

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

(рівень вищої освіти)

на тему: **«Розробка та дослідження методів адаптивної складності у комп'ютерних іграх»**

Виконав: студент б курсу, групи бПР
спеціальності
121 «Інженерія програмного забезпечення»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Платошечкін А.М.
(прізвище та ініціали)

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

Рецензент **к.т.н., доцент Григорова А.А.**
(прізвище та ініціали)

7. Дата видачі завдання 15.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проєкт (роботи)	Строк виконання етапів проєкту	Примітки
1	Одержання теми роботи, підбір літератури та інших матеріалів, складання первинного плану проєкту	15.09.2025	Виконано
2	Опис предметної області, створення концептуальної моделі, постановка задачі	20.09.2025	Виконано
3	Проектування структури програми	01.10.2025	Виконано
4	Створення візуальної частини проєкту	15.10.2025	Виконано
5	Розроблення основних механік гемплею для проєкту.	31.10.2025	Виконано
6	Тестування та впровадження змін до проєкту.	3.11.2025	Виконано
7	Створення фінального білду проєкту.	7.11.2025	Виконано
8	Оформлення пояснювальної записки	19.11.2025	Виконано
9	Подання роботи на кафедру для перевірки та рецензування	20.11.2025	Виконано
10	Захист дипломного проєкту		

Студент

Платошечкін А.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Козуб Н.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

У рамках роботи було проведено розробку та дослідження методів адаптивної складності у комп'ютерних іграх, що стало основною метою цієї роботи. Для демонстрації досліджуваних принципів було створено ігрове середовище на основі C# та Unity, яке включає базові елементи ігрової логіки: систему стрільби проджектайлами, модуль поведінки ворогів, ухилення від загроз та механізми підсилення характеристик. Створена програма не є ціллю сама по собі, а виступає експериментальною платформою, що дозволяє перевірити й проаналізувати поведінку адаптивних систем складності в динамічному ігровому процесі.

Для керування поведінкою ворогів були застосовані інструменти Unity, включно з навігаційною системою та індивідуальними скриптовими компонентами, які відповідають за орієнтацію, пересування, реагування на проджектайли. Реалізований функціонал включає механізм адаптивного зростання складності, у якому характеристики ворогів збільшуються з часом. Це дає змогу оцінити, як зміна параметрів у реальному часі впливає на темп гри, рівень виклику та загальний досвід гравця.

Також було створено систему підключення нової зброї через скрипти, що забезпечує можливість подальших експериментів із параметрами зброї, поведінкою ворогів та впливом цих змін на адаптивну складність. Реалізовані системи формують основу для дослідження підходів до ігрового процесу та динамічних змін складності, що напряду пов'язано з головною темою роботи.

Проведені дослідження дозволили оцінити ефективність впроваджених методів та окреслити перспективи для подальшого розширення системи. У висновках визначено можливі напрями майбутніх робіт, такі як удосконалення поведінкових моделей ворогів, розширення механік адаптивної складності, а також глибше дослідження впливу цих систем на сприйняття ігрового процесу користувачами.

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 151 сторінок, 23 рисунка, використаних 40 джерел.

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі на тему «Розробка та дослідження методів адаптивної складності у комп'ютерних іграх» було поставлено за мету дослідити підходи до побудови адаптивної складності та реалізувати програмний прототип, що демонструє один із її принципів. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

У першому розділі виконано аналіз предметної області: досліджено особливості жанру аркадних відеоігор, наведено приклади, охарактеризовано поняття адаптивної складності та обґрунтовано актуальність обраної теми.

Другий розділ присвячено аналізу вимог і формуванню проєктних специфікацій: визначено функціональні та нефункціональні вимоги до системи, складено таблиці специфікацій для зручності подальшої реалізації.

Третій розділ описує процес розроблення програмного продукту на мові C#: реалізовано ігрові механіки, систему підрахунку очок, механіку бою, ключовою частиною є реалізація алгоритму адаптивної складності, інтегрованого в ігрові механіки.

У четвертому розділі представлені результати тестування та впровадження ПЗ, наведено методіку тестування, інструкцію з встановлення та приклади використання скриптів для додавання нової зброї.

У висновках підсумовано, що розроблений прототип підтвердив працездатність обраного підходу до адаптації складності й може служити базою для подальших досліджень та впроваджень у ігрові проєкти.

ABSTRACT

The bachelor's qualification work entitled "Development and Research of Adaptive Difficulty Methods in Computer Games" aims to explore approaches to implementing adaptive difficulty and to develop a software prototype demonstrating one of its principles. The work consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references, and appendices.

The first chapter presents an analysis of the subject area: it examines the features of the arcade game genre, provides examples, characterizes the concept of adaptive difficulty, and justifies the relevance of the chosen topic.

The second chapter focuses on requirements analysis and the formation of project specifications: functional and non-functional requirements of the system are defined, and specification tables are compiled to facilitate further implementation.

The third chapter describes the software development process using the C# programming language: game mechanics, a scoring system, combat mechanics. The key component is the integration of an adaptive difficulty algorithm into the gameplay mechanics.

The fourth chapter presents the results of software testing and deployment, including the testing methodology, installation instructions, and examples of using scripts to add new weapons.

The conclusions summarize that the developed prototype successfully demonstrates the functionality of the chosen adaptive difficulty approach and can serve as a foundation for further research and implementation in game development projects.

Зміст

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ.....	10
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	11
1.1 Складність у відео іграх.....	11
1.2 Динамічна складність у відео іграх.....	12
1.2.1 Системи на основі продуктивності.....	13
1.2.3 Регулювання в реальному часі.....	15
1.2.3 Динамічна адаптивна складність.....	16
1.3 Чому адаптивна складність.....	17
1.4 Система Директора у грі Left 4 Dead.....	19
1.5 Принцип динамічної складності в Risk Of Rain.....	20
1.6 Система адаптації результатів на основі ефективності гравця в XCOM 2	22
1.7 Система адаптивного спостереження у Metal Gear Solid V: The Phantom Pain.....	24
1.8 Система Nemesis в Middle-earth: Shadow of Mordor.....	26
1.9 Система адаптивної складності на основі реалізацій штучного інтелекту в Alien: Isolation.....	28
1.10 Система рівневої адаптації складності в The Elder Scrolls IV: Oblivion	30
1.11 Система Intensity Director у грі Dead Space.....	32
1.12 Система інтелектуальної поведінки AI ворогів у грі F.E.A.R.....	33
Висновки до розділу 1.....	35
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ АДАПТИВНОЇ СКЛАДНОСТІ У КОМП'ЮТЕРНІЙ ГРІ.....	37
2.1. Аналіз теоретичних основ адаптивної складності.....	37
2.2. Порівняння існуючих методів адаптивної складності.....	39
2.3. Обґрунтування вибору методу адаптивної складності для проєкту.....	42
2.4. Розробка концептуальної архітектури системи адаптивної складності....	43

2.4.1. Модуль динамічного підвищення складності.....	46
2.4.2. Система статистики ворогів.....	47
2.4.3. Система поведінки та ухилення ворогів.....	49
2.5. Математична модель підвищення складності.....	51
2.6. Проєктування взаємодії модулів гри з системою складності.....	54
2.7. Обґрунтування вибору інструментів та технологій.....	56
Висновки до розділу 2.....	58
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ.....	60
3.1 Встановлення Unity Hub.....	60
3.2 Завантаження та встановлення редакторів і модулів за допомогою Unity Hub.....	62
3.3 Додавання та видалення проєктів в Unity Hub.....	64
3.3.1 Створення проєкту за шаблоном.....	65
3.3.2 Додавання вже існуючого проєкту.....	66
3.3.3 Додавання хмарного проєкту.....	67
3.3.4 Видалення проєкту.....	68
3.4 Створення гравця.....	69
3.4.1 Менеджер вводу дій гравця.....	71
3.4.3 Поворот гравця за курсором миші.....	76
3.4.4 Механіка ривка гравця.....	78
3.4.5 Система рівнів гравця.....	80
3.4.7 Характеристики гравця.....	85
3.4.8 Система здоров'я гравця.....	87
3.5 Реалізація зброї у грі.....	91
3.5.1 Реалізація пушки.....	94
3.5.2 Реалізація гармати.....	97
3.5.3 Реалізація мортири для ворогів.....	99
3.6 Реалізація ворогів.....	105
3.6.1 Навігація ворогів.....	106
3.6.2 Прицілювання ворога на гравця.....	110
3.6.3 Поведінка ворога.....	113
3.6.4 Перевірка чи бачить ворог гравця.....	118

3.6.5 Статистика ворога.....	121
3.6.6 Видача досвіду за перемогу за ворога.....	124
3.7 Реалізація адаптивної складності.....	127
Висновки до розділу 3.....	130
РОЗДІЛ 4. ТЕСТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ПЗ.....	132
4.1 Встановлення програми.....	132
4.2 Мануал запуску ПЗ.....	133
4.3 Ігровий процес.....	134
4.4 Створення нової зброї.....	136
4.5 Тестування системи пострілів та додавання досвіду.....	142
4.6 Тестування відображення фінального рахунку гравця на екрані поразки	144
Висновок до розділу 4.....	146
ВИСНОВКИ.....	147
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	148
ДОДАТОК А.....	152
ДОДАТОК Б.....	181
ДОДАТОК В.....	183

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

AI — Artificial Intelligence (штучний інтелект)

АШЙ — Адаптація шансів та ймовірностей

Nemesis — Система персоналізованих ворогів (без скорочення)

АС — Адаптивна складність

ФЗР — Функція залежності рівня

ПМАС — Поведінкові моделі адаптивної складності

ЛРК — Локальна реактивна корекція

ТСАС — Таймерні системи адаптації складності

СПГАС — Система продуктивнішої гравецької адаптації складності

СВРАС — Система вибору ризику та нагороди