

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальних апаратів

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

**Пояснювальна записка**  
**до кваліфікаційної роботи**  
(тип кваліфікаційної роботи)

\_\_\_\_\_магістра  
(освітній ступінь)

на тему «Розробка застосунку симуляції Voids штучного життя зграї тварин»

ХАІ.302.366.24О.122.163090 ПЗ

Виконав: здобувач 6 курсу групи № 366  
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»  
(код та найменування)

Освітня програма Комп'ютеризація  
обробки інформації та управління

\_\_\_\_\_Діденко С. І.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: \_\_\_\_ доц. каф. 302, к.т.н.

\_\_\_\_\_Попов А.В.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_ Литвинов А.Л.

(прізвище й ініціали)

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського**  
**«Харківський авіаційний інститут»**

Факультет систем управління літальних апаратів  
 Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій  
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
 Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»  
 Освітня програма Комп'ютеризація обробки інформації та управління

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

Олег ФЕДОРОВИЧ

( підпис )

(ім'я та прізвище)

« 07 » листопада 20 24 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Діденка Семена Ігоровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка застосунку симуляції Voids штучного життя зграї тварин

керівник кваліфікаційної роботи Попов А.В., к.т.н., доц. каф. 302,  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 2050-уч. від « 06 » листопада 20 24 року

2. Термін подання здобувачем кваліфікаційної роботи 16.12.2024.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Microsoft Visual Code, C#, Unity, HLSL

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) аналіз використання алгоритмів симуляції зграї, аналіз існуючих алгоритмів симуляції зграї і постановка завдання; проектування застосунку; програмна реалізація застосунку; тестування застосунку.

5. Перелік графічного матеріалу аналіз використання різних галузях; правило тяжіння; правило вирівнювання; правило вирівнювання; правило уникнення перешкод; правило уникнення хижаків; формула руху агента; діаграма роботи агента діаграма класів застосунку, псевод код роботи алгоритму; демонстрація роботи алгоритму; оптимізація алгоритму.

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

| Розділ                    | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|---------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------|
|                           |                                           | завдання видав | завдання прийняв |
| з основної частини        | Попов А.В. доц. каф. 302                  | 16.09.24       | 16.09.24         |
| зі спеціального розділу   | Попов А.В. доц. каф. 302                  | 25.10.24       | 25.10.24         |
| з економіки та управління | Малєєва Ю.А., доц. каф. 302               | 17.11.24       | 17.11.24         |

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ Олександр ПРОХОРОВ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
 (підпис) (ім'я та прізвище)

7. Дата видачі завдання «\_16\_» \_вересня\_ 20\_24\_ р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п/п    | Назва етапів кваліфікаційної роботи                          | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Примітка |
|----------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | Аналіз предметної області та постановка завдання             | 16.09 – 01.10                                 |          |
| <b>2</b> | Проектування структури та функціональних можливостей системи | 01.10 – 22.10                                 |          |
| <b>3</b> | Реалізація проєктованої системи                              | 22.10 – 15.11                                 |          |
| <b>4</b> | Тестування застосунку                                        | 15.11 – 17.11                                 |          |
| <b>5</b> | Економічні розрахунки                                        | 17.11 – 20.11                                 |          |
| <b>6</b> | Оформлення пояснювальної записки                             | 20.11 – 30.11                                 |          |

**Здобувач** \_\_\_\_\_ Семен ДІДЕНКО \_\_\_\_\_  
 (підпис) (ім'я та прізвище)

**Керівник кваліфікаційної роботи** \_\_\_\_\_ Андрій ПОПОВ \_\_\_\_\_  
 (підпис) (ім'я та прізвище)

УДК 004.8

## РЕФЕРАТ

Розробка застосунку симуляції Voids штучного життя зграї тварин – Діденко Семен, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 93, кількість таблиць 18, кількість рисунків 29, кількість джерел літератури 18.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** симуляція, зграєва поведінка, алгоритм, зграя тварин.

**ЦІЛЬ:** створення застосунку з симуляції зграї тварин.

**ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ:** поведінка автономних агентів у зграї.

**ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ:** методи та моделі та засоби для створення застосунку симуляції зграєвої поведінки на основі алгоритму Voids.

**ЗАДАЧІ:** аналіз використання алгоритмів симуляції зграї, аналіз існуючих алгоритмів симуляції зграї і постановка завдання; проектування застосунку; програмна реалізація застосунку; тестування застосунку.

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ:** є розробка та вдосконалення моделі симуляції зграєвої поведінки на основі алгоритму Voids з додатковими правилами.

**ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ:** розроблено застосунок для симуляції зграї тварин, який дозволяє налаштовувати параметри симуляції у реальному часі та спостерігати за поведінкою агентів у віртуальному середовищі.

UDC 004.8

## **ABSTRACT**

Development of a web application for car rental management – Semen Didenko, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University “KhAI”, amount of pages 93 amount of tables 18, amount of figures 29, amount of literature’s sources 18.

**KEYWORDS:** simulation, flocking behavior, algorithm, animal flock.

**PURPOSE OF RESEARCH:** develop an application for simulating animal flock behavior.

**OBJECT OF RESEARCH:** behavior of autonomous agents in a flock.

**SUBJECT OF RESEARCH:** methods, models, and tools for developing an application to simulate flocking behavior based on the Boids algorithm.

**TASKS:** analyze the use of algorithms for simulating flock, review existing algorithms for flock simulation and formulate the problem, design the application, Implement the application programmatically, test the application

**METHODS OF RESEARCH:** development and enhancement of a flock simulation model based on the Boids algorithm with additional rules.

**RESULTS:** an application has been developed for simulating animal flocks, enabling real-time configuration of simulation parameters and observation of agent behavior in a virtual environment.

## ЗМІСТ

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                    | 8  |
| 1 АНАЛІЗ ПІДХОДІВ І МЕТОДІВ СИМУЛЯЦІЇ ШТУЧНОГО ЖИТТЯ ЗГРАЇ ТВАРИН.....        | 9  |
| 1.1 Вступ до проблеми симуляції поведінки зграї.....                          | 9  |
| 1.2 Аналіз використання симуляцій загальної поведінки у різних галузях .      | 10 |
| 1.3 Аналіз підходів і методів симуляції зграї тварин .....                    | 12 |
| 1.4 Аналіз сучасних підходів та модифікацій алгоритму Voids.....              | 15 |
| 1.4 Постановка завдання.....                                                  | 15 |
| 1.5 Висновки за розділом.....                                                 | 16 |
| 2 АЛГОРИТМІЗАЦІЯ СИМУЛЯЦІЇ ЗГРАЇ ЖИВИХ ТВАРИН.....                            | 17 |
| 2.1 Формулювання правил алгоритму .....                                       | 17 |
| 2.2 Алгоритм роботи моделі Voids .....                                        | 21 |
| 2.3 Висновки за розділом.....                                                 | 24 |
| 3 ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСТОСУНКУ СИМУЛЯЦІЇ ШТУЧНОГО ЖИТТЯ ЗГРАЇ ТВАРИН .....         | 25 |
| 3.1 Проектування архітектури .....                                            | 25 |
| 3.2 Діаграма класів застосунку .....                                          | 29 |
| 3.3 Висновки за розділом.....                                                 | 32 |
| 4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСТОСУНКУ СИМУЛЯЦІЇ ШТУЧНОГО ЖИТТЯ ЗГРАЇ ТВАРИН ..... | 33 |
| 4.1 Вибір засобів розробки .....                                              | 33 |
| 4.2 Опис основних функціональних класів .....                                 | 35 |
| 4.3 Висновки за розділом.....                                                 | 41 |
| 5 РЕЖИМИ РОБОТИ ЗАСТОСУНКУ .....                                              | 42 |
| 5.1 Дослідна експлуатація застосунку .....                                    | 42 |
| 5.2 Робота з програмою .....                                                  | 43 |
| 5.3 Висновки за розділом.....                                                 | 48 |
| 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....                                                     | 49 |
| 6.1 Мета розділу .....                                                        | 49 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.2 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (перший варіант)..... | 49 |
| 6.3 Висновки за розділом.....                                                                | 58 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                | 59 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....                                                                        | 60 |
| ДОДАТОК А. Графічні матеріали.....                                                           | 62 |
| ДОДАТОК Б. Вихідний код рішення.....                                                         | 73 |

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження** полягає у вдосконаленні алгоритмів колективної поведінки, що сприятиме підвищенню точності моделювання та дозволить ефективніше вирішувати поставлені задачі.

У сучасному світі симуляція колективної поведінки є важливим інструментом для вирішення широкого спектра задач у різних галузях, таких як ігрова індустрія, наукові дослідження, розробка безпілотних систем, моделювання натовпу та навчальні симуляції. Алгоритм Boids, запропонований Крейгом Рейнольдсом, є одним із найефективніших підходів для моделювання зграєвої поведінки. Однак, із часом виникла потреба у вдосконаленні алгоритму для більш реалістичного відображення взаємодії агентів, уникнення перешкод та адаптації до складних умов.

Аналіз використання алгоритмів симуляції зграї, аналіз існуючих алгоритмів симуляції зграї і постановка завдання; проектування застосунку; програмна реалізація застосунку; тестування застосунку

**Метою дослідження** є розробка застосунку симуляції зграєвої поведінки.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні **завдання**:

- 1) аналіз використання алгоритмів симуляції зграї;
- 2) аналіз існуючих алгоритмів симуляції зграї і постановка завдання;
- 3) проектування застосунку;
- 4) програмна реалізація застосунку;
- 5) тестування застосунку.

**Об'єктом дослідження** поведінка автономних агентів у зграї.

**Предметом дослідження** методи та моделі та засоби для створення застосунку симуляції зграєвої поведінки на основі алгоритму Boids.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розроблений застосунок який можна використовувати у віртуальних середовищах, симуляторах та відеоіграх, де важливо створити реалістичну поведінку груп об'єктів. Ця модель може знайти застосування в ігровій індустрії, освітніх симуляторах, а також у наукових дослідженнях, пов'язаних з моделюванням колективної поведінки.

**Структура і обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, 6 розділів, висновків та додатків. Загальний обсяг роботи становить 93 сторінок, включає 29 рисунків, 18 таблиць, 2 додатки і список літератури із 18 найменування.