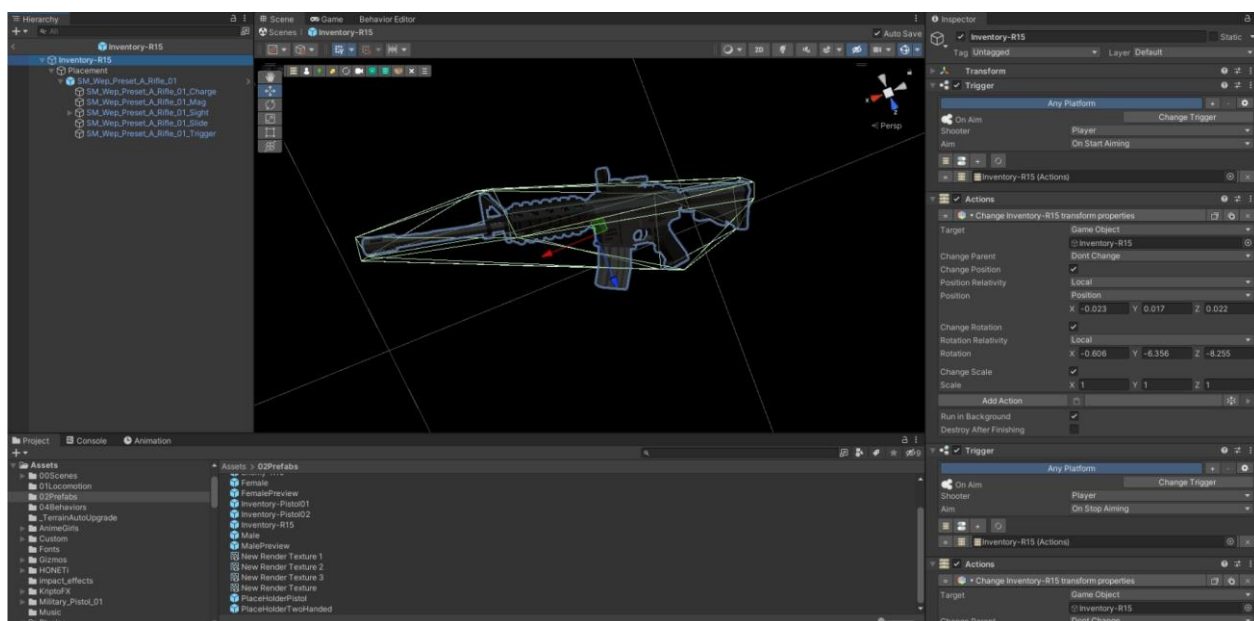


Рис. 3.10 – Префаб гвинтівки

Додатково до префабу гвинтівки, створюється префаб бойового патрону. Він представляє з себе об'єкт сфери (*Sphere Cast*), що летить згідно з прицілом гравця. Він має налаштування ефектів, звуку та тригерів отримання пошкоджень. Додаткового додається ефект трясіння камери при пострілі.

Для зручності вибору зброї створюється інвентар спорядження. В ньому гравець має змогу вибрати потрібну зброю, або перевірити поточний набір спорядження. Інвентар знаходиться на панелі *Canvas*, його зовнішній вигляд можна побачити на рисунку 3.11

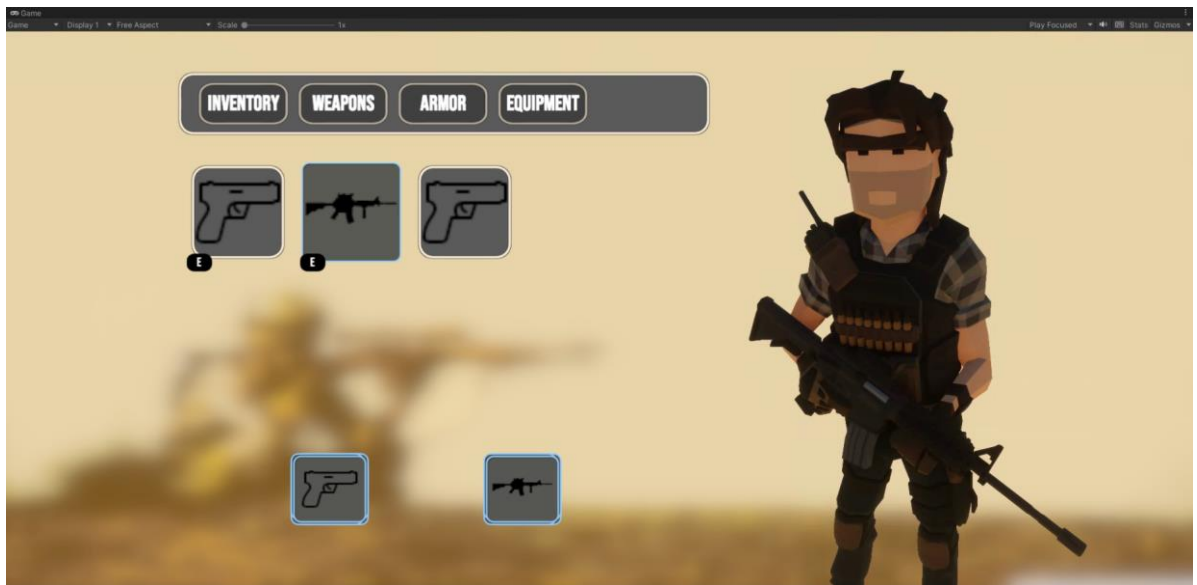


Рис. 3.11 – Інвентар гравця

Для загальної ігрової навігації, створюється сцена з головним меню. До нього входить набір основних кнопок вибору. При натисканні кнопки «почати гру», гравець має змогу створити новий файл збереження або продовжити, якщо такий мається. Зовнішній вигляд меню гри можна побачити на рисунку 3.12



Рис. 3.12 – Головне меню гри

При початку нової гри, гравець має змогу налаштувати свого ігрового персонажа. Створюється можливість вибору статі персонажу гравця, зроблена шляхом додавання двох моделей на окрему платформу на сцені. На об'єкт *Canvas*, додається два елемента *RenderTexture*, котрі відображають моделі персонажів по пояс. Вигляд меню вибору статі персонажа можна побачити на рисунку 3.13

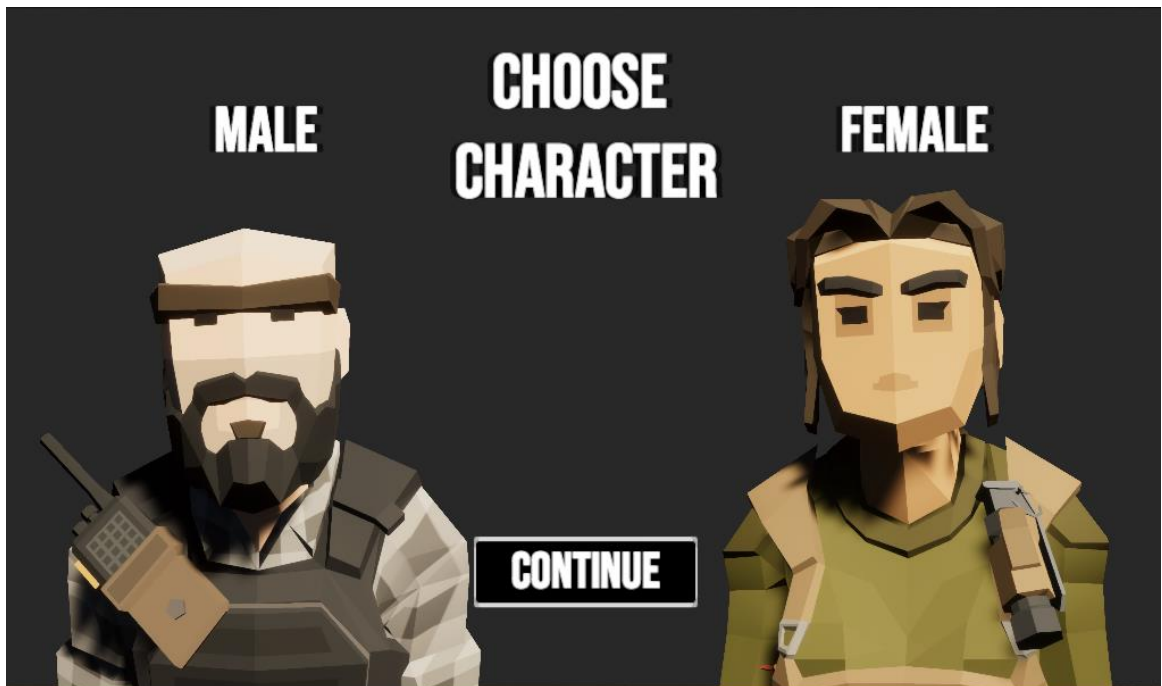


Рис. 3.13 – Меню вибору статі персонажу

Після натискання кнопки «продовжити», гравець має змогу провести налаштування зовнішнього виду свого ігрового персонажу. На вибір дається наступні елементи кастомізації – вибір кольору шкіри, стилі волосся та його відтінку. Вигляд меню кастомізації персонажа можна побачити на рисунку 3.14

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | KPM.KI.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

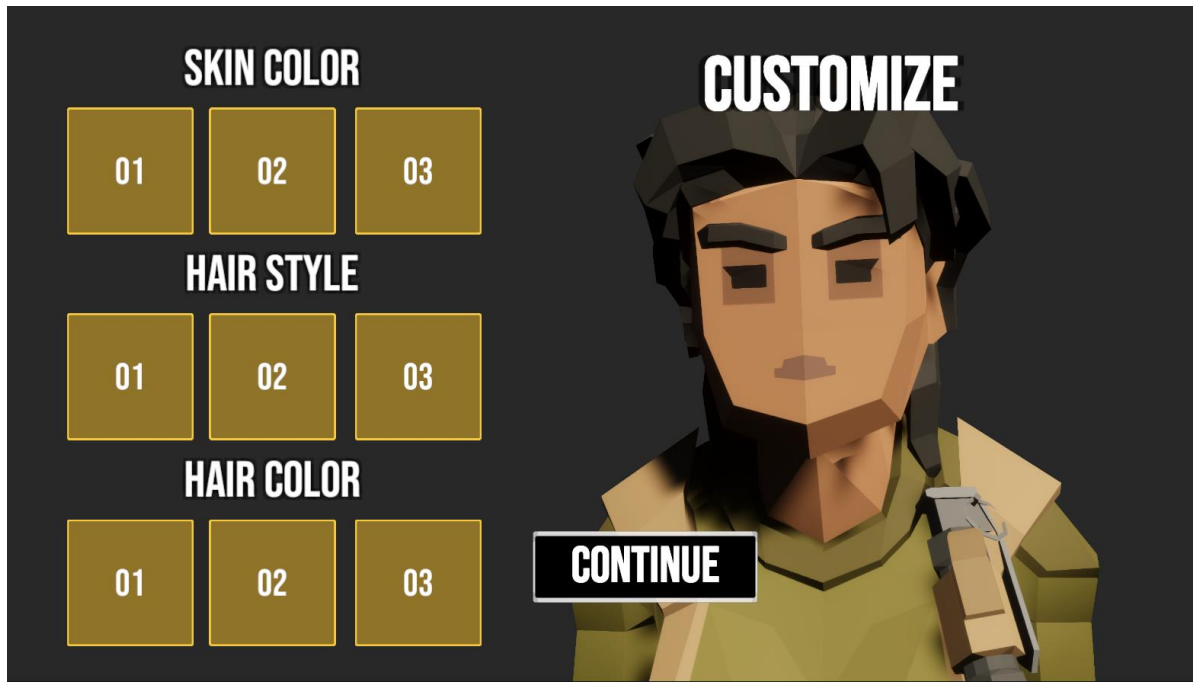


Рис. 3.14 – Меню кастомізації персонажа

3.3 Робота зі скриптами

3.3.1 Скрипт гравця

Player Character – основний скрипт для персонажу гравця. Він відповідає за основні механіки пересування та вводу з клавіатури. Містить наступні параметри:

1. *inputType* (*INPUT_TYPE*) – змінна визначає тип вводу, який використовуватиметься для керування персонажем гравця.
2. *mouseLayerMask* (*LayerMask*) – змінна визначає, через які шари може переміщатися персонаж гравця.
3. *invertAxis* (*bool*) – змінна визначає, чи потрібно інвертувати горизонтальну та вертикальну осі.
4. *jumpKey* (*KeyCode*) – змінна визначає клавішу клавіатури, яка використовуватиметься для стрибка персонажа гравця.
5. *uiConstrained* (*bool*) – змінна визначає, чи обмежений персонаж гравця в даний момент інтерфейсом користувача.

6. *Direction (Vector3)* – змінна представляє напрямок, куди рухається персонаж гравця.

7. *directionVelocity (Vector3)* – змінна представляє швидкість персонажа гравця в напрямку, куди він рухається.

8. *useAcceleration (bool)* – ця змінна визначає, чи повинен персонаж гравця використовувати прискорення.

9. *acceleration (float)* – змінна визначає, як швидко персонаж гравця прискорюється.

10. *deceleartion (float)* – змінна визначає, наскільки швидко персонаж гравця сповільнюється.

Рух персонажу прописаний у методі *Update*. У цьому методі спочатку визначається тип введення, який використовується для керування персонажем. Потім, залежно від типу введення, обчислюється напрямок руху персонажу. Напрямок руху потім використовується для зміни швидкості персонажу гравця. Швидкість персонажу також може бути обмежена фактором прискорення та гальмування. Код методу *Update* наведено на лістингу 3.1

Лістинг 3.1. Код методу *Update* для руху персонажу гравця

```
protected virtual void Update()
{
    if (!Application.isPlaying) return;

    switch (this.inputType)
    {
        case INPUT_TYPE.Directional: this.UpdateInputDirectional();
        break;
        case INPUT_TYPE.PointAndClick: this.UpdateInputPointClick();
        break;
        case INPUT_TYPE.FollowPointer: this.UpdateInputFollowPointer();
        break;
        case INPUT_TYPE.SideScrollX:
            this.UpdateInputSideScroll(Vector3.right); break;
        case INPUT_TYPE.SideScrollZ:
            this.UpdateInputSideScroll(Vector3.forward); break;
        case INPUT_TYPE.TankControl: this.UpdateInputTank(); break;
    }
    if (this.IsControllable())
    {
        if (Input.GetKeyDown(this.jumpKey)) this.Jump();
    }
    else
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 76 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

```

    {
        this.direction = Vector3.zero;
        this.directionVelocity = Vector3.zero;
    }
    this.CharacterUpdate();
}

```

Коефіцієнти прискорення та гальмування руху персонажа гравця розраховуються у методі *ComputeMovement*. У цьому методі спочатку перевіряється, чи використовується прискорення. Якщо ні, то напрямок руху персонажа просто встановлюється в напрямок, який вказаний як вхідний параметр.

Якщо прискорення використовується, то спочатку розраховується швидкість прискорення, яка є різницею між напрямком руху персонажа та вхідним напрямком. Швидкість прискорення потім множиться на коефіцієнт прискорення. Потім розраховується нова швидкість персонажа. Вона дорівнює сумі попередньої швидкості та швидкості прискорення. Коефіцієнти прискорення та гальмування можна налаштувати за допомогою змінних *acceleration* та *deceleration*. Код методу *ComputeMovement* наведено на лістингу 3.2.

Лістинг 3.2. Код методу *ComputeMovement* для розрахунку швидкості прискорення

```

protected void ComputeMovement(Vector3 targetDirection)
{
    if (!this.useAcceleration)
    {
        this.directionVelocity = targetDirection;
    }
    else
    {
        // Calculate the acceleration.
        Vector3 acceleration = targetDirection - this.directionVelocity;
        acceleration.Normalize();
        acceleration *= this.acceleration;
        // Calculate the new velocity.
        this.directionVelocity += acceleration;
        // Limit the velocity.
        this.directionVelocity =
            Vector3.ClampMagnitude(this.directionVelocity, this.maxSpeed);
    }
}

```

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | | 77 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

3.3.2 Скрипт зброї персонажу гравця

Player Shooter – основний скрипт для інтеграції обробки стрільби для персонажу гравця. Він має три захищені змінні:

1. *currPrecision* – поточна точність прицілювання гравця, яка є значенням від 0 до 1. Більша точність означає, що прицілювання гравця є більш точним.

2. *targPrecision* – цільова точність прицілювання гравця. Це точність, до якої прицілювання гравця буде сходитися з часом.

3. *veloPrecision* – швидкість точності прицілювання гравця. Ця змінна використовується для згладжування переходу між поточним значенням точності і цільовим значенням точності.

Метод *Update* класу *PlayerShooter* обчислює цільову точність прицілювання гравця на основі поточного стану руху гравця. Якщо гравець перезаряджає, ховає або витягує свою зброю, цільова точність встановлюється на 1. В іншому випадку цільова точність обчислюється як модуль вектору руху гравця, поділений на швидкість бігу гравця. Метод *Update* також згладжує перехід між поточним значенням точності і цільовим значенням точності за допомогою змінних.

Метод *OnAfterShoot* викликається після того, як гравець стріляє зі своєї зброї. Цей метод збільшує поточну точність прицілювання гравця на віддачу поточного типу боєприпасів. Поточна точність потім обмежується значенням від 0 до 1.

Метод *OnStartAimWeapon* викликається, коли гравець починає прицілюватися своєю зброєю. Цей метод створює новий об'єкт *WeaponCrosshair*, якщо поточний тип боєприпасів використовує приціл.

Метод *OnStopAimWeapon* викликається, коли гравець перестає прицілюватися своєю зброєю. Цей метод знищує об'єкт *WeaponCrosshair*, якщо він існує.

Фрагмент коду для *Player Shooter* представлено на лістингу 3.3

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 78 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Саме тому пропонується реалізувати ІІІ ворогів використовуючи сучасну систему *Behavior AI Editor*, котра працює з системою поглиблених алгоритмів.

Для останніх версій *Unity*, існує плагін *Behavior*, котрий працює на базі підрушії *Game Creator*. Його встановлення не потребує додаткових умов, тому базується на звичайному імпорті асету для *Unity*.

Після імпорту усіх файлів системи *Behavior*, треба створити префаб персонажу ворога. Він може базуватися на префабі гравця, але має деякі додаткові елементи: *Perception* (елемент налаштування видимості гравця) та *Behavior Graph* (основна схема графу поведження ІІІ).

Додатково до префабу ворога, створюється система *Ragdoll* (вид процедурної анімації, яка дозволяє об'єктам, рухатися і взаємодіяти з навколишнім середовищем відповідно до законів фізики). Сама система потрібна для налаштування стану загибелі ворога, для ефекту більшої імерсивності геймплею[44]. Рушій *Unity* має вбудовану систему *Puppet Master*, яка створена для розділення ігрової моделі на набір колайдерів, для налаштування системи *Ragdoll*. Зовнішній вигляд налаштованої *Ragdoll* системи можна побачити на рисунку 3.15



Рис. 3.15 – Налаштована система *Ragdoll* для ворога

Основним елементом системи *Behavior* є граф дерева станів. Він додається в якості окремого префабу до моделі персонажу ворога. В даному випадку налаштування дерева станів, виконується згідно потреб гри даного жанру. Спочатку треба створити декілька локальних змінних та додати їх до префабу ворога у вікно інспектору. Перелік потрібних змінних можна побачити на рисунку 3.16

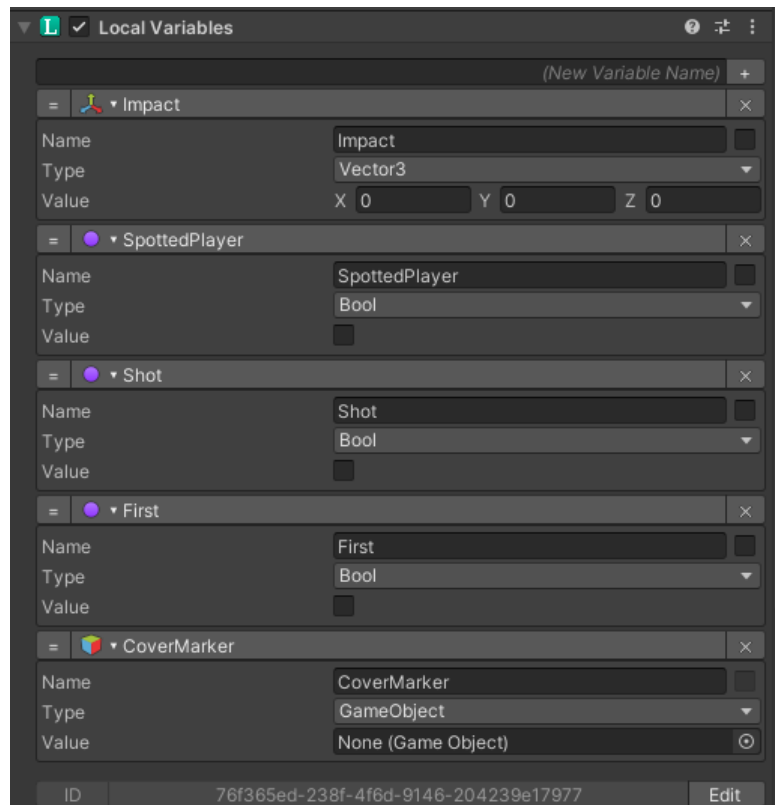


Рис. 3.16 – Перелік локальних змінних для ШІ

Система *Behavior* може наслідувати окремо створені класи, тому для налаштування ШІ, можна використовувати клас *Player Shooter*. Сам префаб ворога отримує тег *Enemy* у вікні інспектору.

Додатково потрібно створити префаб укриття, котре ШІ ворога буде використовувати для відходу з позиції та перегрупування. Для цього імпортується модель укриття, додається колайдер та встановлюється тег об'єкту *Cover*. Для уточнення позиції ШІ в укритті, створюється тригерний маркер, котрий розміщується біля префабу згідно геймплейної потреби.

Зовнішній вигляд префабу укриття та маркеру тригера можна побачити на рисунку 3.17

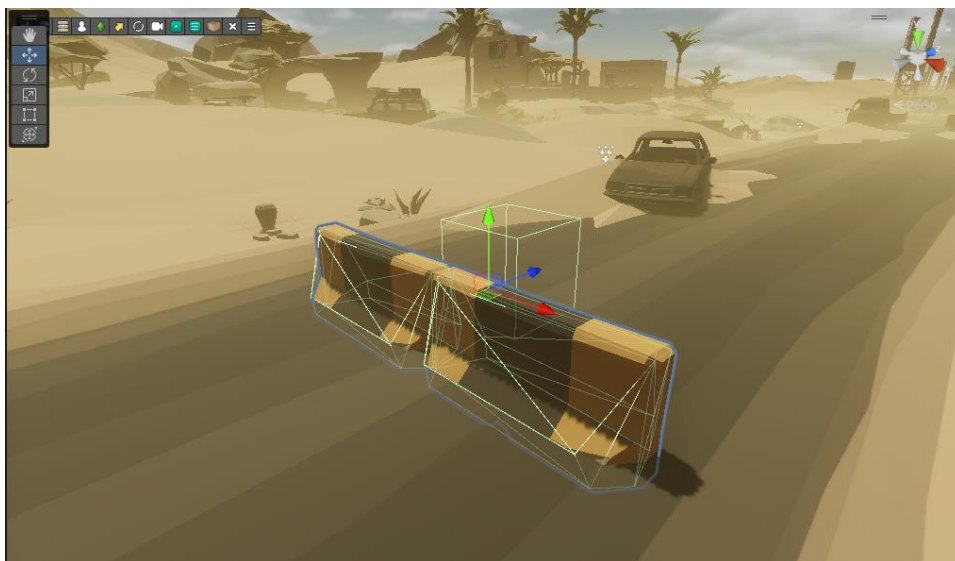


Рис. 3.17 – Префаб укриття

Створення дерева станів ШІ воргів виконується згідно необхідного алгоритму поведження для гри даного жанру. Вибір потрібної дії виконується за допомогою блоку *Selector*, який має декілька логічних запитів. Кожен запит має послідовну структуру, але в цілому вони виконуються окремо один від одного. Приклад запиту щодо видачі зброї префабу ворога в процесі загрузки сцени можна побачити на рисунку 3.18

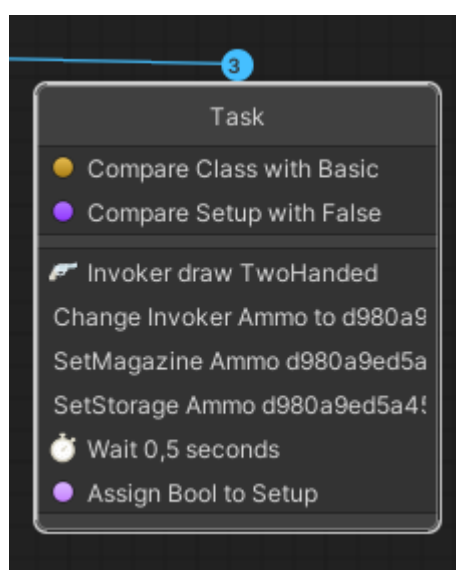


Рис. 3.18 – Запит видачі зброї для ШІ

Важливим елементом графу є процес патрулювання території ШІ. Він прописаний в якості двох запитів, котрі включають до свого складу локальні змінні *Patrol* та *SpottedPlayer*. Стан патрулювання виконується завжди, а після ідентифікації гравця, проводиться перехід до стану боя. Блок ідентифікації гравця ШІ ворога представлений на рисунку 3.19

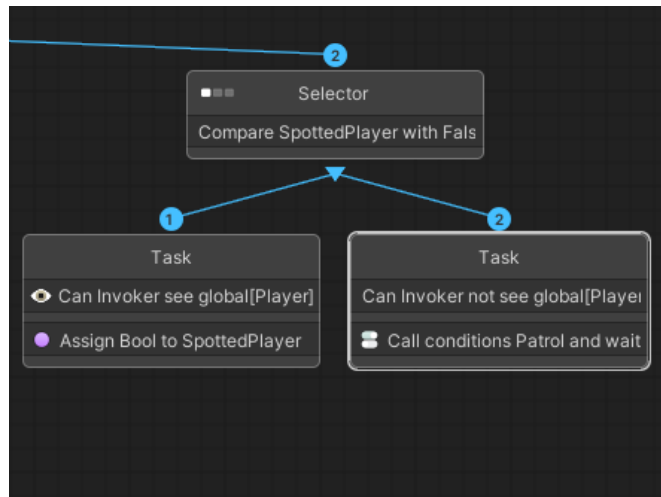


Рис. 3.19 – Блок ідентифікації гравця

Після переходу до стану боя до алгоритму додається рандомайзер часу між пострілами. ШІ ворога з вірогідністю 50/50 може починати процес стрільби або продовжувати цілитися. Блок процесу виконання пострілу із затримкою представлено на рисунку 3.20

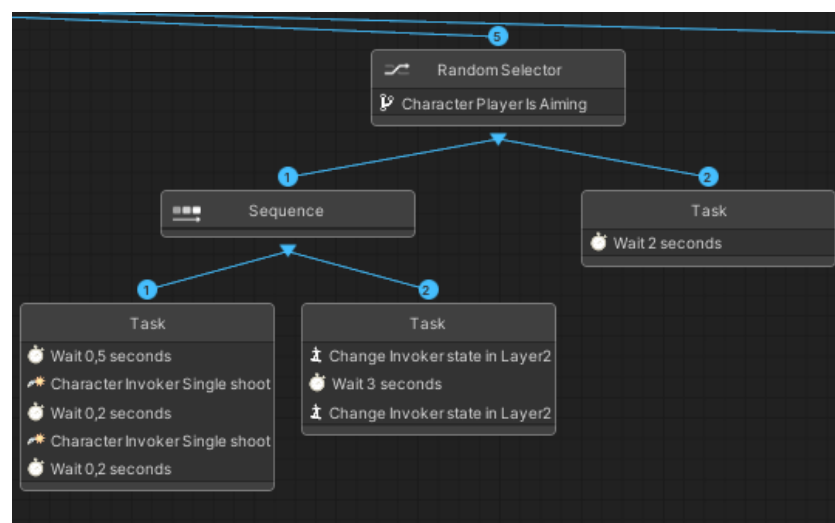


Рис. 3.20 – Блок процесу пострілу ШІ

Також ІІІ враховує дистанцію між собою та гравцем. Якщо вона менше заданої величини, він переходить до процесу укриття. Також на даний перехід впливає кількість його здоров'я. Процес укриття проводиться згідно алгоритму пошуку найближчого ігрового об'єкту з тегом *Cover*. Блок пошуку укриття представлено на рисунку 3.21

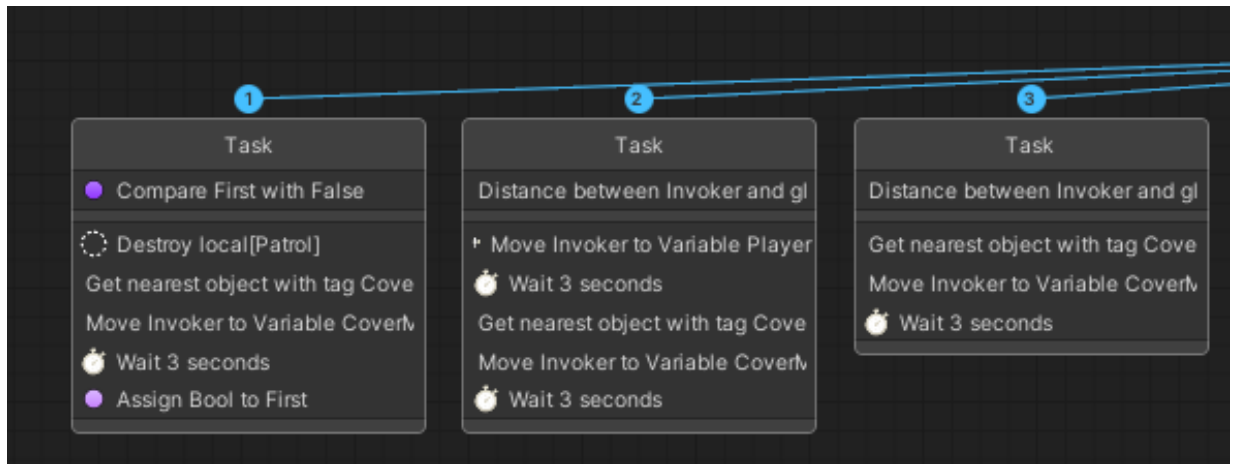


Рис. 3.21 – Блок пошуку укриття ІІІ

ІІІ враховує фактор знаходження за укриттям, тому функції пересування відключаються і виконується лише стан прицілювання.

Загальний вигляд графу дерева станів для ІІІ ворога представлено на рисунку 3.22

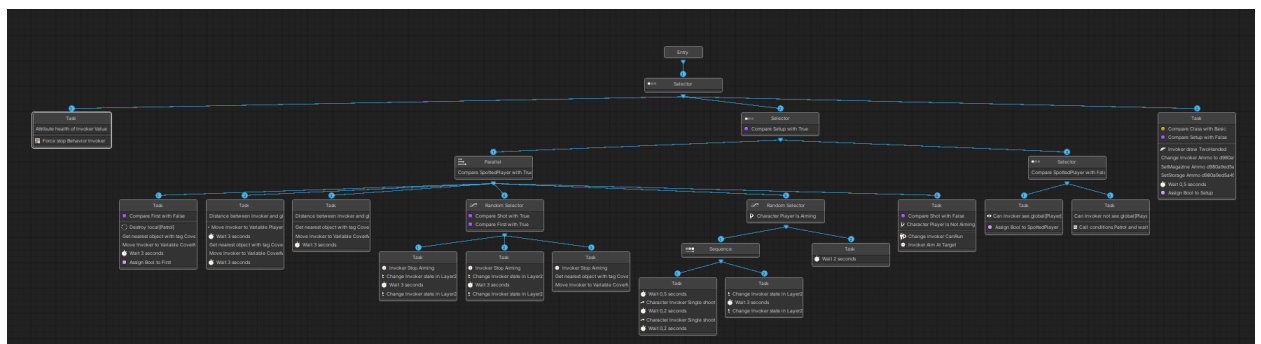


Рис. 3.22 – Загальний вигляд дерева станів для ІІІ ворога

Висновок до третього розділу

1. Здійснено вибір засобів розробки демонстраційної версії гри.
2. У ході проведеної роботи було розроблено програмну та візуальну структуру для реалізації демонстраційної версії гри.
3. Розроблено моделі зброї, спорядження та інших елементів гри.
Проведено налаштування згідно ігрових потреб.
4. Був створений граф дерева станів для штучного інтелекту ворогів, проведено тестування його поведінки.
5. Проект був скомпільований та у ході тестування не було виявлено ніяких помилок.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 85 |

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Організаційно – економічне й маркетингове обґрунтування проекту

4.1.1 Порівняльний аналіз пропонованого проекту й обраного аналогу

Темою організаційно-економічної частини дипломної роботи є техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) на тему: Проектування і розробка гри жанру «*Shooter*».

В дипломній роботі проводиться проектування й розробка прототипу комп'ютерної гри, яку можна продавати через інтернет магазини, самостійно або за допомогою видавництва.

В ТЕО необхідно розглянути наступні питання:

- планування розробки з побудовою мережевого графіку;
- розрахунок вартості розробки;
- економічну ефективність розробки;
- склад і призначення основних розділів господарського договору.

В організаційній частині ТЕО необхідно розрахувати термін розробки і побудувати мережевий графік робіт по створенню програмного забезпечення.

В розрахунковій частині ТЕО необхідно розрахувати вартість розробки програмного забезпечення з моменту отримання першого варіанту технічного завдання і закінчуючи оформленням документації і здачі розробки. На завершення необхідно обґрунтувати економічну ефективність розробки.

Основною прикладною метою даної роботи є створення комп'ютерної гри жанру «*Shooter*».

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. 86 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4.1.2 Організаційне обґрунтування

1. Класифікаційна оцінка різновиду проекту.

Цей проект є монопроектом змішаного типу. Вид проекту – учбово-освітній, тривалість – короткостроковий. Проект є малим, простим за складністю. Рівень проекту – галузевий.

2. Визначення мети і результатів проекту.

Метою проекту є розробка демонстраційної версії гри жанру «*Shooter*». Результатом має бути розроблений програмний продукт і документація

Етапи виконання робіт проекту з орієнтованими термінами (табл. 4.1):

- збір інформації по предметній області (3 дні);
- постановка задачі (5 днів);
- детальне дослідження предметної області (7 днів);
- планування структури проекту (10 днів);
- розробка програмної документації (15 днів);
- розробка пояснювальної записки (8 днів);
- розробка геймдизайнерського документу (10 днів);
- повна реалізація програмного коду (15 днів);
- повна реалізація дизайну гри (15 днів);
- проведення системи випробувань (2 днів);
- доробка програмного коду (8 днів);
- доробка дизайну гри (5 днів);
- доробка програмної документації (4 днів);
- доробка пояснювальної записки (8 днів);
- здача проекту (8 днів).

3. Розробка проекту по життєвому циклу.

Перша фаза: збір інформації, аналіз й порівняння з існуючими аналогами. Затвердження основної компетенції.

Друга фаза: вибір програмних засобів, затвердження плану розробки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 87 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Третя фаза: детальне планування і проектування робіт. Контроль проведення реалізації проекту, вирішення проблем і задач, що виникли у стадії розробки. Закінчення робіт.

Четверта фаза: випробування остаточного продукту, завершення усіх робіт, підготовка до закриття проекту.

4. Навколишнє середовище та учасники проекту.

На виконання проекту впливає низка різноманітних зовнішніх чинників, які необхідно врахувати при розробці.

Учасниками проекту є:

- керівник проекту;
- розробник.

5. Календарний план робіт проекту і його мережева модель з розрахунком предметів і оптимізацією побудови моделі.

Таблиця 4.1

Склад робіт проекту і їх тривалість

| Код роботи | Найменування робіт | Тривалість, дні |
|------------|---|-----------------|
| 0-1 | Збір даних і аналіз існуючого положення | 8 |
| 1-2 | Дослідження предметної області | 5 |
| 2-3 | Затвердження концепції проекту | 2 |
| 3-4 | Планування строків виконання необхідних робіт | 7 |
| 4-5 | Організація виконання робіт | 1 |
| 2-6 | Концептуальне проектування проекту | 12 |
| 6-7 | Розробка програмної документації | 12 |

| Код роботи | Найменування робіт | Тривалість, дні |
|------------|--|-----------------|
| 5-8 | Розробка пояснювальної записки | 8 |
| 7-9 | Повна реалізація програмного коду | 15 |
| 9-10 | Повна реалізація дизайну | 15 |
| 10-11 | Проведення системи випробувань | 2 |
| 11-12 | Доробка програмного коду | 8 |
| 11-13 | Доробка дизайну | 8 |
| 12-14 | Доробка програмної документації | 5 |
| 8-14 | Доробка пояснювальної записки | 5 |
| 13-14 | Здача проекту в експлуатацію | 8 |
| 14-15 | Оцінка результатів проекту, підведення підсумків | 1 |

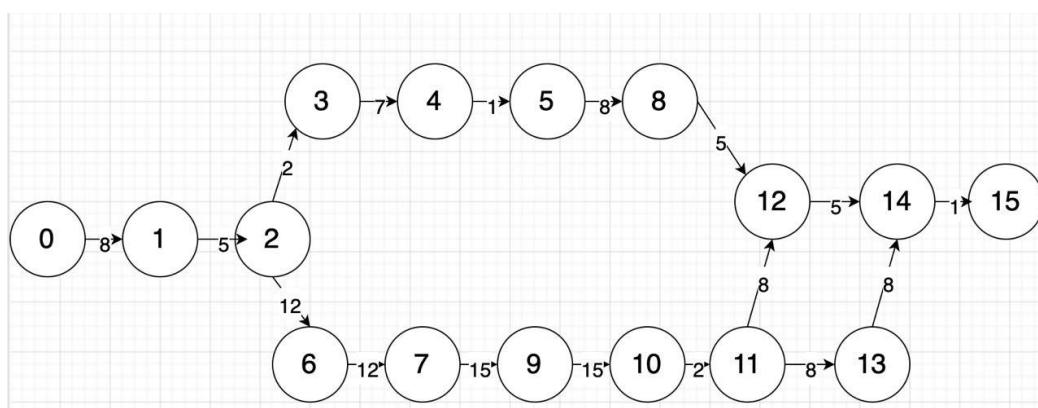


Рис 4.1 – Календарний план робіт

На основі сформованої мережевої моделі можна провести розрахунок параметрів мережевого графіка.

Розрахунок мережевого графіку

| Подія i/j | | Ранній термін здійснення події i | Тривалість роботи | Ранній термін здійснення події j | Пізній період здійснення події i | Тривалість роботи | Пізній період здійснення події j | Резерв |
|----------------|-----|--|----------------------|--|--|----------------------|--|--------|
| i | j | $Tr[i]$ | $T[i,j]$ | $Tr[j]$ | $Tp[i]$ | $T[i,j]$ | $Tp[i,j]$ | $R[j]$ |
| 0 | 1 | 0 | 8 | 8 | 0 | 8 | 8 | 0 |
| 1 | 2 | 8 | 5 | 13 | 8 | 5 | 13 | 0 |
| 2 | 3 | 13 | 2 | 15 | 13 | 2 | 15 | 0 |
| 2 | 6 | 13 | 12 | 25 | 13 | 12 | 25 | 0 |
| 3 | 4 | 15 | 7 | 22 | 15 | 7 | 22 | 0 |
| 4 | 5 | 22 | 1 | 23 | 22 | 1 | 23 | 0 |
| 5 | 8 | 23 | 8 | 31 | 23 | 8 | 31 | 0 |
| 6 | 7 | 25 | 12 | 37 | 25 | 12 | 37 | 0 |
| 7 | 9 | 37 | 15 | 52 | 37 | 15 | 52 | 0 |
| 8 | 14 | 31 | 5 | 36 | 80 | 5 | 85 | 49 |
| 9 | 10 | 52 | 15 | 67 | 52 | 15 | 67 | 0 |
| 10 | 11 | 67 | 2 | 69 | 67 | 2 | 69 | 0 |
| 11 | 12 | 69 | 8 | 77 | 69 | 8 | 77 | 0 |
| 11 | 13 | 69 | 8 | 77 | 69 | 8 | 77 | 0 |
| 12 | 14 | 77 | 5 | 82 | 80 | 5 | 85 | 3 |
| 13 | 14 | 77 | 8 | 85 | 77 | 8 | 85 | 0 |
| 14 | 15 | 85 | 1 | 86 | 85 | 1 | 86 | 0 |

В результаті розрахунку параметрів виявлено, що без оптимізації тривалість проекту складає 86 днів. Оптимізувати проект не має сенсу, так як його тривалість є невеликою[46].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | KPM.KI.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 90 |

4.1.3 Маркетингові обґрунтування проекту

Можливі області використання даного проекту: індустрія розваг, інформаційні технології.

Коло потенційних споживачів: широка аудиторія любителів ігор даного жанру різного віку, фірми-видавництва або розробники комп'ютерних ігор.

Конкурентні переваги даного проекту: цікавий всесвіт гри, популярний жанр, нестандартні ігрові елементи для даного жанру.

4.2 Економічні розрахунки

4.2.1 Визначення трудомісткості розробки ПП

Розроблювальному ПП відповідає аналог – ПЗ організації обчислювального процесу з $V_0 = 5000$ умовних машинних команд із трудомісткістю $T_P^H = 306$ люд/г.

Трудомісткість розроблювального ПП визначається на кожному етапі окремо на підставі трудомісткості аналога з урахуванням складності розробки, ступеня новизни й ступеня використання в розробці стандартних модулів на підставі формул 4.1 – 4.4.

$$T_{ТЗ} = T_P * L_1 * K_H \quad (4.1)$$

$$T_{ТП} = T_P * L_2 * K_H \quad (4.2)$$

$$T_{РП} = T_P * L_3 * K_H * K_T \quad (4.3)$$

$$T_{ВН} = T_P * L_4 * K_H \quad (4.4)$$

T_P – укрупнена норма часу на розробку аналога ПС, люд/год, що коректується поправочним коефіцієнтом, що враховує умови розробки ПС, тобто в умовах комп'ютера, $K_K = (0,7 + 0,8)$, тобто

$$T_P = 306 * 0,8 = 245 \text{ люд/год}$$

Даний проект можна віднести до ступеня новизни: Б

L_j – питома вага j-го етапу розробки (залежно від ступеня новизни й відповідних стадій):

$$L_1 = 0,12;$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 91 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$L_2 = 0,15;$$

$$L_3 = 0,61;$$

$$L_4 = 0,15.$$

K_H – поправочний коефіцієнт, що враховує ступінь новизни, у цьому випадку $K_H = 0,7$; K_T – поправочний коефіцієнт, що враховує ступінь використання в розробці типових програм $K_T = 0,6$.

Тоді:

$$T_{ТЗ} = 245 * 0,12 * 0,7 = 20(\text{дні})$$

$$T_{ТП} = 245 * 0,15 * 0,7 = 25(\text{дні})$$

$$T_{РП} = 245 * 0,61 * 0,7 * 0,6 = 63 (\text{дні})$$

$$T_{ВН} = 245 * 0,15 * 0,7 = 25 (\text{дні})$$

Тривалість розробки ПП у роках визначається за формулою 4.5

$$T_{ПП} = T_{ТЗ} + T_{ТП} + T_{РП} + T_{ВН} \quad (4.5)$$

де $T_{ПП}$ – сумарна тривалість розробки.

$$T_{ПП} = 20 + 25 + 63 + 25 = 133(\text{дні}) = 0,364(\text{р.})$$

4.2.2 Визначення ціни ПП

Оскільки ПП розглядається й створюється як продукція виробничо-технічного призначення, що допускає багаторазове тиражування й відчуження від безпосередніх розроблювачів, значить:

$$Ц = C * K + П_p \quad (4.6)$$

де:

C – витрати на розробку програмної продукції (кошторисна собівартість);

K – коефіцієнт обліку витрат на виготовлення досвідченого зразка ПП як продукції виробничо-технічного призначення.

$П_p$ – нормативний прибуток, що розраховується по формулі:

$$П_p = (C - C_M) * \frac{P_H}{100} \quad (4.7)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 92 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де:

R_H – норматив рентабельності, 25%;

C_M – матеріальні витрати, грн./вироб.

Витрати на розробку програмної продукції можуть бути представлені у вигляді кошторису витрат, що включає в себе наступні статті:

1. Матеріали. Витрати на матеріали визначаються по формулі 4.8:

$$C_M = K_{MP} * \sum C_i * V_i \quad (4.8)$$

де K_{MP} – коефіцієнт транспортно-заготівельних видатків;

C_i – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.;

V_i – придбана кількість і-го матеріалу.

В таблиці 4.3 представлено витрати на матеріали.

Таблиця 4.3

Витрати на матеріали

| Найменування товару | Опис матеріалу | Кількість | Ціна за одиницю, грн. | Сума, грн. |
|---------------------|--|-----------|-----------------------|------------|
| Папір | Папір офісний | 1 | 94 | 94 |
| Флеш – накопичувач | <i>USB 3.0 KINGSTON DT100 G3 32GB</i> | 1 | 139 | 139 |
| Тонер для принтеру | <i>NEWTONE HP1005 1000г (HP1005-N1000)</i> | 1 | 280 | 280 |
| Усього | | | | 513 |
| $K_{MP} = 0,1$ | | | | 51,3 |
| Разом: | | | | 564,3 |

2. Спеціальні устаткування.

Витрати, які пов'язані з використанням обчислювальної техніки, визначаються по формулі:

$$C_{\text{ЕОМ}} = t^{\text{ЕОМ}} * K_{\text{И}}^{\text{ЕОМ}} * Ц^{\text{ЕОМ}} * K_{\text{Е}}^{\text{ЕОМ}} * K_{\text{БД}}^{\text{ЕОМ}} \quad (4.9)$$

де:

$t^{\text{ЕОМ}}$ – час використання ЕОМ для розробки даного ПО, год (185);

$K_{\text{И}}^{\text{ЕОМ}}$ – поправочний коефіцієнт обліку часу використання ЕОМ (1,08);

$Ц^{\text{ЕОМ}}$ – ціна 1-ої години роботи ЕОМ, грн. (5);

$K_{\text{Е}}^{\text{ЕОМ}}$ – 1,0;

$K_{\text{БД}}^{\text{ЕОМ}}$ – 1,0 (не використовується).

Тоді:

$$C_{\text{ЕОМ}} = 564,3 * 1,08 * 5 = 3047,22 \text{ грн.}$$

3. Основна заробітна плата

У статтю включається основна заробітна плата двох виконавців, безпосередньо зайнятих розробкою даного ПП (керівник, нормо контроль), з обліком їхнього посадового окладу (6500 та 10000 грн. відповідно) і часу участі в розробці. Розрахунок ведеться по формулі 4.10:

$$C_{30} = \sum \frac{Z_i * K_0 * \tau_i}{D_p} \quad (4.10)$$

де Z_i – середньомісячний оклад і-го виконавця, грн.;

D_p – середня кількість робочих днів у місяці (22);

τ_i – трудомісткість робіт, виконуваних і-м виконавцем. Люд/дні.

Тоді:

$$C_{30} = \frac{6500 * 86}{22} = 25\,409 \text{ грн. (розробка)}$$

$$C_{30} = \frac{10000 * 0,1 * 31}{22} = 1\,409 \text{ грн. (розробка)}$$

$$C_{30} = 25\,409 + 1\,409 = 26\,818 \text{ грн. (розробка)}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 94 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4. Додаткова заробітна плата. Розрахунок по формулі 4.11

$$C_{зд} = C_{зо} * K_d \quad (4.11)$$

де K_d – коефіцієнт відрахувань на додаткову заробітну плату (0,1).

$$C_{зд} = 26\,818 * 0,1 = 2682 \text{ грн (загальне)}$$

5. Відрахування на соціальне страхування.

У статті враховуються відрахування в бюджет соціального страхування по встановленому законодавством тарифу від суми основних й додаткової заробітної плати, тобто:

$$C_{сс} = K_{сс} * (C_{зо} + C_{зд}) \quad (4.12)$$

Де $K_{сс}$ – коефіцієнт відрахувань на соціальне страхування (22%).

Тоді:

$$C_{сс} = 0,22 * (26818 + 2682) = 6490 \text{ грн.}$$

6. Накладні витрати

У статті враховуються витрати на загальногосподарські витрати, поза-виробничі (комерційні) витрати й витрати на керування. Накладні витрати визначають у відсотковому відношенні до основної заробітної плати, тобто:

$$C_n = K_n * C_{зо} \quad (4.13)$$

де K_n – коефіцієнт накладних видатків (50%).

Тоді:

$$C_n = 0,5 * 26818 = 13409 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку кошторисної вартості ПП можна звести в табл. 4.4.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 95 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Результати розрахунку вартості

| Найменування статті | Значення собівартості, грн. | Питома вага, % | Примітка |
|---|--------------------------------|----------------|----------|
| Матеріали | 564 | 1 | – |
| Спеціальне устаткування | 3047 | 3 | – |
| Основна заробітна плата | 26818 | 52 | – |
| Додаткова заробітна плата | 2682 | 5 | – |
| Відрахування на соціальне страхування | 6490 | 13 | – |
| Накладні витрати | 13409 | 26 | – |
| Разом | 53010 | 100 | – |

Таким чином:

$$C = C_M + C_{EOM} + C_{ZO} + C_{ZD} + C_{CC} + C_H = 53010 \text{ грн.}$$

$$Pr = (53010 - 564) * 0,25 = 13111 \text{ грн.}$$

$$Ц = 1,1 * 53010 + 13111 = 71\,422 \text{ грн.}$$

4.2.3 Визначення показника економічної ефективності

Очікуваний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_O = E_T - E_H * K_P \quad (4.14)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 96 |

де:

E_T – річна економія на поточних витратах (грн.);

K_{Π} – одноразові витрати на проект (грн.). У цьому випадку: вартість комп'ютера – 20 000 грн та ПП – 71 422 грн;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності одноразових витрат (рекомендований $E_H = 0,25$; може бути також заданий господарюючим суб'єктом, або приймається на рівні процентної ставки по депозитних рахунках банку).

Річна економія складається з поточних витрат до і після впровадження ПП, у такий спосіб:

$$E_T = (C_1 - C_2) + \Delta\Pi \quad (4.15)$$

де:

C_1, C_2 – відповідно поточні витрати, відповідно до й після впровадження проекту (грн.);

$\Delta\Pi$ – приріст прибутку господарюючого суб'єкта або його структурного підрозділу при впровадженні проекту (грн.) визначається експертним шляхом. В цьому випадку вона складе 0 грн.

$$C_1 = (C_{30} + C_{3д} + C_{CC}) * K_P \quad (4.16)$$

Під час проведення аналізу предметної області за базовий варіант було обрано діяльність компанії «Ubisoft» без використання спеціалізованої програми. Весь процес контролю виконують три співробітника, заробітна плата кожного складає 6 500 грн. Розрахунок річного фонду основної і додаткової оплати праці персоналу з нарахуванням.

$$C_{30} = 6500 * 12 = 78\ 000 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить:

$$C_{3д} = 78\ 000 * 0,1 = 7\ 800 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування складає:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 97 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$C_{CC} = 0,22 * (78\ 000 + 7\ 800) = 18\ 875 \text{ грн.}$$

Таким чином, поточні витрати до розробки гри ПП, становлять:

$$C_1 = (78\ 000 + 7\ 800 + 18\ 875) * 3 = 314\ 000 \text{ грн.}$$

Одноразові витрати на проект складають:

$$K_{\Pi} = 20\ 000 + 71\ 422 = 91\ 422 \text{ грн.}$$

$$C_2 = C_{EOM} + C_A + (C_{30} + C_{3д} + C_{CC}) * K_p + C_p + C_{всп} \quad (4.17)$$

Витрати, пов'язані з використанням обчислювальної техніки, становлять:

$$C_{EOM} = t^{EOM} * K_{И}^{EOM} * Ц^{EOM} \quad (4.18)$$

Де t^{EOM} – річний фонд часу роботи ЕОМ, який визначається виходячи з кількості робочих днів в році, тривалості робочого дня і з урахуванням часу на профілактичні огляди за рік:

$$t^{EOM} = 8 * 365 = 2\ 920(\text{год})$$

$K_{И}^{EOM}$ – поправочний коефіцієнт обліку часу використання ЕОМ (1,08);

$Ц^{EOM}$ – ціна за 1 кВт світла, грн. (3,25);

$$C_{EOM} = 2920 * 1,08 * 3,25 = 10\ 249 \text{ грн}$$

C_A – сума річних амортизаційних відрахувань від вартості основного й допоміжного устаткування ІС (КМ) (25% від вартості устаткування);

$$C_A = 0.25 * 15\ 000 = 3\ 750 \text{ грн}$$

C_p – вартість річного ремонту основного й допоміжного устаткування (6% $K_{ко}$);

$C_{всп}$ – річна вартість допоміжних матеріалів, пов'язаних з експлуатацією ІС (КМ) (2% $K_{ко}$);

Таким чином, поточні витрати після впровадження ПП, становлять:

$$C_2 = 5298 + 3\ 750 + (78\ 000 + 7\ 800 + 18\ 875) + 20\ 000 * (0,06 + 0,02) = 121\ 524 \text{ грн}$$

$$E_{Г} = (314\ 000 - 114\ 923) + 0 = 192\ 476 \text{ грн}$$

$$E_{О} = 199\ 077 - 0,25 * 91\ 422 = 169\ 621 \text{ грн}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 98 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Потім розраховується коефіцієнт ефективності одноразових витрат за формулою:

$$E = \frac{E_{\Gamma}}{K_{\Pi}} \quad (4.19)$$

Якщо $E > E_{н}$, то проект ефективний.

$$E = \frac{199\,077}{20000+71\,442} = 2,10$$

Розраховується строк окупності одноразових витрат проекту, років:

$$T = \frac{1}{E} \quad (4.20)$$

$$T = \frac{1}{2,17} = 0,47$$

Основні економічні показники проекту надані в таблиці 4.5

Таблиця 4.5

Економічні показники проекту

| № | Показники | Числове значення | Одиниці виміру |
|---|---|------------------|----------------|
| 1 | Тривалість розробки | 86 | Дні |
| 2 | Ціна ПП | 71 422 | Грн |
| 3 | Капітальні затрати | 91 422 | Грн |
| 4 | Річна економія на поточних витратах після введення ПП | 192 621 | Грн |
| 5 | Економічний ефект | 169 621 | Грн |
| 6 | Коефіцієнт ефективності | 2,10 | – |
| 7 | Термін окупності проекту | 0,47 | Рік |

| Ключові пункти | Опис |
|----------------------|---|
| Маркетинг та реклама | Ми плануємо витратити частину нашого бюджету на маркетинг і рекламу, включаючи соціальні мережі, рекламу в ігрових журналах і на ігрових форумах, а також організацію релізного заходу. |
| Фінансові доходи | Основний дохід буде йти від продажів копій гри, включаючи прибуток від внутрішньо-ігрових мікротранзакцій. |
| Висновки | Наша мета – створити успішну гру жанру « <i>Shooter</i> », яка буде цікавою для гравців і приноситиме прибуток нашому стартапу. |

Висновки до четвертого розділу

1. Розробка даного проекту є вигідною, бо має швидку окупність і перспективи додаткового прибутку у майбутньому. Розробка ігор є прибутковим бізнесом, попит на який з кожним роком усе зростає.

2. Даний проект має великі перспективи за рахунок популярного жанру, знайомих широкому користувачу механік й цікавому сеттингу. Також проект може бути легко адаптований для усіх платформ й має необмежену перспективу росту.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | KPM.KI.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 101 |

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці.

5.1 Вимоги до особистого робочого місця працівника

Згідно з нормативами розмір одного робочого міста має бути не менш ніж 6 квадратних метрів, але якщо робочі місця є спареними, то між столами обов'язково повинна бути прозора перегородка та висота її повинна бути 2 та більше метрів, але це все застарілі норми та сьогодні так вже не роблять, а просто ставлять робочі столи на достатній відстані задля комфорту. У кожного працівника є навушники, якщо йому треба поговорити на «мітінгу» чи прослухати якусь інформацію стосовно роботи, щоб не заважати іншим. Однак відсутність перегородки, дає більше свіжого повітря та покращує освітлення;

У кожного працівника має бути достатньо місця на робочій поверхні для всієї необхідної техніки. На просторому столі має бути місце для: двох моніторів, принтера, планшету, колонок, тощо. Також біля робочого місця мають бути різні ящики та тумбочки та їх теж повинно теж бути достатньо;

Робочий стілець повинен бути зручним, легко регулюватися за висотою, щоб його було можливо виставити для ніг, та має бути спинка теж регульованою, щоб виставити зручне положення для спини працівника. Спина та хребет повинен мати належну та зручну підтримку;

Монітор для роботи повинен бути досить великим з добрим дозволом, щоб на ньому не було нечітких зображень та щоб всі зображення не розпливалися. Розмір монітору Хоча сьогодні багато роботодавців ставлять два монітори, але це не являється обов'язковою умовою. Кількість моніторів, рекомендована для

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 102 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

програміста, варіюється в залежності від специфіки виду діяльності та індивідуальних переваг співробітника.

На робочому столі повинні бути антивібраційні килимки. Працівник повинен слідкувати за своїм робочим місцем вчасно прибирати на робочому місці всі зайві документи та непотрібні для роботи предмети.

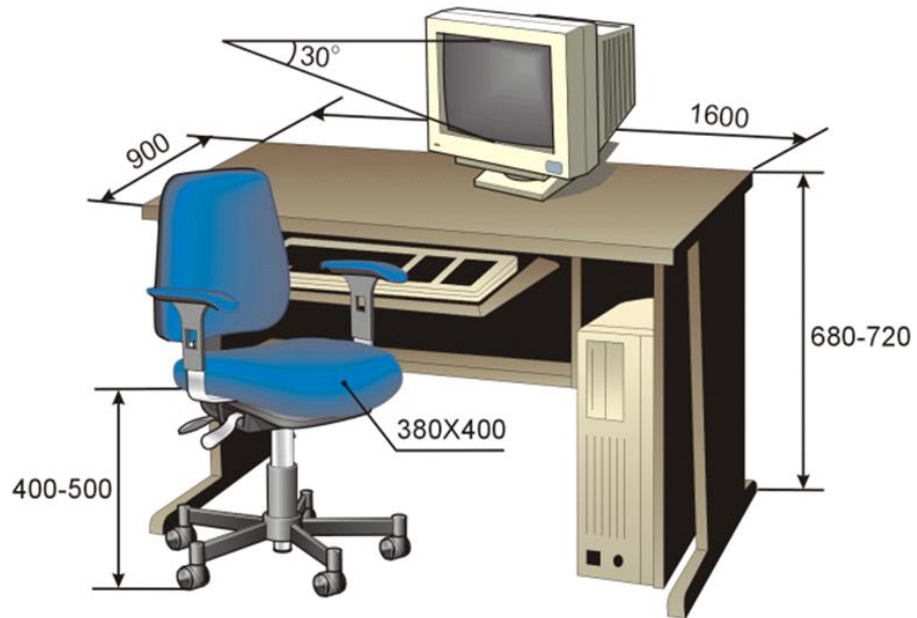


Рис. 5.1 – Розмірна схема для особистого робочого місця працівника

5.2 Рішення з розміщенням проектованого обладнання

Розміри заданого приміщення наступні: довжина – $A = 5$ м; ширина – $B = 6$ м; висота – $H = 3$ м.

Площа приміщень, у яких розташовують відео-термінали, визначають відповідно діючим нормативним документам з розрахунку на одне робоче місце: площа – не менше 6,0 кв. м, обсяг – не менше 20,0 куб. м, з урахуванням максимальної кількості осіб, що одночасно працюють в приміщенні.

У нашому випадку площа – 30 кв.м, а об'єм – 90 куб.м. Отже найбільша кількість людей, що одночасно працюють у приміщенні, дорівнює 4 людини.

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|-----------------------------|------|
| | | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 103 |

5.3 Електробезпека

Електробезпека – це система організаційних, технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики. Електробезпека на підприємстві забезпечується завдяки дотриманню вимог, викладених у таких актах законодавства: Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (наказ Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 № 4); Правила безпечної експлуатації електроустановок (наказ Держнаглядохоронпраці України від 06.10.1997 № 257), дія яких поширюються на працівників, що виконують роботи в електроустановках Міністерства енергетики України; Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Мінпаливенерго України від 25.07.2006 № 258 (у редакції наказу від 13.02.2012 №91), якими унормовано організаційні й технічні вимоги щодо експлуатації електроустановок споживачів[45].

Правила експлуатації електро-захисних засобів, затверджені наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 05.06.2001 № 253, в яких визначено перелік засобів захисту, вимоги до них, норми випробувань, порядок їх застосування, зберігання, а також норми комплектування електроустановок;

Правила улаштування електроустановок визначають вимоги до електроустановок, принципи будови електроустановок, особливі вимоги до окремих вузлів і комунікацій (наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 24.07.2017 № 476); ДСТУ 2843-94 «Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення», яким установлені терміни і визначення основних понять з електробезпеки.

Одним з основних засобів захисту від напруги є правильно виконане заземлення. Далі проводяться його розрахунки.

Визначення розрахункового значення питомого опору ґрунту:

$$\rho_{\text{розр}} = \rho_{\text{гр}}\psi, (\text{Ом}) \quad (5.1)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 104 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$R_0 = \frac{54}{2 \cdot 3,14 \cdot 9} \left[\ln \frac{2 \cdot 9}{0,00175} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 4,5 + 9}{4 \cdot 4,5 - 9} \right] = 2,77$$

де $\rho_{\text{гр}} = 30$ Ом – питомий опір ґрунту (чорнозем).

ψ – кліматичний коефіцієнт, що враховує сезонні коливання вологості ґрунту, приймають від 1.2 до 2.0. Для даного випадку приймається $\psi = 1.8$.

$$P_{\text{розр}} = 30 \cdot 1,8 = 54 (\text{Ом}).$$

Довжина вертикального заземлювача приймається з умови $\frac{l'}{l} = 1; 2; 3(3)$, де

l' – відстань між заземлювачами, м;

l – довжина заземлювачів, м.

$$t = \frac{1}{2} + t_0, (\text{м}) \quad (5.2)$$

де $t_0 \geq 0,5$ (м)

t_0 – глибина, на яку закопали заземлювач, $t_0 = 1,5$.

Довжина заземлювачів приймається рівною 9 м, а відстань між заземлювачами – 3 м. Тоді $\frac{l'}{l} = 2.1$. Розраховується t :

$$t = \frac{9}{3} + 1,5 = 4,5 (\text{м})$$

Вибирається система розподілу заземлювачів по контуру.

Далі відбувається розгляд опору одного вертикального заземлювача:

$$R_0 = \frac{54}{2 \cdot 3,14 \cdot 9} \left[\ln \frac{2 \cdot 9}{0,00175} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 4,5 + 9}{4 \cdot 4,5 - 9} \right] \quad (5.3)$$

Для штучного заземлення в якості електродів приймають сталеві труби $d = 0.035 \times 0.05$ (м);

Визначається кількість вертикальних заземлювачів. При $U = 1000$ В необхідний опір $R_m \leq 4$ (Ом) для мережі змінного току $R_m = 2$.

$$N = \frac{R_0}{R_m} \quad (5.4)$$

де $n = \frac{2,77}{2} = 1,375$, округляється до найближчого стандарту й стає рівним

Далі визначається опір системи вертикальних заземлювачів:

$$R_{cv} = \frac{R_0}{n \cdot \eta_b}, (\text{Ом}) \quad (5.5)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 105 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де n' – округлене число вертикальних заземлювачів до найближчого стандарту,

$$n' = n \text{ (шт.)}$$

η_b – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів (0.78).

$$R_{cv} = \frac{2,77}{2 \cdot 0,78} = 1,78 \text{ (Ом)}$$

Потім розраховується опір сполучної смуги при розміщенні по контуру:

$$L = n' \cdot l', \text{ (м)} \quad (5.6)$$

$$L = 2 \cdot 3 = 6 \text{ (м)}$$

$$R_n = \frac{\rho_{рвсч}}{2\pi L \eta_r} \cdot \ln \frac{L^2}{dt_0}, \text{ (Ом)} \quad (5.7)$$

де η_r – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів (0.55).

$$R_n = \frac{54}{2 \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 0,55} \cdot \ln \frac{36}{0,00175 \cdot 1,5} = 24,83 \text{ (Ом)}$$

Визначається загальний опір системи:

$$R_c = \frac{R_n \cdot R_{cv}}{R_n + R_{cv}}, \text{ (Ом)} \quad (5.8)$$

Якщо $R_{cv} > R_t$, то треба збільшити n і провести повторний розрахунок.

$$R_c = \frac{5,784 \cdot 4,96}{5,784 + 4,96} = 2,67 \text{ (Ом)};$$

Отримали заземлення менше чотирьох Ом, що задовольняє умові.

Лінія електромережі для живлення ПК виконується шляхом прокладання фазового, нульового робочого й нульового захисного провідників, як окрема групова трьох-провідна мережа. ПК підключається до електричної мережі за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. Тому що ПК буде розташований біля стіни, електромережа штепсельних розеток для живлення ПК прокладається по підлозі поруч зі стінами приміщення в заземлених металевих трубах і гнучких металевих рукавах.

Якщо в приміщенні обслуговуються більше 5 комп'ютерів, то необхідно на видному і доступному місці встановити аварійний резервний вимикач, який може відключити електричне живлення приміщення крім освітлення.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 106 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Підлога всієї зони обслуговування, ремонту й налагодження ПК повинна бути покрита діелектричними килимками, або викладена ізолюючими підстилками (шириною не менше 0.75-0.8 м) для ніг.

Заземлені конструкції, що знаходяться у приміщенні повинні бути надійно захищені діелектричними щитками або сіткам.

5.4 Пожежна профілактика

При визначенні видів та кількості первинних засобів пожежогасіння слід враховувати фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості горючих речовин, їх ставлення до вогнегасною речовин, а також площа виробничих приміщень, відкритих майданчиків і установок.

Азбестові полотна, грубошерсті тканини і повсть розміром не менше 1 x 1 м призначені для гасіння невеликих вогнищ пожеж при займанні речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря.

Ємності для піску, що входять в конструкцію пожежного стенду, повинні бути місткістю не менше 0,1 куб. м. Конструкція ящика повинна забезпечувати зручність діставання піску та виключати попадання опадів.

Комплектування технологічного обладнання вогнегасниками здійснюється згідно з вимогами технічних умов (паспортів) на це обладнання або відповідними «Правилами пожежної безпеки».

Вибір типу і розрахунок необхідної кількості вогнегасників слід проводити в залежності від їх вогнегасної здатності, граничної площі, класу пожежі горючих речовин і матеріалів в закритому приміщенні або на об'єкті згідно ІСО N 3941 – 77.

В замкнутах приміщеннях об'ємом не більше 50 куб. м для гасіння пожеж замість переносних вогнегасників, або додатково до них можуть бути використані вогнегасники порошкові.

Вибираючи вогнегасник з відповідним температурним межею використання, необхідно враховувати кліматичні умови експлуатації будівель та споруд.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 107 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вогнегасники, відправлені з підприємства на перезарядку, повинні замінюватися відповідною кількістю заряджених вогнегасників.

При захисті приміщень ПК слід враховувати специфіку взаємодії вогнегасних речовин з захищеними обладнанням, виробами, матеріалами і т. п. Дані приміщення слід обладнати вуглекислотними вогнегасниками з урахуванням гранично допустимої концентрації вогнегасної речовини.

Приміщення, обладнані автоматичними стаціонарними установками пожежогасіння, забезпечуються вогнегасниками на 50%, виходячи з їх розрахункової кількості. Відстань від можливого вогнища пожежі до місця розміщення вогнегасник не повинна перевищувати 20 м для громадських будівель і споруд; 30 м для приміщень категорій А, Б і в; 40 м для приміщень категорій Г; 70 м для приміщень категорії Д.

Використання первинних засобів пожежогасіння для господарських та інших потреб, не пов'язаних з гасінням пожежі, не допускається.

Тип даної будівлі – громадське приміщення, а можливий клас пожежі – (Е) (оскільки у приміщенні багато комп'ютерів). Використовуючи ці дані, визначається необхідна кількість вогнегасників – один порошковий вогнегасник місткістю 5 літрів.

5.5 Виробнича санітарія

Умови праці визначаються характером і важкістю роботи, яка виконується, а також параметрами навколишнього виробничого середовища.

Плануючи робоче місце, виходять з того, щоб робітник протягом зміни не знижував встановленої продуктивності праці, витрачаючи мінімум фізичних зусиль, був захищений від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Важливе значення мають також робоча поза, темп і ритм виконуваної роботи.

Виключаються статичні м'язові напруги і, як наслідок, профзахворювання (викривлення хребта, розширення вен, плоскостопість) при робочій позі, яка забезпечує розташування центру ваги тіла в межах площі опори.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 108 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Робочим місцем вважають місце постійного або тимчасового перебування працівника в процесі трудової діяльності.

У разі вільного ритму роботи темп її визначається самим працівником відповідно до його індивідуальних можливостей.

В процесі одноманітних, короткочасних робочих операцій (наприклад, розфасовці та упаковці товарів) можливе відчуття монотонності праці. Чітко виражена монотонність виконуваної роботи призводить не тільки до передчасної втоми, але й до швидкого нервового виснаження.

Втомлюваність можна знизити періодичними змінами робочої пози і ритму виконуваних операцій, зміною робочих місць, естетизацією праці, використанням раціональної організації режиму праці та відпочинку.

У роботі, пов'язаній з великим м'язовим навантаженням, перерви повинні бути тривалими (до 10 хв.), але не частими. Причому, їх тривалість і частота повинні змінюватися протягом робочої зміни.

На ефективність виконання робіт, самопочуття і стан здоров'я працівника значно впливає навколишнє виробниче середовище.

Виробниче середовище характеризують мікрокліматичні умови, склад і ступінь запиленості повітря, рівні шуму та вібрації, вид і якість освітлення, наявність та інтенсивність теплових, електромагнітних випромінювань і деяких інших чинників. Його вважають оптимальним, якщо несприятливі впливи на робітника відсутні, і нормальним, якщо вони знаходяться в межах допустимих рівнів.

Важливе значення у формуванні виробничого середовища відіграє технічна естетика, яка дозволяє попередити нервово-психічні перевантаження робітників. Це досягається використанням раціональних архітектурно-планувальних рішень, високохудожніх інтер'єрів, а також науково обґрунтованого кольорового фарбування стін, стель та устаткування. Кольори для фарбування та устаткування вибирають залежно від їх функціонального призначення, умов зорової роботи, особливостей клімату, орієнтації вікон відносно сторін світу. Так, в приміщеннях з великим тепловиділенням

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 109 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

огороджувальні конструкції та поверхні устаткування фарбують в кольори холодних тонів; в приміщеннях з природним освітленням – в кольори теплих тонів.

Для забезпечення нормальних умов праці санітарні норми встановлюють на одного працівника: об'єм виробничих приміщень не менше 15 м³; площа приміщення, огороженого стінами чи глухими перегородками – не менше 4,5 м²; висота – 3,2 м.

На підприємствах передбачаються кабінети психофізичного розвантаження (емоційно-вольового тренування), приміщення для виконання фізичних вправ, санітарно-побутові приміщення.

Санітарно-гігієнічні умови праці на підприємствах визначаються в основному рівнем наявних на робочих місцях шкідливих виробничих чинників. Перевірка відповідності умов праці вимогам санітарного законодавства здійснюється шляхом паспортизації цехів, дільниць, робочих місць (карти умов праці).

Вимірювання параметрів виробничого середовища виконують за договором працівники санепідемстанцій. За результатами цих вимірювань заповнюють відповідні паспорти. У випадку невідповідності значень виміряних параметрів чинним нормам на підприємстві розробляються і здійснюються комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничої санітарії.

Завдання попередження гострих і хронічних професійних захворювань та отруєнь вирішує виробнича санітарія – система організаційних заходів і технічних засобів, які запобігають впливу на працівників шкідливих виробничих чинників чи зменшують його. Проводиться розрахунок світлового потоку.

$$\Phi = \frac{K * E_H * Z * S * 100}{n * \eta}, \text{ (лк)} \quad (5.9)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 110 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де:

S – площа приміщення.

K – коефіцієнт запасу. Тому що в цьому випадку передбачається робота із ПК, то приймається розмір, як для диспетчерських, пультів операторів, контрольно-вимірювальних приладів.

$E_H = 200$ лк. – нормована мінімальна освітленість.

Тип світильника – ЛСП, отже коефіцієнт нерівномірності освітлення $Z = 1.1$.

Для того щоб порахувати світловий потік необхідно обчислити висоту над робочою поверхнею, відстань між центрами світильників (L), кількість світильників (n), індекс приміщення (i) й коефіцієнт використання світлового потоку (η).

$$H_p = H - h_p - 1, \text{ (м)} \quad (5.10)$$

де:

$$H_p = 2$$

$$\frac{L}{H_p} = x, \text{ (м)} \quad (5.11)$$

$$n = \frac{S}{L^2}, \text{ (шт)} \quad (5.12)$$

$$i = \frac{S}{H*(A+B)} \quad (5.13)$$

де:

$x = 1.4$ для світильників денного світла ПВЛП.

$A = 5$ м і $B = 6$ м, довжина і ширина приміщення.

$H = 3$ м – висота приміщення.

$H_p = 0$ м – відстань від світильника до стелі

$$H_p = 3 - 0 - 1 = 2 \text{ (м)}$$

$$L = H_p * 1.4 = 2 * 1.4 = 2.8 \text{ (м)}$$

$$n = \frac{30}{7.84} = 3.83,$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 111 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

проводиться округлення до більшого найближчого цілого. Результат – 4 світильника.

$$I = \frac{30}{2*(5+6)} = 1.36.$$

Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку, при $P_n = 50\%$ (коефіцієнт відображення стіни), $P_c = 30\%$ (коефіцієнт відображення), $\eta = 36\%$.

$$\Phi = \frac{1,5*200*1,1*30*100}{3,83*0,42} = 6,155 \text{ (лм)}.$$

$$\Phi = 6,155 \text{ (лм)}$$

Висновки до п'ятого розділу

Було розглянуто потрібний тип приміщення і виробництва та визначені їх належні умови безпеки. Представлені необхідні норми пожежної профілактики та виробничої санітарії. Був здійснений розрахунок електричного опору системи та визначення потрібної кількості освітлювачів, потрібних для безпечної роботи.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 112 |

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У результаті аналізу предметної області було виявлено основні риси ігор жанру «*Shooter*» та представлені їх основні різновиди. Описані основні потреби при розробці штучного інтелекту в іграх жанру «*Shooter*» та важливість створення удосконаленого ШІ ворогів для ігор даного жанру.

2. Проаналізовано основні методи реалізації поведінки штучного інтелекту. Показано основні напрями їх застосування.

3. Проаналізовано сучасні аналоги ігор жанру «*Shooter*». Виявлено переваги та недоліки ШІ ворогів, котрий використовують дані проекти. Представлено основні необхідні елементи для ШІ даного жанру.

4. Здійснено постановку задачі з зазначенням бажаного результату, що є необхідним для розробки проектної документації та демонстраційної версії гри.

5. У процесі проектування було розроблено концептуальний документ гри, необхідний для демонстрації інвестору або видавцю проекту.

6. Розроблено дизайнерський документ гри, який описує основні особливості розроблюваної гри.

7. В результаті використання методів алгоритмічного аналізу, теорії автоматів був розроблений концепт роботи ШІ ворогів. 8. У ході проведеної роботи було розроблено програмну та візуальну структуру для реалізації демонстраційної версії гри.

8. Здійснено вибір засобів розробки демонстраційної версії гри.

9. У ході проведеної роботи було розроблено програмну та візуальну структуру для реалізації демонстраційної версії гри.

10. Розроблено моделі зброї, спорядження та інших елементів гри. Проведено налаштування згідно ігрових потреб.

11. Був створений граф дерева станів для штучного інтелекту ворогів, проведено тестування його поведінки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| | | | | | | 113 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

12. Проект був скомпільований та у ході тестування не було виявлено ніяких помилок.

12. Розробка даного проекту є вигідною, бо має швидку окупність і перспективи додаткового прибутку у майбутньому. Розробка ігор є прибутковим бізнесом, попит на який з кожним роком усе зростає.

13. Даний проект має великі перспективи за рахунок популярного жанру, знайомих широкому користувачу механік й цікавому сеттингу. Також проект може бути легко адаптований для усіх платформ й має необмежену перспективу росту.

14. Було розглянуто потрібний тип приміщення і виробництва та визначені їх належні умови безпеки. Представлені необхідні норми пожежної профілактики та виробничої санітарії. Був здійснений розрахунок електричного опору системи та визначення потрібної кількості освітлювачів, потрібних для безпечної роботи.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| | | | | | | 114 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Call of Duty*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Call_of_Duty (дата звернення 30.01.2023).
2. *Battlefield*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Battlefield> (дата звернення 30.01.2023).
3. *Counter-Strike*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Counter-Strike> (дата звернення 30.01.2023).
4. *Shooter Game*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Shooter_game (дата звернення 30.01.2023).
5. *Life Targets*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Light_gun_shooter (дата звернення 30.01.2023).
6. *Periscope*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Periscope_\(arcade_game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Periscope_(arcade_game)) (дата звернення 30.01.2023).
7. *Gun Fights*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Gun_Fight (дата звернення 30.01.2023).
8. *Space War* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Space_War (дата звернення 30.01.2023).
9. *Magnavox Odyssey* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Magnavox_Odyssey (дата звернення 30.01.2023).
10. *Sega Gun Fight* – URL: https://segaretro.org/Gun_Fight (дата звернення 30.01.2023).
11. *Western Gun* – URL: https://lostmediawiki.com/Western_Gun (дата звернення 30.01.2023).
12. *Duck Hunt* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Duck_Hunt (дата звернення 30.01.2023).
13. *Space Harrier* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Space_Harrier (дата звернення 30.01.2023).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 115 |

14. *After Burner* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/After_Burner (дата звернення 30.01.2023).
15. *Commando* – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Commando_\(video_game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Commando_(video_game)) (дата звернення 30.01.2023).
16. *Rush'n Attack* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Rush%27n_Attack (дата звернення 30.01.2023).
17. *SNK Ikari Warriors* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Ikari_Warriors (дата звернення 30.01.2023).
18. *FPS Games* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/First-person_shooter (дата звернення 30.01.2023).
19. *Halo* – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Halo_\(franchise\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Halo_(franchise)) (дата звернення 30.01.2023).
20. *Doom* – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Doom_\(franchise\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Doom_(franchise)) (дата звернення 30.01.2023).
21. *Overwatch* – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Overwatch> (дата звернення 30.01.2023).
22. *TPS Games* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Third-person_shooter (дата звернення 30.01.2023).
23. *Gears of War* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Gears_of_War (дата звернення 30.01.2023).
24. *Uncharted* – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Uncharted> (дата звернення 30.01.2023).
25. *Max Payne* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Max_Payne (дата звернення 30.01.2023).
26. *Tomb Raider* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Tomb_Raider (дата звернення 30.01.2023).
27. *GTA V* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Grand_Theft_Auto_V (дата звернення 30.01.2023).
28. *Tactical Shooter* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Tactical_shooter (дата звернення 30.01.2023).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | KPM.KI.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 116 |

29. *Survival Shooter* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Survival_game (дата звернення 30.01.2023).

30. *Battle Royale* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Battle_royale_game (дата звернення 30.01.2023).

31. *FSM* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Finite-state_machine (дата звернення 30.01.2023).

32. *Windows* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows (дата звернення 30.01.2023).

33. *macOS* – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MacOS> (дата звернення 30.01.2023).

34. *Linux* – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Linux> (дата звернення 30.01.2023).

35. *Xbox* – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Xbox> (дата звернення 30.01.2023).

36. *Games for Windows Live* – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Games_for_Windows_%E2%80%93_Live (дата звернення 30.01.2023).

37. *Playstation* – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/PlayStation> (дата звернення 30.01.2023).

38. *iOS* – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/IOS> (дата звернення 30.01.2023).

39. *Android* – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)) (дата звернення 30.01.2023).

40. *Scott Rogers. Level Up! The Guide to Great Video Game Design 2nd Edition* – Wiley: 2014. – 560с.

41. *Ian Millington, John Funde. Artificial Intelligence for Games 2nd Edition* – CRC Press: 2009. – 896с.

42. *Joe Hocking. Unity in Action, Third Edition: Multiplatform game development in C# 3rd ed. Edition* – Manning: 2022. – 416 с.

43. *Harrison Ferrone. Learning C# by Developing Games with Unity 2021: Kickstart your C# programming and Unity journey by building 3D games from scratch, 6th Edition* – Packt Publishing: 2021. – 428с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | КРМ.КІ.1.884-03.1.14 | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 117 |

44. *Dr. Davide Aversa, Chris Dickinson. Unity Game Optimization: Enhance and extend the performance of all aspects of your Unity games, 3rd Edition – Packt Publishing: 2019. – 404с*

45. Про затвердження змін та доповнень Правил безпечної експлуатації електроустановок – Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0213-00#Text> (дата звернення 15.06.2023).

46. Басюркіна Н.Й., Свистун Т.В. «Оцінка науково-технічної ефективності: Методичні вказівки». Одеса: ОНТУ, 2023р. 18с

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-----------------------------|------|
| | | | | | <i>KPM.KI.1.884-03.1.14</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 118 |