

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 імітаційної моделі прикордонного пропускового пункту»

XAI.302.367.22O.122.9652054 ПЗ

Виконав: студент 6 курсу групи № 367
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(код та найменування)

Освітня програма Комп'ютеризація
обробки інформації та управління

Мірошниченко О.В.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: доц. каф. 302, к.т.н.

Міланов М.В.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: Чалий С.Ф.

(прізвище й ініціали)

Харків – 2022

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)
 «01» листопада 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Мірошніченко Олегу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка імітаційної моделі прикордонного пропускного пункту

керівник кваліфікаційної роботи Міланов М.В., к.т.н., доц. каф. 302,

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

затверджені наказом Університету № 1602-уч. від « 17 » листопада 20 22 року

2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи 15.12.2022

3. Вихідні дані до проекту (роботи) структура та характеристики пропускного пункту «Малий Березний», система AnyLogic PLE 8.8

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати)

аналіз особливостей моделювання процесів контролю та обслуговування автомобілів та людей при перетині кордону; розробка агентної імітаційної моделі прикордонного пропускного пункту; опис механізми моделювання обслуговуючих процесів; програмна реалізація моделі та проведення експериментальних досліджень

5. Перелік графічного матеріалу моделювання процесів контролю та обслуговування на прикордонному пункті; ціль та задачі дослідження; міжнародний пункт пропуску «Убля- Малий Березний»; створення та розмітка

простору для моделювання пропускного пункту; створення та розмітка простору для контролю автомобілів; створення та розмітка простору для контролю автобусів; агенти Car, Bus та Tourist; опис логіки руху автомобілів та пасажирів при проходженні пропускного пункту; опис логіки руху автобусів та його пасажирів при проходженні пропускного пункту; модель основного агента. Макет екрану результатів; результати, хід моделювання; експерименти; 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	Міланов М.В. доц. каф. 302		
з спеціального розділу	Міланов М.В. доц. каф. 302		
з економіки та управління	Малєєва Ю. А. доц. каф. 302		

Нормоконтроль _____ Олександр ПРОХОРОВ «__» _____ 20__ р.
(підпис) (імя та прізвище)

7. Дата видачі завдання «_06_» _вересня_ 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КОНТРОЛЮ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ПРИКОРДОННОМУ ПРОПУСКНОМУ ПУНКТІ	06.09 – 20.09	
2	РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ПРИКОРДОННОГО ПРОПУСКНОГО ПУНКТУ	21.09 – 28.09	
3	МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІКИ РУХУ АВТОТРАНСПОРТУ ТА ПАСАЖИРІВ НА ПРОПУСКНОМУ ПУНКТІ	29.09 – 20.10	
4	ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З МОДЕЛЮВАННЯ ПРОПУСКНОГО ПУНКТУ	21.10 – 20.11	
5	Економічні розрахунки	20.11 – 25.11	

Студент _____ Олег МІРОШНИЧЕНКО
(підпис) (імя та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Михайло МІЛАНОВ
(підпис) (імя та прізвище)

УДК 004.8

РЕФЕРАТ

Розробка імітаційної моделі прикордонного пропускного пункту – Мірошниченко Олег, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 74, кількість таблиць 12, кількість рисунків 54, кількість джерел літератури 19.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: прикордонний пропускний пункт, перетин кордону, бібліотека дорожнього руху, пішохідна бібліотека, імітаційне моделювання.

ЦІЛЬ: оцінювання пропускної спроможності міжнародного пункту пропуску під час здійснення митного контролю за умов ресурсно-часових обмежень.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: процеси контролю та обслуговування автомобілів та людей при перетині кордону.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи та засоби моделювання прикордонного пропускного пункту в сучасних умовах навантаження.

ЗАДАЧІ: провести аналіз особливостей моделювання процесів контролю та обслуговування автомобілів та людей при перетині кордону; розробити агентну імітаційну модель прикордонного пропускного пункту; описати механізми моделювання обслуговуючих процесів; провести експериментальні дослідження.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ: агентне імітаційне моделювання, середовище моделювання AnyLogic, Java.

ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ: розроблено програмне забезпечення для моделювання прикордонного пропускного пункту, що дозволяє оцінити пропускну спроможність об'єкту, завантаження працівників та варіанти планування пунктів обслуговування.

UDC 004.8

ABSTRACT

Development of the simulation model of the border checkpoint – Oleg Miroshnichenko, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University “KhAI”, amount of pages 74, amount of tables 12, amount of figures 54, amount of literature’s sources 19.

KEYWORDS: border checkpoint, border crossing, traffic library, pedestrian library, simulation modeling.

PURPOSE OF RESEARCH: assessment of the throughput capacity of the international checkpoint during the implementation of customs control under the conditions of resource and time constraints.

OBJECT OF RESEARCH: processes of control and maintenance of cars and people when crossing the border.

SUBJECT OF RESEARCH: methods and means of modeling the border crossing point in modern load conditions.

TASKS: to analyze the features of modeling the processes of control and maintenance of cars and people when crossing the border; develop an agent simulation model of a border crossing point; describe the mechanisms of modeling service processes; conduct experimental research.

METHODS OF RESEARCH: agent simulation modeling, AnyLogic simulation environment, Java.

RESULTS: software was developed for the simulation of a border crossing point, which allows to evaluate the throughput capacity of the facility, loading of workers and options for planning service points.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ТА ПРОБЛЕМ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ КОНТРОЛЮ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ПРИКОРДОННОМУ ПРОПУСКНОМУ ПУНКТІ	10
1.1 Особливості моделювання прикордонного переходу.....	10
1.2 Бібліотеці AnyLogic для моделювання пішохідної динаміки та дорожньої інфраструктури	14
Висновки за розділом.....	15
2 РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ПРИКОРДОННОГО ПРОПУСКНОГО ПУНКТУ	17
2.1 Створення та розмітка простору для моделювання пропускового пункту	17
2.2 Створення та розмітка простору для контролю автомобілів	20
2.3 Створення та розмітка простору для контролю автобусів	23
2.4 Створення агентів автомобілів, автобусів та людей.....	25
Висновки за розділом.....	27
3 МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІКИ РУХУ АВТОТРАНСПОРТУ ТА ПАСАЖИРІВ НА ПРОПУСКНОМУ ПУНКТІ	28
3.1 Опис логіки руху автомобілів та пасажирів при проходженні пропускового пункту	28
3.2 Визначення числа автомобілів у черзі до прикордонного пункту.....	35
3.3 Розподіл автомобілів за точками огляду	36
3.4 Ієрархія та масштабованість моделі	38
3.5 Опис логіки руху автобусів та його пасажирів при проходженні пропускового пункту	39
Висновки за розділом.....	40
4 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З МОДЕЛЮВАННЯ ПРОПУСКНОГО ПУНКТУ	41
4.1 Збір статистики та візуалізація результатів	41
4.2 Керування параметрами моделі за допомогою інтерактивних елементів	44
4.3 Проведення експериментів	45
Висновки за розділом.....	52
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	53
5.1 Мета розділу	53
5.2 Розрахунок собівартості та тривалості моделювання системи для першого варіанту	53
5.3 Розрахунок собівартості та тривалості моделювання системи для другого варіанту	57

Висновки за розділом.....	61
ВИСНОВКИ.....	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	63
ДОДАТОК А. Графічні матеріали	65

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. В останні роки відзначається зростання кількості інфраструктурних об'єктів дорожньої мережі. Дорожня інфраструктура невіддільна від загальної соціально-економічного середовища, в яке вона вбудована. Території розвиваються, забудовуються, збільшується кількість зареєстрованого транспорту, через що незмінно змінюється обсяг дорожнього трафіку та її склад. Тому важливо на стадії проектування, а потім на стадії експлуатації мати можливість оцінити граничні параметри функціонування пропускну прикордонного пункту в умовах прогнозованої пропускну спроможності. Очевидно, що прикордонні переходи завжди мають граничну пропускну спроможність і важливо як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації передбачати можливі зміни трафіку, які можуть призвести до виникнення транспортних заторів, що призводять до зниження безпеки та сервісу для користувачів платної дороги. Імітаційне моделювання є високоефективним і відносно недорогим (порівняно з виправленням проектних помилок) інструментом для оцінки транспортних потоків та якості функціонування сервісів в умовах прогнозованого дорожнього та пасажирського трафіку.

Мета дослідження – оцінювання пропускну спроможності міжнародного пункту пропуску під час здійснення митного контролю за умов ресурсно-часових обмежень.

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

1. Провести аналіз особливостей моделювання процесів контролю та обслуговування автомобілів та людей при перетині кордону.
2. Розробити агентну імітаційну модель прикордонного пропускну пункту.
3. Описати механізми моделювання обслуговуючих процесів.
4. Здійснити програмну реалізацію моделі та провести експериментальні дослідження.

Об'єкт дослідження – процеси контролю та обслуговування автомобілів та людей при перетині кордону.

Предмет дослідження – методи та засоби моделювання прикордонного пропускну пункту в сучасних умовах навантаження.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено програмне забезпечення для моделювання прикордонного пропускну пункту, що дозволяє оцінити пропускну спроможність об'єкту, завантаження працівників та варіанти планування пунктів обслуговування.

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 74 сторінок, в тому числі: 54 рисунків; 12 таблиць; 1 додаток на 12 сторінках; перелік посилань з 19 найменувань на 2 сторінках.