

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))
КАФЕДРА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістра

(рівень вищої освіти)

на тему: «Розробка системи управління TMS (Transportation Management System) для глобальних логістичних перевезень з аналітичною підтримкою бізнес-процесів»

Виконав: студент 6 курсу, групи 6ПР2
спеціальності

121 «Інженерія програмного забезпечення»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Шевчук Назар Олегович _____.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., старший викладач Кибалко І.І.
(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н., доц.Вишемирська С.В.
(прізвище та ініціали)

Херсонський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення Факультет інформаційних технологій та дизайну

Кафедра, циклова комісія Кафедра програмних засобів і технологій

Освітньо-кваліфікаційний рівень другий (магістерський)

Напрямок підготовки ОПП – Програмне забезпечення систем

(шифр і назва)

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗіТ

к.т.н. доц. Огнєва О.Є.

“ ” 2024 р.

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

Шевчука Назара Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи управління TMS (Transportation Management System) для глобальних логістичних перевезень з аналітичною підтримкою бізнес-процесів

керівник роботи к.т.н. доцент Кибалко І.І.

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

затверджена наказом вищого навчального закладу “23” вересня 2024 року № 483-с

2. Строк подання студентом роботи 05.12.2024

3. Вихідні дані до роботи: Transportation Management System

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Дослідження методів і алгоритмів оптимізації логістичних процесів у TMS.

2. Дослідження інформаційних технологій та програмних продуктів для розробки та впровадження системи управління TMS та пошуку глобальних логістичних перевезень з аналітичною підтримкою бізнес-процесів.

3. Проектування системи управління TMS для глобальних логістичних перевезень з аналітичною підтримкою бізнес-процесів.

4. Розробка системи (Transportation Management System) та опис його функціонування.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Комп'ютерна презентація

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Відбір та вивчення літературних джерел	05.07.2024 – 21.07.2024	
2	Аналіз стану вирішення завдання на сучасному етапі	22.07.2024 – 11.08.2024	
3	Побудова концептуальної моделі	13.08.2024 – 23.08.2024	Концептуальна схема
4	Розробка моделі	26.08.2024 – 16.09.2024	Функціональна схема
5	Побудова алгоритму функціонування додатку	17.09.2024 – 30.09.2024	Схема варіантів використання
6	Написання вихідного коду програми	01.10.2024 – 03.11.2024	
7	Налагодження програмного коду	04.11.2024 – 22.11.2024	
8	Оформлення пояснювальної записки	23.11.2024 – 05.12.2024	

Студент _____ **(Н.О.Шевчук)**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **(І.І.Кибалко)**
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра присвячена розробці системи управління TMS (Transportation Management System) для глобальних логістичних перевезень з аналітичною підтримкою бізнес-процесів. Робота складається з таких структурних частин: вступ, чотири розділи, висновки та список використаних джерел.

У першому розділі «Дослідження методів і алгоритмів оптимізації логістичних процесів у TMS» детально проаналізовано предметну область TMS. Розглянуто сучасні методи управління транспортними перевезеннями, включаючи планування, моніторинг, оптимізацію маршрутів та розподіл ресурсів. Особливу увагу приділено дослідженню підходів до автоматизації бізнес-процесів у транспортній логістиці та визначенню основних викликів, що стоять перед сучасними компаніями. У розділі представлено аналіз існуючих підходів до інтеграції інформаційних технологій у сферу транспортної логістики, а також наведено порівняння методів оптимізації перевезень з точки зору ефективності.

Другий розділ «Дослідження інформаційних технологій та програмних продуктів для розробки та впровадження системи управління TMS та пошуку глобальних логістичних перевезень з аналітичною підтримкою бізнес-процесів» складається з підрозділів: «Огляд сучасних інформаційних технологій для реалізації TMS», «Програмні рішення для автоматизації логістичних процесів», «Методи аналітичної підтримки бізнес-процесів у TMS», «Розробка архітектури TMS із підтримкою глобальних логістичних перевезень» та «Висновок до розділу 2». У цьому розділі детально розглянуто існуючі програмні рішення для управління транспортними перевезеннями, включаючи як комерційні, так і open-source рішення. Проведено аналіз їхніх переваг, недоліків та ключових функціональних можливостей. Розглянуто перспективи інтеграції аналітичних модулів для підтримки прийняття рішень,

таких як прогнозування попиту, оцінка продуктивності маршрутів та моделювання вартості перевезень.

У третьому розділі «Проектування системи управління TMS» представлено процес проектування архітектури системи та розробки її функціональних модулів. Підрозділи включають: «Формування функціональних вимог», «Моделювання бізнес-процесів», «Проектування аналітичного модуля» та «Інтеграція з зовнішніми сервісами». У цьому розділі розглянуто ключові аспекти розробки, такі як вибір технологічного стеку, архітектурний дизайн та побудова моделей даних. Особливу увагу приділено моделюванню бізнес-процесів, що стосуються планування та виконання перевезень, а також опису інтеграції з API зовнішніх систем, таких як платформи GPS-моніторингу чи системи ERP. Описано функціональні можливості аналітичного модуля, який використовує алгоритми для оцінки продуктивності логістичних процесів та генерації звітів для користувачів.

Четвертий розділ «Розробка додатку (Transportation Management System) та опис його функціонування» складається з підрозділів: «Опис модулів розроблюваного додатку», «Опис алгоритму пошуку логістичних компаній», «Опис алгоритму сортування логістичних компаній», «Тестування додатку», «Вдосконалення додатку для роботи з TMS» та «Висновки до розділу 4». У цьому розділі наведено реалізацію системи управління TMS, включаючи розробку користувацького інтерфейсу, алгоритмів оптимізації маршрутів та інтеграційних модулів. Розглянуто методику генерації оптимальних маршрутів із врахуванням таких факторів, як відстань, вартість пального, завантаження транспорту та час доставки.

У висновках узагальнено результати дослідження, оцінено практичну цінність розробленої системи TMS та її потенційний вплив на ефективність транспортної логістики. Наведено рекомендації щодо подальшого вдосконалення системи, зокрема інтеграції з новітніми технологіями, такими як аналітика для підвищення прозорості процесів.

ANNOTATION

The master's thesis is devoted to the development of a TMS (Transportation Management System) for global logistics transportation with analytical support for business processes. The thesis consists of the following structural parts: introduction, four chapters, conclusions and a list of references.

The first chapter, “Research of Methods and Algorithms for Optimization of Logistics Processes in TMS,” analyzes the subject area of TMS in detail. Modern methods of transport management, including planning, monitoring, route optimization and resource allocation, are considered. Particular attention is paid to the study of approaches to the automation of business processes in transport logistics and the identification of the main challenges facing modern companies. The chapter analyzes existing approaches to the integration of information technology in the field of transport logistics and compares methods of transportation optimization in terms of efficiency.

The second section “Research of information technologies and software products for the development and implementation of the TMS management system and search for global logistics transportation with analytical support of business processes” consists of subsections: “Overview of Modern Information Technologies for TMS Implementation”, ‘Software Solutions for Logistics Process Automation’, ‘Methods of Analytical Support for Business Processes in TMS’, ‘Development of TMS Architecture with Support for Global Logistics Transportation’ and ‘Conclusion to Section 2’. This section describes in detail the existing software solutions for transport management, including both commercial and open-source solutions. Their advantages, disadvantages, and key functionalities are analyzed. Prospects for integrating analytical modules to support decision-making, such as demand forecasting, route performance assessment, and transportation cost modeling, are also considered.

The third section, “Designing a TMS,” presents the process of designing the system architecture and developing its functional modules. Subsections include:

“Formation of functional requirements”, ‘Business process modeling’, ‘Design of the analytical module’, and ‘Integration with external services’. This chapter covers key aspects of development, such as technology stack selection, architectural design, and data modeling. Particular attention is paid to modeling business processes related to transportation planning and execution, as well as describing integration with APIs of external systems, such as GPS monitoring platforms or ERP systems. The functionality of the analytical module, which uses algorithms to evaluate the performance of logistics processes and generate reports for users, is described.

The fourth section “Development of the application (Transportation Management System) and description of its functioning” consists of subsections: “Description of the modules of the application under development”, ‘Description of the algorithm for searching for logistics companies’, ‘Description of the algorithm for sorting logistics companies’, ‘Testing the application’, ‘Improving the application for working with TMS’ and ‘Conclusions to Chapter 4’. This chapter describes the implementation of the TMS management system, including the development of the user interface, route optimization algorithms, and integration modules. The methodology for generating optimal routes, taking into account such factors as distance, fuel cost, vehicle load, and delivery time, is discussed.

The conclusions summarize the results of the study, assess the practical value of the developed TMS system and its potential impact on the efficiency of transport logistics. Recommendations for further improvement of the system, in particular integration with the latest technologies, such as analytics to increase process transparency, are provided.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра: 97 сторінок, 15 рисунків, 3 таблиці, 28 джерела.

Мета роботи – розроблення системи управління транспортною логістикою (TMS) для глобальних логістичних перевезень із забезпеченням аналітичної підтримки бізнес-процесів. Для реалізації поставленої мети необхідно провести аналіз сучасних інформаційних технологій, методів оптимізації логістичних процесів і принципів інтеграції з аналітичними модулями.

Об’єкт дослідження – процес пошуку та управління логістичними перевезеннями з використанням автоматизованих систем.

Предмет дослідження – система управління TMS (Transportation Management System) для глобальних логістичних перевезень з аналітичною підтримкою бізнес-процесів

Результат роботи: Розроблена система TMS забезпечує автоматизацію процесів планування, моніторингу, оптимізації та пошуку маршрутів і розподілу ресурсів для логістичних перевезень. Інтеграція аналітичного модуля дозволяє проводити оцінку ефективності транспортних процесів, формувати звіти та прогнозувати ключові показники. Система сприяє скороченню витрат, підвищенню ефективності логістичних процесів і покращенню якості обслуговування клієнтів.

Новизна роботи: У роботі досліджено особливості інтеграції аналітичних модулів у транспортні системи для оцінки ефективності логістичних процесів. Розроблено новий підхід до оптимізації пошуку маршрутів, що враховує глобальні фактори, такі як вартість т, завантаження транспорту та час доставки.

Ключові слова: *TMS, транспортна логістика, автоматизація, оптимізація пошуку маршрутів, аналітична підтримка, бізнес-процеси.*

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
API	Application Programming Interface
SQL	Structured Query Language
ORM	Application programming interface
JPA	Java Persistence API
BPMN	Business Process Model and Notation
TMS	Transportation Management System
PostGIS	Просторове розширення для PostgreSQL
Scalability	Здатність системи масштабуватись
Cloud Computing	Обчислення через віддалені сервери
Microservices	Архітектурний стиль, що базується на мікросервісах

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	12
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ І АЛГОРИТМІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У TMS.....	18
1.1. Аналіз методів оптимізації маршрутів для транспортних перевезень.....	18
1.2. Алгоритми пошуку перевізників і управління заявками.....	20
1.3. Методи прогнозування і аналізу попиту транспортних перевезень в логістичних процесах	22
1.4. Інтеграція TMS з іншими системами для оптимізації бізнес процесів.....	24
1.5. Методи забезпечення безпеки та захисту даних у TMS.....	27
1.6. Висновки до розділу 1.....	29
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ TMS ТА ПОШУКУ ГЛОБАЛЬНИХ ЛОГІСТИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З АНАЛІТИЧНОЮ ПІДТРИМКОЮ БІЗНЕС- ПРОЦЕСІВ	31
2.1. Огляд сучасних інформаційних технологій для реалізації TMS.....	31
2.2. Програмні рішення для автоматизації логістичних процесів.....	34
2.3. Методи аналітичної підтримки бізнес-процесів у TMS.....	36
2.4. Розробка архітектури TMS із підтримкою глобальних логістичних перевезень.....	39
2.5. Висновок до розділу 2.....	43
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ TMS ДЛЯ ГЛОБАЛЬНИХ ЛОГІСТИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ З АНАЛІТИЧНОЮ ПІДТРИМКОЮ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ.....	45

3.1. Використання існуючих засобів та моделей для роботи та генерації електронного підпису	45
3.2. Опис та побудова схем модулів TMS.....	50
3.3. Аналіз оптимізації алгоритмів для TMS	54
3.4. Постановка та обґрунтування проблеми.....	59
3.5. Висновки до розділу 3.....	61
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ДОДАТКУ (TRANSPORTATION MANAGEMENT SYSTEM) ТА ОПИС ЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ	64
4.1. Опис модулів розроблюваного додатку	64
4.2. Опис алгоритму пошуку логістичних компаній	71
4.3. Опис алгоритму сортування логістичних компаній	74
4.4. Тестування додатку	76
4.5. Вдосконалення додатку для роботи з TMS.....	80
4.6. Висновки до розділу 4.....	84
ВИСНОВКИ.....	99
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	101
ДОДАТКИ	105

ВСТУП

На сьогоднішній день актуальність систем управління транспортом (TMS, Transportation Management System) стрімко зростає, адже глобалізація бізнесу, збільшення обсягів міжнародних перевезень та підвищення конкуренції у сфері логістики вимагають нових підходів до управління логістичними операціями. TMS відіграє ключову роль у забезпеченні прозорості, автоматизації та оптимізації бізнес-процесів, що пов'язані з організацією перевезень, моніторингом вантажів та інтеграцією учасників ланцюгів постачань.

Використання таких систем дозволяє підприємствам зменшувати витрати на логістику, підвищувати точність та ефективність планування, а також мінімізувати ризики, пов'язані з організацією перевезень. Зокрема, TMS дає можливість автоматично формувати маршрути з урахуванням витрат, часу доставки та специфіки вантажів, забезпечувати інтеграцію з іншими інформаційними системами, а також аналізувати ключові показники ефективності для прийняття стратегічних рішень.

Крім того, сучасні TMS активно використовують аналітичні інструменти, які сприяють глибокому аналізу даних про транспортування, оптимізації ресурсів та прогнозуванню змін у логістичному середовищі. Завдяки цьому системи управління транспортом стають важливим елементом цифрової трансформації компаній, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними на глобальному ринку.

Основними перевагами застосування TMS є швидкість обробки інформації, надійність, можливість уникнення ручного документообігу, доступність даних у реальному часі та незалежність від територіальної розподільності учасників логістичних процесів. Унікальною особливістю таких систем є можливість інтеграції з глобальними логістичними платформами, що забезпечує доступ до широкого спектра послуг: від пошуку перевізників до аналізу ефективності виконаних перевезень.

Таким чином, використання TMS не лише сприяє підвищенню операційної ефективності, але й надає компаніям стратегічні переваги у вигляді покращення взаємодії з клієнтами, зниження логістичних витрат та підвищення якості послуг. У цьому контексті створення та впровадження сучасної системи TMS із аналітичною підтримкою бізнес-процесів стає ключовим фактором розвитку логістичних компаній у XXI столітті.

Актуальність теми. На даний момент використання систем управління транспортом (TMS) є необхідністю для ефективної організації логістичних процесів у глобальному масштабі. Розроблювана система TMS надасть можливість не лише оптимізувати перевезення, але й забезпечить аналітичну підтримку бізнес-процесів, що дозволить приймати більш обґрунтовані управлінські рішення.

Актуальність теми дослідження обумовлена наступними чинниками:

1. Можливість управління транспортними операціями дистанційно: забезпечення доступу до планування, моніторингу та аналізу перевезень у будь-якій точці світу.
2. Автоматизація взаємодії з учасниками логістичного ланцюга: забезпечення прозорості та швидкості обміну даними між перевізниками, замовниками та іншими сторонами.
3. Недостатня кількість інтегрованих програмних продуктів для глобальної логістики: багато компаній стикаються з обмеженнями у функціональності доступних TMS-систем.
4. Необхідність аналізу великих обсягів даних: забезпечення аналітичної підтримки для виявлення вузьких місць, оптимізації маршрутів та прогнозування витрат.
5. Узагальнення накопиченого досвіду в управлінні транспортом: впровадження найкращих практик та інтеграція сучасних технологій, таких як штучний інтелект, для підвищення ефективності роботи системи.

Таким чином, розробка сучасної TMS із можливістю гнучкої аналітики, інтеграції з глобальними платформами та підтримкою цифрових бізнес-процесів є ключовим напрямом розвитку логістичної індустрії та відповідає викликам сучасного світу.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розробка системи управління TMS (Transportation Management System), яка забезпечуватиме ефективний пошук глобальних логістичних перевезень та надаватиме аналітичну підтримку бізнес-процесів. Для реалізації цієї мети необхідно дослідити особливості інтеграції з іншими програмними продуктами, оптимізації логістичних процесів та застосування сучасних методів аналізу даних у сфері транспорту.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати ряд задач:

- Дослідження сучасних підходів до управління транспортом: аналіз існуючих TMS-рішень, їх переваг, недоліків та застосовності у глобальних перевезеннях.
- Вивчення алгоритмів та методів оптимізації логістичних процесів: розробка ефективних моделей маршрутизації та управління перевезеннями.
- Дослідження можливостей інтеграції з іншими інформаційними системами: забезпечення обміну даними між TMS та іншими логістичними платформами або ERP-системами.
- Проєктування функціональності системи: створення модулів для пошуку перевізників, розрахунку вартості, оптимізації маршрутів, моніторингу вантажів та аналітики.
- Розробка аналітичного модуля: інтеграція інструментів для аналізу даних про транспортування, оцінки ключових показників ефективності та прогнозування витрат.
- Розробка системи безпеки: забезпечення конфіденційності даних, які використовуються у TMS, та впровадження механізмів авторизації і доступу.

– Реалізація програмного забезпечення: розробка системи із застосуванням сучасних веб-технологій, таких як Nest.js, Next.js та PostgreSQL.

– Тестування та впровадження: перевірка коректності роботи системи, її функціональності та продуктивності, а також підготовка до використання у реальних умовах.

Таким чином, дослідження охоплює всі етапи створення сучасної TMS-системи, від аналізу та проєктування до тестування і впровадження, що забезпечить ефективність її використання у сфері глобальних логістичних перевезень.

Завдання які було виконано під час дослідження:

- Проведено аналіз існуючих систем управління транспортом (TMS) для глобальних логістичних перевезень.
- Досліджено особливості інтеграції TMS з іншими інформаційними системами та платформами.
- Запроектовано функціональні модулі для оптимізації маршрутизації, управління перевезеннями та аналітичної підтримки бізнес-процесів.
- Визначено напрямки адаптації системи до вимог користувачів та специфіки логістичних процесів.
- Реалізовано архітектуру TMS із підтримкою аналітичних інструментів.
- Виконано тестування програмного забезпечення для перевірки функціональності, продуктивності та відповідності поставленим задачам.

Об’єкт дослідження: Система управління транспортом (TMS) та її використання для організації, моніторингу та оптимізації глобальних логістичних перевезень.

Предмет дослідження: Система управління TMS (Transportation Management System) для глобальних логістичних перевезень з аналітичною підтримкою бізнес-процесів

Новизна роботи: В результаті проведеного дослідження одержано такі наукові результати:

- Досліджено особливості інтеграції TMS з глобальними логістичними платформами.
- Розглянуто методи та алгоритми оптимізації маршрутів і управління перевезеннями.
- Розроблено модуль аналітичної підтримки з використанням сучасних інструментів аналізу даних.
- Реалізовано функціонал автоматизованого пошуку перевізників та управління заявками.
- Створено TMS, яка забезпечує комплексну підтримку всіх етапів логістичних процесів.

Практичне значення одержаних результатів: Розроблена система TMS дозволяє:

- Працювати з великим обсягом даних про перевезення, аналізувати їх та використовувати для оптимізації процесів пошуку.
- Забезпечувати дистанційне управління логістичними операціями з будь-якої точки світу.

Теоретичне значення одержаних результатів: Дослідження методів та підходів до розробки TMS сприяє розвитку теорії управління логістикою та впровадженню цифрових технологій у сфері транспорту. Результати дослідження також можуть бути використані для вдосконалення освітніх програм у галузі логістики та кібербезпеки.

Апробація результатів: Розроблена мною система управління транспортом (TMS) є універсальним програмним продуктом, який може бути використаний як базова платформа для впровадження в реальних умовах логістичних компаній та підприємств, що займаються міжнародними перевезеннями. Завдяки її гнучкості та можливості налаштування під конкретні потреби бізнесу, система може бути адаптована до різних умов

роботи, зокрема в умовах високої динаміки ринку, різноманіття перевезень та необхідності інтеграції з іншими ІТ-інфраструктурами підприємств.

Структура: робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатку. Загальний обсяг роботи – 102 сторінки.