

РЕФЕРАТ

Повна назва «Дослідження методів штучного інтелекту для оптимізації логістичних процесів»
Магістерська робота за фахом: 126 «Інформаційні системи та технології»
Студент гр. ІСТ-24-1м ДДМА, О.О. Васильєв. – Краматорськ, 2025.
Робота містить 118 стор: 21 рис., 11 табл.

Ефективність логістичних процесів є одним із ключових чинників конкурентоспроможності підприємств у сучасній економіці. Зростання обсягів міської доставки, підвищення вимог до швидкості та прогнозованості сервісу, обмеженість ресурсів автопарку, нерівномірність транспортних потоків і наявність часових вікон обслуговування формують складні умови планування перевезень. За цих обставин якість маршрутних рішень безпосередньо впливає на собівартість доставки та рівень задоволеності клієнтів.

У першому розділі проаналізовано last-mile доставку, актуальність CVRPTW, логістичні процеси ТОВ «Авторадощі», визначено вхідні дані, вимоги та постановку задачі оптимізації.

У другому розділі виконано огляд методів ШІ для CVRPTW та обґрунтовано вибір ALNS; визначено принципи адаптивного керування операторами і роботу з обмеженнями.

У третьому розділі наведено математичну модель CVRPTW і реалізацію ALNS; розроблено методику експериментів та проведено абляційний аналіз, зокрема оцінено попередній відбір кандидатів як засіб прискорення обчислень за збереження прийнятної якості розв'язків.

У четвертому розділі реалізовано інформаційну систему оптимізації маршрутів із розрахунком мережових відстаней руху на основі дорожнього графа, інтеграцією даних, візуалізацією та демонстрацією роботи системи для ТОВ «Авторадощі».

У п'ятому розділі розглянуто охорону праці та безпеку при надзвичайних ситуаціях.

Мета роботи: оптимізація міської доставки та обґрунтування ефективного підходу до розв'язання CVRPTW з урахуванням дорожньої мережі міста.

Об'єкт дослідження: процеси планування і оптимізації маршрутів у міській логістиці доставки.

Предмет дослідження: методи ШІ для CVRPTW із врахуванням мережових характеристик дорожньої інфраструктури під час оптимізації.

Методи дослідження: математичне моделювання; комбінаторна оптимізація; евристичні/метаевристичні методи; аналіз графів; експериментальне порівняння; проектування інформаційних систем.

Новизна роботи: обґрунтовано й експериментально перевірено застосування ALNS для CVRPTW у постановці, наближеній до реальних умов, із використанням дорожньої мережі як графа та оцінкою внеску компонентів алгоритму в компроміс «якість/час».

Практична цінність: підхід і реалізована система можуть бути використані як алгоритмічна основа для підтримки логістичних рішень зі зниженням витрат маршрутизації та підвищенням рівня дотримання часових вікон.

ЛОГІСТИКА, LAST-MILE ДОСТАВКА, VRP, CVRPTW, ЧАСОВІ ВІКНА, МЕТАЕВРИСТИКА, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ, ALNS, ДОРОЖНЯ МЕРЕЖА, АБЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ

ABSTRACT

The full name of «Research into artificial intelligence methods for optimizing logistics processes»

Master's thesis in the specialty: 126 «Information Systems and Technologies»

Student, group IST-24-1m, DSEA, O.O. Vasyliiev – Kramatorsk, 2025.

The work contains 118 pages: 21 figures, 11 tables.

The efficiency of logistics processes is one of the key determinants of enterprise competitiveness in the modern economy. The growth of urban last-mile delivery volumes, increasing requirements for service speed and predictability, limited vehicle fleet resources, uneven traffic flows, and the presence of service time windows create complex transportation planning conditions. Under these circumstances, the quality of routing decisions directly affects delivery cost and customer satisfaction.

The first section analyzes last-mile delivery, substantiates the relevance of the CVRPTW, examines the logistics processes of LLC «Avtoradoshchi», and defines input data, requirements, and the optimization problem statement.

The second section reviews AI methods for CVRPTW and justifies the selection of ALNS; principles of adaptive operator control and constraint handling are determined.

The third section presents the mathematical model of CVRPTW and the implementation of ALNS; an experimental methodology is developed and an ablation study is conducted, including evaluation of candidate preselection as a means of accelerating computations while maintaining acceptable solution quality.

The fourth section describes the implementation of an information system for route optimization with the calculation of network travel distances based on a road graph, data integration, visualization, and a demonstration of the system's operation for LLC «Avtoradoshchi.»

The fifth section addresses occupational safety and emergency security issues.

Objective: investigation of artificial intelligence methods for optimizing urban delivery and substantiation of an effective approach to solving CVRPTW considering the city road network.

Object of research: planning and route optimization processes in urban delivery logistics.

Subject of research: AI methods for CVRPTW and incorporation of network characteristics of road infrastructure during optimization.

Research methods: mathematical modeling; combinatorial optimization; heuristic/metaheuristic methods; graph analysis; experimental comparison; information system design.

Scientific novelty: the application of ALNS for CVRPTW in a formulation close to real-world conditions is justified and experimentally validated, using the road network as a graph and assessing the contribution of algorithm components to the «quality/time» trade-off.

Practical value: the proposed approach and the implemented system can be used as an algorithmic basis for supporting logistics decisions by reducing routing costs and improving compliance with time windows.

LOGISTICS, LAST-MILE DELIVERY, VRP, CVRPTW, TIME WINDOWS, METAHEURISTIC, INTELLIGENT OPTIMIZATION, ALNS, ROAD NETWORK, ABLATION ANALYSIS, INFORMATION SYSTEM, ROUTE OPTIMIZATION.