

**ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ**  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))  
**КАФЕДРА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ**  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

**Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної роботи

магістра  
(освітній рівень)

на тему: «Дослідження оптимальних методів розробки навчальної  
аркадної гри для різних платформ»

Виконав: студент групи 6ПР  
спеціальності  
121 - «Інженерія програмного забезпечення»  
(шифр і назва спеціальності)

Кобилянський Борис Ігорович  
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Козуб Н.О.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н. доцент Вишемирська С.В.  
(прізвище та ініціали)

Хмельницький - 2023

Херсонський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет, відділення Інформаційних технологій та дизайну

Кафедра Програмних засобів і технологій

Освітній рівень магістр

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

в.о. завідувача кафедри

Програмних засобів і технологій

к.т.н. доц. О.Є. Огнєва

“ ” 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Кобилянському Борису Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження оптимальних методів розробки навчальної аркадної гри для різних платформ»

керівник роботи к.т.н., доцент Козуб Н.О.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від 29.09.2023 р. №509-С

2. Строк подання студентом роботи 20.12.2023

3. Вихідні дані до роботи літературні та періодичні джерела, матеріали переддипломної практики, експериментальні дослідження для оцінки швидкодії ігрового додатку

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

1) аналіз предметної області та постановка задачі;

2) проектування програмного продукту;

3) розробка програмного продукту.

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

1) Структурна схема додатку;

2) Діаграми варіантів;

3) Алгоритми роботи додатку;

4) Організація меню додатку;

5) Схема обробки даних;

6) Скріншоти програми.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 29.09.2023**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів виконання роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1.	Отримання завдання	29.09.2023	Виконано
2.	Підбір літератури	05.10.2023	Виконано
3.	Аналіз предметної області	19.10.2023	Виконано
4.	Розробка та обґрунтування завдання	26.10.2023	Виконано
5.	Розробка концептуальної моделі	05.11.2023	Виконано
6.	Розробка алгоритму	12.11.2023	Виконано
7.	Проектування програми	26.11.2023	Виконано
8.	Розробка інтерфейсу програми	30.11.2023	Виконано
9.	Тестування програми	05.12.2023	Виконано
10.	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2023	Виконано
11.	Захист кваліфікаційної роботи	20.12.2023	Виконано

Студент \_\_\_\_\_ Кобилянський Б.І.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Козуб Н.О.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Пояснювальна записка:** 105 сторінок, 46 рисунків, 6 таблиць, 1 додаток, 42 джерела.

**Об'єкт дослідження:** процес розробки крос-платформних ігрових додатків за допомогою ігрового рушія Unity, процедурної генерації та штучного інтелекту.

**Предмет дослідження:** технології процедурної генерації і штучного інтелекту неігрових персонажів та їх застосування при розробці крос-платформного ігрового додатку на основі ігрового рушія Unity.

**Мета роботи** полягає в підвищенні ефективності крос-платформних ігрових додатків на основі ігрового рушія Unity з використанням методів процедурної генерації та штучного інтелекту для створення непередбачуваних та унікальних ігрових ситуацій.

**Методи дослідження** базуються на моделях і алгоритмах тривимірної графіки, анімації, алгоритмах процедурної генерації та штучного інтелекту.

**Новизна** отриманих результатів полягає у використанні алгоритмів процедурної генерації та штучного інтелекту під час розробки крос-платформного ігрового додатку на основі ігрового рушія Unity.

**Практична цінність** результатів роботи полягає у розробці ігрового додатку для декількох популярних платформ з використанням алгоритмів процедурної генерації та штучного інтелекту, що дозволяє досягти унікального і неповторного досвіду гравця та реіграбельності ігрових ситуацій, що може бути використано в навчальних та рекреаційних, а також з метою підвищення соціалізації та задля розвитку тактичного та стратегічного мислення.

**Перелік ключових слів:** ГРА, ІГРОВИЙ ДОДАТОК, ПЛАТФОРМА, UNITY, ІГРОВИЙ РУШІЙ, ГРАВЕЦЬ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ПРОЦЕДУРНА ГЕНЕРАЦІЯ.

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, трьох розділів, висновку, списку використаних джерел та додатку.

Актуальність роботи визначається значним ростом популярності комп'ютерних та мобільних ігор та загальним стабільним та потужним зростанням ігрової індустрії.

У вступі виконується аналіз сучасного стану проблеми, уточнюється постановка завдання, мета кваліфікаційної роботи та галузь її застосування, обґрунтовується актуальність теми.

У першому розділі проводиться дослідження предметної області та існуючих рішень, визначається актуальність завдання та призначення розробки, розроблюється постановка завдання.

У другому розділі обирається платформа для розробки, виконується проектування програми, наводиться опис алгоритму і структури функціонування системи, проектуються вхідні і вихідні дані, наводяться характеристики складу параметрів технічних засобів.

У третьому розділі виконується розробка програми, наводиться опис роботи програми та інтерфейсу користувача.

Результатом виконання роботи є ігровий додаток, який можна запускати на одній з декількох платформ, що дозволяє користувачам використовувати його як в навчальних, так і в рекреаційних цілях і соціалізації при грі з іншою людиною, так і задля розвитку тактичного та стратегічного мислення.

## ABSTRACT

The master's thesis consists of an introduction, three sections, a conclusion, a list of literature and an appendix.

The relevance of the thesis is determined by the significant growth in popularity of computer and mobile games and the general stable and strong growth of the gaming industry.

In the introduction, an analysis of the current state of the problem is carried out, the statement of the task, the purpose of the qualification work and the field of its application are clarified, the relevance of the topic is substantiated.

In the first section, a study of the domain and existing solutions is carried out, the relevance of the task and the purpose of the development are determined as well as the statement of the task is developed.

In the second section, a platform for development is chosen, the program is designed, a description of the algorithm and the structure of the system's functioning is given, input and output data are designed, and the characteristics of the composition of technical means are given.

In the third section, the development of the program is carried out, a description of the operation of the program and the user interface is given.

The result of the work is a game application that can be run on one of several platforms, allowing users to use it for both educational and recreational purposes and socialization while playing with another person, as well as for the development of tactical and strategic thinking.

## ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	9
ГЛОСАРІЙ	10
ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	14
1.1. Огляд технологій ігор з процедурною генерацією та штучним інтелектом	14
1.2. Аналіз існуючих ігрових додатків, що використовують платформу Unity	20
1.3. Особливості розробки ігрових додатків з використанням процедурної генерації та штучного інтелекту	23
1.4. Постановка завдання	24
1.5. Призначення розробки та галузь застосування	25
1.6. Розробка вимог до програмного продукту	26
1.7. Розробка проектних специфікацій	30
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ІГРОВОГО ДОДАТКУ	34
2.1. Проектування сценаріїв використання	34
2.2. Проектування ігрового процесу	36
2.3. Технологія створення гри з процедурною генерацією	55
2.4. Штучний інтелект в ігрових середовищах	56
2.5. Методи розробки процедурної генерації та ШІ у Unity	59
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ІГРОВОГО ДОДАТКУ	61
3.1. Розробка програмного додатку	61
3.1.1. Розробка структури програмних модулів	61

3.1.2. Розробка функціональності програмних модулів	62
3.1.3. Розробка алгоритмів обробки даних	64
3.2. Реалізація шару доступу до даних	70
3.3. Розробка інтерфейсу користувача	73
3.4. Розробка штучного інтелекту гри	74
3.5. Програмна реалізація	76
3.6. Встановлення необхідних ресурсів.	80
3.7. Тестування реалізації алгоритмів гри	81
3.7.1. Тестування процедурної генерації	83
3.7.2. Тестування штучного інтелекту (ШІ):	83
3.7.3. Тестування геймплею та механік гри	83
3.7.4. Тестування продуктивності та оптимізація:	84
3.8. Робота користувача з програмним додатком	85
3.9. Висновки	90
ВИСНОВКИ	92
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	94
ДОДАТОК. КОД ПРОГРАМИ	98



## СПИСОК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ШІ - штучний інтелект
- UNITY – крос-платформний інструмент для розробки ігор;
- C# – мова програмування;
- EXE – розширення виконуваного файлу, що застосовується в системах Microsoft Windows;
- APK – формат архівних виконуваних файлів-програм для Android;
- ОС – операційна система;
- ПК – персональний комп’ютер;
- GPU – графічний процесор;
- CPU – центральний процесор.

## ГЛОСАРІЙ

*Unity*: Інтегроване середовище розробки (IDE), яке використовується для створення і редагування графічних ігор. Unity є потужним інструментом для розробки ігор на різних платформах.

*NPC*: Неігрові персонажі у ігровому середовищі. Це персонажі, які керуються комп'ютером і не керуються гравцем.

*Фізика*: моделювання реалістичного руху, взаємодії об'єктів та поведінки відповідно до законів фізики. Unity має вбудовану фізичну систему, яка дозволяє симулювати реалістичні фізичні ефекти, такі як гравітація, колізії, твердість та м'якість об'єктів, динамічний рух та інші фізичні властивості.

*Колайдер*: компонент, який додається до об'єкта у грі і використовується для визначення його фізичної області або форми. Колайдери використовуються для виявлення зіткнень між об'єктами та взаємодії з фізичною системою у грі.

*Ієрархія*: структури об'єктів у сцені або ієрархічної організації об'єктів. У Unity об'єкти можуть бути розміщені в ієрархічній структурі, де батьківські об'єкти мають дочірні об'єкти, а дочірні об'єкти можуть мати свої власні дочірні об'єкти. Така ієрархічна організація дозволяє керувати і маніпулювати групами об'єктів як один цілий об'єкт.

*Процедурна генерація*: метод створення вмісту або дизайну, який використовується в іграх і комп'ютерних програмах. Вона включає в себе використання алгоритмів та правил для створення випадкових, але аутентичних об'єктів, сценаріїв, світів або інших елементів гри. У контексті розробки ігрових додатків в середовищі Unity, процедурна генерація використовується для створення ігрових рівнів, ландшафтів, текстур, міст, об'єктів, музики та багато іншого.

*Компонент*: основна одиниця функціональності, яка призначена для прикріплення до об'єктів у сцені і задає їх поведінку, властивості та можливості. Компоненти дозволяють розробникам додавати різні функції до об'єктів і керувати їхньою поведінкою, взаємодією з іншими об'єктами та зовнішніми подіями.

*Подія*: основний механізм сповіщення і взаємодії між різними об'єктами та компонентами гри. Події використовуються для передачі інформації про виникнення певних подій або станів, що можуть спричинити реакцію інших об'єктів або компонентів гри.

*Об'єкт*: Елемент ігрової ієрархії, який може мати свою графіку, поведінку та інші характеристики. Може бути представлений у виді гравця, ворогів, об'єктів оточення, інтерфейсу, генераторів подій.

*Скрипт*: Файл програмного коду, який містить інструкції для керування поведінкою об'єктів в грі. У Unity використовується мова програмування C#.

*Тайл*: основний елемент фізичного оточення, плитка, яка є частиною загальної структури рівня (підлоги, стін, т.п.).

*Анімація*: процес створення рухомих образів (або змін стану) для об'єктів гри, щоб надати їм візуальний рух та живість.

*Сцена*: Простір, в якому розгортається гра. Сцена включає в себе всі елементи ігрової ієрархії, які утворюють візуальне середовище гри.

*Спрайт*: графічний об'єкт, який представляє собою 2D-зображення або анімацію, яку можна використовувати для візуалізації об'єктів, персонажів, тайлів та інших елементів у 2D-середовищі гри.

*Детектор*: частина логіки гри, що відповідає за виявлення певних подій або станів у грі. Детектор може використовуватися для виявлення зіткнень, взаємодії з об'єктами, виконання певних умов або подій.

*Вектор*: структура даних, яка представляє собою числову величину зі специфічним напрямом та довжиною. У Unity вектори використовуються для визначення положення, напрямку, швидкості, сили та багатьох інших фізичних та математичних величин у 2D або 3D просторі.

*Палітра тайлів*: інструмент, який дозволяє розробникам створювати та керувати набором тайлів для використання у рівнях або локаціях гри. Палітра тайлів надає зручний інтерфейс для створення, організації та редагування тайлів. Розробники можуть імпортувати або створювати власні графічні тайли, такі як текстури, зображення або спрайти, і додавати їх до палітри.

## ВСТУП

Швидкий розвиток інформаційних технологій та постійний зростання конкуренції в ігровій індустрії стимулюють розробників ігрових додатків до пошуку нових технологічних рішень для створення захоплюючих та інноваційних ігрових середовищ. У цьому контексті, розробка ігрового додатку з використанням процедурної генерації та застосуванням засобів штучного інтелекту виявляється актуальною та перспективною темою.

Процедурна генерація в ігровій розробці дозволяє створювати геймплей, рівні, світи та ігрові об'єкти автоматично, за допомогою алгоритмів, замість традиційного ручного розміщення та проектування. Цей підхід відкриває безмежну кількість можливостей для гейм-дизайнерів, дозволяючи створювати непередбачувані та унікальні геймплейні ситуації, що забезпечує свіжість та цікавість гри з кожним запуском.

Застосування засобів штучного інтелекту в ігровій розробці забезпечує найкращий досвід у взаємодії з ігровим світом. Алгоритми прийняття рішень неігрових персонажів дозволяють їм самостійно приймати важливі рішення, забезпечуючи більш оптимізований досвід.

Окрім того, розробка ігрових додатків з використанням процедурної генерації та штучного інтелекту сприяє оптимізації процесу розробки та забезпечує гнучкість у виробництві ігор.

Відповідно до потреб гравців, гра може генерувати нові рівні, завдання та елементи геймплею, забезпечуючи безкінечний потік контенту без необхідності ручного створення та включення в оновлення.

Отже, розробка ігрового додатку з використанням процедурної генерації та застосуванням засобів штучного інтелекту має великий потенціал для створення захоплюючих та інноваційних ігрових досвідів, задовольняючи зростаючі вимоги геймерів та забезпечуючи ефективність та гнучкість у процесі розробки.

Об'єктом дослідження є процес розробки крос-платформних ігрових додатків за допомогою ігрового рушія Unity, процедурної генерації та

штучного інтелекту.

Предметом дослідження є технології процедурної генерації і штучного інтелекту неігрових персонажів та їх застосування при розробці крос-платформного ігрового додатку на основі ігрового рушія Unity.

Метою дослідження є підвищенні ефективності крос-платформних ігрових додатків на основі ігрового рушія Unity з використанням методів процедурної генерації та штучного інтелекту для створення непередбачуваних та унікальних ігрових ситуацій.

Завдання дослідження полягає у аналізі існуючих рішень щодо використання методів процедурної генерації та штучного інтелекту в ігрових додатках, використанні алгоритмів процедурної генерації та штучного інтелекту при розробці крос-платформного ігрового додатку на основі ігрового рушія Unity.

Методи дослідження базуються на моделях і алгоритмах тривимірної графіки, анімації, алгоритмах процедурної генерації та штучного інтелекту.

Новизна отриманих результатів полягає у використанні алгоритмів процедурної генерації та штучного інтелекту під час розробки крос-платформного ігрового додатку на основі ігрового рушія Unity.

Практичне значення результатів роботи полягає у розробці ігрового додатку для декількох популярних платформ з використанням алгоритмів процедурної генерації та штучного інтелекту, що дозволяє досягти унікального і неповторного досвіду гравця та реіграбельності ігрових ситуацій, що може бути використано в навчальних та рекреаційних, а також з метою підвищення соціалізації та задля розвитку тактичного та стратегічного мислення.