МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет інтелектуальних систем управління

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи

(тип кваліфікаційної роботи)

магістра

(освітній ступінь)

на тему «Імітаційне моделювання процесів обслуговування пацієнтів клініки»

ХАІ.302.366.25О.122.9650526 ПЗ

Виконав: студент 6 курсу групи № 366
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
(код та найменування)
Освітня програма Комп'ютеризація обробки інформації та управління
Фролов В. В.
(прізвище й ініціали студента)
Керівник: доц. каф. 302, к.т.н.
Лещенко Ю. О.
(прізвище й ініціали)
Рецензент: Чалий С.Ф.
(прізвище й ініціали)

Харків – 2025

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет інтелектуальних систем управління
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)
«__» _листопада_ 20_25_ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Фролову Владиславу Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Імітаційне моделювання процесів обслуговування пацієнтів клініки

керівник кваліфікаційної роботи Лещенко Ю.О., к.т.н., доц. каф. 302,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету №_1765-уч. від «_14» листопада 20_25_ року

2. Термін подання кваліфікаційної роботи 08.12.2025

3. Вихідні дані до проекту (роботи) процеси обслуговування в клініках

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) проаналізувати особливості організації процесів обслуговування пацієнтів у клініках та основні чинники, що впливають на їх ефективність; визначити параметри, структуру та характеристики потоків пацієнтів, персоналу та ресурсів клініки; розробити концептуальну схему імітаційної моделі процесу обслуговування пацієнтів; реалізувати модель за допомогою AnyLogic; провести експериментальні дослідження для оцінки продуктивності системи, середнього часу очікування, завантаження персоналу та використання ресурсів

5. Перелік графічного матеріалу підвищення ефективності процесів обслуговування пацієнтів у клініці; мета та завдання; особливості організації

обслуговування пацієнтів у клініках; підходи до моделювання процесів у клініках; інструменти імітаційного моделювання; параметри, змінні та функції імітаційної моделі клініки; агент пацієнта; формування простору клініки в AnyLogic; загальна структура діаграми процесів; генерація потоку пацієнтів та первинний розподіл; обслуговування у відділеннях; інтерфейс керування експериментом і відображення результатів; запуск моделювання та основні режими; експерименти. Сценарій 1 – номінальний режим роботи клініки; сценарій 2 – середнє навантаження; сценарій 3 – високе навантаження; демонстрація роботи моделі

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
з основної частини	Лещенко Ю.О. доц. каф. 302		
з спеціального розділу	Лещенко Ю.О. 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__2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ У КЛІНІКАХ ТА СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЇХ МОДЕЛЮВАННЯ	06.09 – 20.09	
2	РОЗРОБКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ ТА ІМІТАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ КЛІНІКИ	21.09 – 28.09	
3	ПОВЕДІНКОВА ЛОГІКА ТА АЛГОРИТМ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЦІЄНТА	29.09 – 20.10	
4	ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	21.10 – 20.11	
5	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	20.11 – 25.11	

Здобувач _____ __Владислав ФРОЛОВ__
(підпис) (імя та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Юлія ЛЕЩЕНКО
(підпис) (імя та прізвище)

УДК 004.8

РЕФЕРАТ

Імітаційне моделювання процесів обслуговування пацієнтів клініки – Фролов Владислав, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 88, кількість таблиць 26, кількість рисунків 34, кількість джерел літератури 14.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: клініка, пацієнти, процеси обслуговування, імітаційне моделювання, агенти.

ЦІЛЬ: розробка та дослідження імітаційної моделі процесів обслуговування пацієнтів у клініці для підвищення ефективності використання ресурсів медичного закладу, скорочення часу очікування та оптимізації потоків пацієнтів.

ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: процес обслуговування пацієнтів у клініці як складна система масового обслуговування з обмеженими ресурсами.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи, моделі та засоби імітаційного моделювання процесів обслуговування пацієнтів у медичних закладах для аналізу та оптимізації їхньої роботи.

ЗАДАЧІ:

1. Проаналізувати особливості організації процесів обслуговування пацієнтів у клініках та основні чинники, що впливають на їх ефективність.
2. Визначити параметри, структуру та характеристики потоків пацієнтів, персоналу та ресурсів клініки.
3. Розробити концептуальну схему імітаційної моделі процесу обслуговування пацієнтів.
4. Реалізувати модель за допомогою AnyLogic.
5. Провести експериментальні дослідження для оцінки продуктивності системи, середнього часу очікування, завантаження персоналу та використання ресурсів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи імітаційного моделювання.

ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ: розроблено імітаційну модель у середовищі AnyLogic, що відтворює динаміку пацієнтських потоків і взаємодію з персоналом.

UDC 004.8

ABSTRACT

Simulation modeling of clinic patient service processes – Vladyslav Frolov, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University "KhAI", amount of pages 88, amount of tables 26, amount of figures 34, amount of literature's sources 14.

KEYWORDS: clinic, patients, service processes, simulation modelling, agents.

PURPOSE OF RESEARCH: development and research of a simulation model of patient service processes in a clinic to improve the efficiency of medical facility resource utilisation, reduce waiting times, and optimise patient flows.

OBJECT OF RESEARCH: the process of treating patients in a clinic as a complex system of mass service with limited resources.

SUBJECT OF RESEARCH: methods, models and tools for simulation modelling of patient care processes in medical institutions for analysis and optimisation of their work.

TASKS:

1. Analyse the characteristics of patient service processes in clinics and the main factors affecting their efficiency.
2. Determine the parameters, structure and characteristics of patient, staff and clinic resource flows.
3. Develop a conceptual diagram of a simulation model of the patient service process.
4. Implement the model using AnyLogic.
5. Conduct experimental studies to evaluate system performance, average waiting time, staff workload and resource utilisation.

METHODS OF RESEARCH: simulation modelling methods.

RESULTS: a simulation model has been developed in the AnyLogic environment that reproduces the dynamics of patient flows and interaction with staff.

ЗМІСТ

ВСТУП 8
1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЦІЄНТІВ У КЛІНІКАХ ТА СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЇХ МОДЕЛЮВАННЯ 10
1.1 Особливості організації обслуговування пацієнтів у клініках 10
1.2 Підходи до моделювання процесів у клініках 12
1.3 Аналітичний огляд публікацій з імітаційного моделювання процесів обслуговування в медичних закладах 13
1.4 Інструменти імітаційного моделювання 16
Висновки за розділом 20
2 РОЗРОБКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ ТА ІМІТАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ КЛІНІКИ 22
2.1 Загальна структура моделі та агенти 22
2.2 Параметри, змінні та функції імітаційної моделі клініки 24
2.3 Формування простору клініки в AnyLogic 30
2.4 Перший поверх: інфраструктура реєстрації, невідкладної допомоги та аптеки 30
2.5 Другий поверх: діагностика, підготовка до операції та операційні 32
2.6 Третій поверх: відділення госпіталізації 33
2.7 Система ліфтів як елемент просторової логістики 34
Висновки за розділом 35
3 ПОВЕДІНКОВА ЛОГІКА ТА АЛГОРИТМ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАЦІЄНТА 37
3.1 Загальна структура діаграми процесів 37
3.2 Початковий етап: генерація пацієнтів та первинний розподіл 38
3.3 Діагностичний етап: переміщення та обслуговування в Diagnostic Service 40
3.4 Операційний етап: логіка роботи Operation Service 42
3.5 Медикаменти та виписка: Pharmacy Service та Hospitalization Service 43
Висновки за розділом 44
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ 46
4.1 Екранні форми, інтерфейс керування експериментом і засоби відображення результатів 46
4.2 Запуск моделювання та основні режими 49
4.3 Проведення експериментів 53
4.3.1 Сценарій 1 – номінальний режим роботи клініки 54
4.3.2 Сценарій 2 – середне навантаження 55
4.3.3 Сценарій 3 – високе навантаження 58
4.3.4 Аналіз результатів моделювання за сценаріями 60

Висновки за розділом 62
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 64
5.1 Мета розділу 64
5.2 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (перший варіант) 64
5.3 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (другий варіант) 69
5.4 Висновки за розділом 73
ВИСНОВКИ 74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 75
ДОДАТОК А. Графічні матеріали 77

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

Сучасні медичні заклади функціонують у умовах постійного зростання навантаження на систему охорони здоров'я, збільшення кількості пацієнтів та обмеженості матеріальних і кадрових ресурсів. Однією з ключових проблем клінік є неефективна організація процесів обслуговування пацієнтів, що проявляється у перевантаженні персоналу, надмірних чергах, збільшенні часу очікування та нерівномірному використанні ресурсів. Це негативно впливає як на якість медичної допомоги, так і на задоволеність пацієнтів.

Імітаційне моделювання як сучасний інструмент дослідження складних динамічних систем дозволяє без ризику для реальної клініки аналізувати потоки пацієнтів, виявляти «вузькі місця» у процесах, тестувати різні сценарії роботи персоналу та розподілу ресурсів. Такі моделі дають змогу прогнозувати наслідки управлінських рішень, оцінювати завантаження персоналу і обладнання, оптимізувати маршрути пацієнтів і підвищувати ефективність роботи медичного закладу.

У контексті цифрової трансформації медицини та зростання вимог до якості послуг створення та дослідження імітаційної моделі процесів обслуговування пацієнтів у клініці є актуальним, науково значущим і практично корисним завданням.

Запропонована модель може стати основою для прийняття рішень щодо оптимізації роботи реальної клініки, що робить це дослідження важливим з точки зору підвищення ефективності системи охорони здоров'я.

Мета дослідження – розробка та дослідження імітаційної моделі процесів обслуговування пацієнтів у клініці для підвищення ефективності використання ресурсів медичного закладу, скорочення часу очікування та оптимізації потоків пацієнтів.

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

1. Проаналізувати особливості організації процесів обслуговування пацієнтів у клініках та основні чинники, що впливають на їх ефективність.
2. Визначити параметри, структуру та характеристики потоків пацієнтів, персоналу та ресурсів клініки.
3. Розробити концептуальну схему імітаційної моделі процесу обслуговування пацієнтів.
4. Реалізувати модель за допомогою AnyLogic.
5. Провести експериментальні дослідження для оцінки продуктивності системи, середнього часу очікування, завантаження персоналу та використання ресурсів.

Об’єкт дослідження – процес обслуговування пацієнтів у клініці як складна система масового обслуговування з обмеженими ресурсами.

Предмет дослідження – методи, моделі та засоби імітаційного моделювання процесів обслуговування пацієнтів у медичних закладах для аналізу та оптимізації їхньої роботи.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено імітаційну модель у середовищі AnyLogic, що відтворює динаміку пацієнтських потоків і взаємодію з персоналом.

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 88 сторінок, в тому числі: 34 рисунків; 26 таблиць; 1 додаток на 12 сторінках; перелік посилань з 20 найменувань на 2 сторінках.