

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 «Моделювання процесів евакуації з приміщень в навчальному закладі»

XAI.302.366.24O.122. 203107 ПЗ

Виконав: здобувач 6 курсу групи № 366

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(код та найменування)

Освітня програма Комп'ютеризація
обробки інформації та управління

Петренко Є.О.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: проф. каф. 302, д.т.н.

Прохоров О.В.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: Чалий С.Ф.

(прізвище й ініціали)

Харків – 2024

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)
 Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
 (код та найменування)
 Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
 Освітня програма Комп'ютеризація обробки інформації та управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ФЕДОРОВИЧ

(підпис) (ім'я та прізвище)
 «08» листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Петренко Єгору Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Моделювання процесів евакуації з приміщень в навчальному закладі

керівник кваліфікаційної роботи Прохоров О.В., д.т.н., проф. каф. 302,

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

затверджені наказом Університету № 2050-уч. від «06» листопада 2024 року

2. Термін подання здобувачем кваліфікаційної роботи 13.12.2024

3. Вихідні дані до проекту (роботи) план евакуації НАКУ «ХАІ»

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) провести аналіз існуючих моделей евакуації; розробити багатоагентну імітаційну модель евакуації за допомогою AnyLogic; виконати симуляцію процесу евакуації для навчального корпусу університету; проаналізувати результати моделювання, визначити проблемні зони та запропонувати оптимізаційні рішення для підвищення евакуаційної здатності будівлі

5. Перелік графічного матеріалу моделювання процесів евакуації з приміщень; мета та завдання дослідження; моделювання і аналізу поведінки натовпу; розмітка простору; імітаційна модель; імітаційна модель, що описує поведінку в корпусі; імітаційна модель, що описує поведінку при евакуації; накопичення

статистики та візуалізація результатів; хід моделювання; працівники займають робочі місця; моделювання евакуації при тривозі; карта щільності; експеримент Монте Карло; випробувальний стенд у процесі моделювання

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
з основної частини	Прохоров О.В. проф. каф. 302		
з спеціального розділу	Прохоров О.В. проф. каф. 302		
з економіки та управління	Малєєва Ю. А. доц. каф. 302		

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

7. Дата видачі завдання «_06_» _вересня_ 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕВАКУАЦІЇ ТА ПОВЕДІНКИ ЛЮДИНИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ	06.09 – 20.09	
2	РОЗРОБКА ПРОСТОРУ ТА СТРУКТУРИ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ В НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ	21.09 – 28.09	
3	РОЗРОБКА ДІАГРАМИ ПРОЦЕСУ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ	29.09 – 20.11	
4	ПРОВЕДЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТІВ	21.11 – 20.12	
5	ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	20.12 – 25.12	

Здобувач _____ Єгор ПЕТРЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Олександр ПРОХОРОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

УДК 004.8

РЕФЕРАТ

Моделювання процесів евакуації з приміщень в навчальному закладі – Петренко Єгор, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 62, кількість таблиць 14, кількість рисунків 36, кількість джерел літератури 15.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: евакуація, заклад освіти, поведінка людини, надзвичайна ситуація, потік, імітаційне моделювання, агент.

ЦІЛЬ: дослідити процеси евакуації з приміщень навчального закладу під час екстреної ситуації.

ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: процес екстреної евакуації людей з приміщень навчального закладу.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи, моделі та засоби аналізу поведінки людей під час екстреної евакуації з приміщень навчального закладу.

ЗАДАЧІ: провести аналіз існуючих моделей евакуації; розробити багатоагентну імітаційну модель евакуації за допомогою AnyLogic; виконати симуляцію процесу евакуації для навчального корпусу університету; проаналізувати результати моделювання, визначити проблемні зони та запропонувати оптимізаційні рішення для підвищення евакуаційної здатності будівлі.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ: моделі поведінки людини в умовах надзвичайних ситуацій; методи агентного імітаційного моделювання, метод Монте Карло.

ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ: розроблено програмне забезпечення, що дозволяє вирішувати задачі аналізу ефективності організації евакуації під час надзвичайних подій потоків людей в приміщеннях навчального закладу.

UDC 004.8

ABSTRACT

Simulation of evacuation processes from premises in an educational institution – Egor Petrenko, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University “KhAI”, amount of pages 62, amount of tables 14, amount of figures 36, amount of literature’s sources 15.

KEYWORDS: evacuation, educational institution, human behavior, emergency, flow, simulation modeling, agent.

PURPOSE OF RESEARCH: to study the processes of evacuation from the premises of an educational institution during an emergency.

OBJECT OF RESEARCH: the process of emergency evacuation of people from the premises of an educational institution.

SUBJECT OF RESEARCH: methods, models and tools for analyzing human behavior during emergency evacuation from the premises of an educational institution..

TASKS: analyze existing evacuation models; develop a multi-agent simulation model of evacuation using AnyLogic; simulate the evacuation process for a university academic building; analyze the simulation results, identify problem areas, and propose optimization solutions to improve the building's evacuation capacity.

METHODS OF RESEARCH: models of human behavior in emergency situations; methods of agent-based simulation modeling, Monte Carlo method..

RESULTS: software was developed to analyze the effectiveness of evacuation organization during emergencies of people flows in the premises of an educational institution.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕВАКУАЦІЇ ТА ПОВЕДІНКИ ЛЮДИНИ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.....	9
1.1 Моделювання поведінки людини під час екстреної евакуації	9
1.2 Характеристика пішоходів у надзвичайних ситуаціях	11
1.3 Модель соціальної сили.....	11
Висновки за розділом.....	13
2 РОЗРОБКА ПРОСТОРУ ТА СТРУКТУРИ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ В НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ.....	14
2.1 Просторове моделювання корпусу навчального закладу	14
2.2 Елементи розмітки простору в AnyLogic	16
2.3 Агенти моделі.....	20
2.4 Накопичення статистики та візуалізація результатів	22
Висновки за розділом.....	23
3 РОЗРОБКА ДІАГРАМИ ПРОЦЕСУ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ.....	24
3.1 Діаграма процесу імітаційної моделі.....	24
3.2 Налаштування блоків імітаційної моделі	26
3.3 Опис моделі евакуації.....	28
Висновки за розділом.....	30
4 ПРОВЕДЕННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТІВ	31
4.1 Модель після запуску	31
4.2 Моделювання евакуації	33
4.3 Експеримент Монте Карло	36
Висновки за розділом.....	39
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	40
5.1 Мета розділу	40
5.2 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (перший варіант)	40
5.3 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (другий варіант)	45
Висновки за розділом.....	49
ВИСНОВКИ.....	51
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	52
ДОДАТОК А. Графічні матеріали	54

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

Симуляція екстреної евакуації має важливе значення для архітектурного проектування та реалізації плану надзвичайних ситуацій.

Дослідити вплив фізичної поведінки евакуйованих та їх рішень на процес евакуації, а також вирішити проблеми традиційних моделей екстреної евакуації з недостатньою деталізацією ситуації (реалістичністю), низькою можливістю повторного використання, поганою працездатністю та відсутністю наступних масштабованості, цьому присвячене наше дослідження.

Щоб описати прийняття рішень людьми у надзвичайній ситуації евакуації, було запропоновано багатоагентну імітаційну модель, розроблену за допомогою програмного забезпечення AnyLogic.

Модель відтворює процес евакуації людей у ситуації екстреної евакуації під час повітряної тривоги зображуючи різні типи типової поведінки.

Ми проаналізували один з навчальних корпусів нашого університету та запропонували відповідні оптимізаційні рішення для покращення його евакуаційної здатності за результатами моделювання.

Мета дослідження – дослідити процеси евакуації з приміщень навчального закладу під час екстреної ситуації.

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

1. Провести аналіз існуючих моделей евакуації.
2. Розробити багатоагентну імітаційну модель евакуації за допомогою AnyLogic.
3. Виконати симуляцію процесу евакуації для навчального корпусу університету.
4. Проаналізувати результати моделювання, визначити проблемні зони та запропонувати оптимізаційні рішення для підвищення евакуаційної здатності будівлі.

Об'єкт дослідження – процес екстреної евакуації людей з приміщень навчального закладу.

Предмет дослідження – методи, моделі та засоби аналізу поведінки людей під час екстреної евакуації з приміщень навчального закладу.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено програмне забезпечення, що дозволяє вирішувати задачі аналізу ефективності організації евакуації під час надзвичайних подій потоків людей в приміщеннях навчального закладу.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 5 розділів, висновків, додатків та

переліку посилань. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 62 сторінки, в тому числі: 36 рисунків; 14 таблиць; 1 додаток на 9 сторінках; перелік посилань з 15 найменувань на 2 сторінках.