

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»  
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій  
Кафедра цифрових технологій та проектно - аналітичних рішень

## **АВТОРЕФЕРАТ кваліфікаційної роботи**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання  
освітньо-професійної програми  
«Комп'ютерні науки та цифровий інтелект»  
за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки

**на тему «Дослідження та проектування програмного рішення  
для управління вантажними перевезеннями автомобільним  
транспортом у ланцюгу поставок підприємства»**

Здобувач



Володимир ВІРИЧ

КРИВИЙ РІГ 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень.

Керівник:



Москаленко Валентина  
Володимирівна, професор, докт.  
техн. наук, Викладач ТОВ  
«ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Захист відбудеться 22 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні  
екзаменаційної комісії ([https://teams.microsoft.com/join/19%3Ameeting\\_Yjk3NDk2YTMtNzFiMS00MmU5LWI4ZjctNzYyMTYyZDA0MzA0%40thread.v2/0?context=%7B%22Tid%22%3A%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2C%22Oid%22%3A%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7D](https://teams.microsoft.com/join/19%3Ameeting_Yjk3NDk2YTMtNzFiMS00MmU5LWI4ZjctNzYyMTYyZDA0MzA0%40thread.v2/0?context=%7B%22Tid%22%3A%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2C%22Oid%22%3A%2201efadc2-6354-43fb-8f92-8e8c2485636b%22%7D)).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному  
репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ  
ПОЛІТЕХНІКА» 22 січня 2024 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Агресивна глобальна конкуренція створила дуже вимогливих клієнтів і потребує безперебійного постачання вантажів. Щоб задовольнити свої потреби щодо низької вартості, швидкості постачань та легкої доступності товарів, організації виходять за межі власних кордонів щодо управління своїми ланцюгами постачання та мінімізують ризики постачання.

Забезпечення стійкості ланцюга поставок є більш важливою задачею, ніж будь-коли. Бізнес-процеси логістики, об'єднані під узагальненою назвою Supply chain management, можна поділити на дві підгрупи:

- системи для стратегічного і тактичного планування (Supply Chain Planning – SCP);

- Системи для управління виконанням в режимі реального часу (Supply Chain Execution - SCE).

У свою чергу підгрупа SCE-систем представлена трьома видами програмних продуктів:

- 1) системи управління складом (Warehousing Management Systems – WMS);

- 2) системи для управління замовленнями (Order Management Systems – OMS);

- 3) системи управління перевезеннями (Transportation Management Systems – TMS).

Категорією, яка утворює зв'язки у ланцюгу постачання, у тому числі, і у зворотньому напрямку, до найвищого стратегічного рівня, є інформація у її загальному значенні, що використовується окремою організацією.

У SCM для підтримання обміну інформацією на всіх рівнях, як горизонтальних так і вертикальних, була взята для використання концепція Electronic data interchange (EDI – електронний обмін даними, ЕОД).

Особливістю процесу переміщення логістичної інформації є багатовекторність та циклічність. Один документ, як наприклад ТТН або CMR, отримують і використовують декілька отримувачів, навіть після завершення усього ланцюга постачання.

Отже, ланцюг постачання складається з багатьох бізнес-процесів і вимагає для забезпечення їх надійного виконання все більшого використання ІТ технологій та програмних засобів.

Актуальність теми роботи. Програмне рішення розробляється для внутрішньо корпоративного використання з метою уніфікації логістичних бізнес-процесів у структурі холдингу. Це дозволить синхронізувати роботу настільних програм з мобільним додатком і

дасть швидший зворотній зв'язок його користувачам, що забезпечує економію часу і знижує операційні витрати.

Після першого релізу і практичної апробації програмного рішення можлива подальша доробка застосунку як окремого комерційного продукту. Наповнена даними у процесі експлуатації база даних дозволить вимірювати показники виконання логістичних операцій та аналізувати їх з метою подальшого прогнозування та планування робіт у сфері логістики.

Постановка проблеми.

Сформовано задачу моделювання управління ланцюгом постачання автомобільним транспортом, а також розробки ефективного бізнес-процесу з урахуванням існуючих недоліків ланцюга постачань. Для управління таким бізнес-процесом треба розробити мобільний додаток, використання якого прискорить процес обміну інформацією та зменшить час виконання логістичних операцій.

Мета дослідження.

Вдосконалення системи ланцюгів постачання на підприємствах та підвищення ефективності управління вантажоперевезеннями автомобільним транспортом за рахунок дослідження та проектування мобільного додатку.

Об'єкт дослідження.

Управління ланцюгами постачання (Supply Chain management, SCM) у контексті вдосконалення зв'язків між елементами ланцюгів постачання через автоматизацію та вдосконалення функціоналу нових програмних рішень.

Предмет дослідження.

Бізнес-процес управління вантажоперевезеннями автомобільним транспортом, проектування програмного рішення для вдосконалення системи ланцюгів постачання підприємства.

Задачі дослідження.

– дослідити проблеми управління ланцюгом постачання на підприємствах та управління вантажоперевезеннями автомобільним транспортом;

– провести дослідження перспективних технологій у галузі ланцюгів постачання, які допоможуть розвитку галузі;

– провести дослідження та виявити «вузькі» місця в існуючих програмних рішеннях; дослідити системи електронного документообігу в логістиці;

– дослідити математичні моделі, методи та технології для розв'язання задач управління ланцюгами постачання;

– сформулювати задачу дослідження щодо розробки програмного рішення для керування ланцюгом постачання автомобільним транспортом для підвищення ефективності бізнес-процесів;

– змодельовати бізнес-процес управління вантажоперевезеннями автомобільним транспортом;

– визначити бізнес-вимоги до мобільного додатку, здатного забезпечити оптимізацію контролю за виконанням логістичних операцій під час пошуку транспорту, перевезення вантажу та виконання операційних дій суб'єктами ланцюгів постачання, у тому числі у сфері первинного документообігу.

Методи дослідження.

Дослідження базується на використанні методів бізнес-аналізу та проектного менеджменту і комбінації їх з науковими методами дослідження. У роботі використані сучасні методи, такі як SCRUM та LEAN, які є частиною загальної Agile методології та передбачають ітераційний процес розробки програмного забезпечення з мінімальним використанням ресурсів. Для вивчення можливостей оптимізації способів доставки вантажу і паралельного процесу документообігу було створено математичну модель транспортної задачі. Отже, було використано теоретичні методи пізнання, дедукції, класифікації та пояснення, емпіричні методи моделювання, аналізу і порівняння, а також розрахунку та опису.

Наукова новизна.

Запропоноване програмне рішення дасть змогу для одночасного його використання усіма учасниками перевезень, що призведе до синергетичного ефекту та підвищенню KPI завдяки скороченню часу на операційну діяльність. Оскільки зараз немає єдиного об'єднуючого програмного застосунку для розрізних програм, що використовуються у межах холдингу у ланцюгу постачань.

Практичне значення отриманих результатів.

Програмне рішення створюється для оптимізації та пришвидшення операцій з пошуку автотранспорту і контролю термінів перевезень, отримання та оформлення електронної товарно-супровідної документації. Програмне рішення розробляється для внутрішньокорпоративного використання.

Апробація отриманих результатів: Основні положення та результати доповідалися і обговорювалися на міжнародній науково-технічній конференції «MININGMETALTECH 2023 – Гірничо-металургійний комплекс: інтеграція бізнесу, технологій та освіти», 29 - 30 листопада 2023 року в ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА».

Структура та обсяг роботи.

Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел, 3 додатків. Загальний обсяг роботи становить 130 сторінок, робота містить 27 рисунків, 8 таблиць. Список використаних джерел складається з 36 джерел.

## ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У магістерській роботі обґрунтовано актуальність теми розробки програмного рішення на підставі аналізу існуючих програмних рішень у галузі логістики та виявлення «вузьких місць» у бізнес-процесах підприємств, пов'язаних із керуванням ланцюгами постачань (SCM), зокрема у частині електронного документообігу. Це обумовлено запровадженням у 2022 році Системи електронної товарно-транспортної накладної е-ТТН. На підставі аналізу недоліків у ланцюгу постачання та електронного документообігу було зображено з використанням UML модель «As Is – To Be» щодо вдосконалення системи обміну первинними бухгалтерськими документами після виконання автомобільних перевезень вантажів.

У роботі зазначається, що швидкі темпи розвитку світової економіки та різноманітність технологічних можливостей все більше змушують бізнес здійснювати постійне вдосконалення свого програмного забезпечення та шукати методи і можливості для обробки даних.

Розглянуто представлені на ринку програмного забезпечення програми. Зроблені висновки, що сучасна ІТ-індустрія намагається забезпечити певні бізнес-потреби та вимоги замовників. Але логістика, це одна з галузей, яка стрімко розвивається, і в ній використовуються усі передові технології зі сфери комп'ютерних наук. Що передбачає постійне вдосконалення та оновлення програмного забезпечення з використанням найсучасніших технологій штучного інтелекту (AI), зокрема, машинного навчання (ML) та нейромереж.

Кожна з цих технологій використовується в логістиці останнім часом у все більших обсягах. Цифровізація у ланцюжку поставок з технологіями штучного інтелекту допомагають підприємствам прискорити мультимодальні перевезення в межах Supply chain management, оптимізуючи поточну динаміку вантажних перевезень, особливо на промислових підприємствах.

У роботі зроблено акцент на важливості вдосконалення систем електронного документообігу EDO на прикладі електронних ТТН.

Звернено увагу на те, що цифровізація документів, електронна звітність, інтеграція та застосування спільних програмних комплексів для замовників логістичних послуг з їх підрядниками та субпідрядниками, а також серед різних структурних одиниць великих холдингів, є ефективним інструментом забезпечення швидкості процесів у ланцюгах постачання.

Українські підприємства інтегровані у світові ланцюги постачання. Займають лідируючі позиції у постачанні зернових, олії,

металу та мінеральних добрив. Тому підтримання конкурентного рівня та отримання переваг на світових ринках вимагають активного використання найсучаснішого програмного забезпечення у вигляді настільних рішень і мобільних застосунків. Ці застосунки використовуються для інформаційно-аналітичної підтримки організації процесів виробництва, обліку, постачання і зберігання товарів та їх управління.

У роботі обґрунтовується, чому їх застосування дасть можливість компаніям впроваджувати ефективні бізнес-процеси перед запровадженням Євросоюзом електронних CMR (міжнародних ТТН), як більш глобальної і складнішої системи.

На прикладі, запровадженої на металургійному комбінаті «Запоріжсталь» системи QR кодування, показана оптимізація логістичних процесів на різних етапах ланцюга постачання. Від складської інвентаризації, час якої скоротився на 60%, до підвищення рівня автоматизації, що дозволило знизити помилки операторів на складі готової продукції через «людський фактор».

Водночас у роботі відзначено, що використання складних інформаційних технологій ставлять перед логістичними компаніями великі виклики, які необхідно подолати. Технології трансформують ланцюги доданої вартості, розширюють і розмивають сферу логістики, тим самим руйнуючи традиційні галузеві кордони. Для врахування цих умов необхідно застосовувати комплексні інтегровані інформаційні системи. Об'єкти управління логістичними інформаційними системами це потоки інформації, які пов'язані з постачанням, виробництвом, запасами та розподілом готової продукції виробничо-господарських комплексів (як всередині так і за їх межами).

Для компаній стає актуальним забезпечення власними силами або із залученням спеціалізованих компаній-розробників необхідних програмних TMS модулів у стислі терміни. Тому для їх розробки використовують Agile-методології, які засновані на ітеративних підходах до розробки програмного забезпечення. На прикладі програмного рішення для автоматизації розроблено WBS (Work Breakdown Structure) – ієрархічну структуру робіт проєкту щодо розробки прототипу додатку «DiDoC».

Розробка магістерській роботі базується на проектному підході, що передбачає взаємодію зі стейкхолдерами проєкту і періодичне звітування про хід робіт над розробкою продукту. З метою врахування потреб стейкхолдерів, розуміння їх мотивів і як явних, так і неявних очікувань було розроблено «ментальні карти» (Empathy map). Оскільки логістичним додатком будуть користуватися і виконавці перевезень, було також створено ментальні карти для перевізників.

На прикладі інформаційної системи віртуального підприємства» (ICВП) наведено метод логічного висновку, заснованого на аналогіях (Case-Based Reasoning, або CBR-метод), який дозволяє організації, використовуючи досвід минулих ситуацій, аналізувати одразу документи та бізнес-процеси, пов'язані з ними, і приймати рішення у критичних ситуаціях.

Зроблено спробу змодельювати шлях від погодження до запуску програмного продукту у структурі «Метінвест-Холдінгу» за методологією «Розумова карта».

Оскільки розроблюване програмне рішення створюється «з нуля», було проведено оцінку головних ризиків, що можуть вплинути на проект. Серед головних ризиків виділені такі: вихід за межу бюджету проекту; бюрократичні перешкоди, які пов'язані насамперед із запровадженням електронного документообігу у частині електронних ТТН.

Були виконані економічні розрахунки щодо необхідних ресурсів та термінів на розробку програмного застосунку з використанням методології СОСОМО та діаграми Ганта, враховуючи різні розміри програмного коду застосунку та кількість функціональних вимог. Розрахунки показали, що для розробки застосунку є потреба у мінімум 20 технічних спеціалістів. За методологією SCRUM потрібно сформувати 2-3 команди. При запланованому розвитку програмного рішення перехід від фази мінімально життєздатного продукту (Minimum viable product – MVP) до повнофункціонального застосунку займе більше 10 місяців.

Для розробки MVP було використано модель LEAN CANVAS. Як пілотний варіант MVP «DiDoC» забезпечить оптимальну комунікацію між існуючими програмними системами (EDIN, SAP, Google maps.), що створить «ефект синергії» від використання застосунку.

Доведено, що за рахунок автоматизації операцій постачання, що дасть економією часу на їх виконання, будуть зекономлені додаткові кошти - 5% від логістичних витрат.

## ВИСНОВКИ

Управління ланцюгом постачання визначається як проектування, планування, впровадження, контроль і моніторинг операцій у ланцюгу постачання з метою підвищення чистого прибутку, створення конкурентоспроможної інфраструктури, координації пропозиції та попиту та вимірювання ефективності кожного етапу діяльності підприємства.

Враховуючи зростаюче занепокоєння щодо краху бізнесу, розгляд різних аспектів ланцюжка поставок став трендом серед власників та топ-менеджменту бізнесу в усьому світі.

У роботі розроблено проект програмного рішення для управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом у ланцюгу постачання. Це програмне рішення може бути використане як складова системи планування ланцюга поставок і може допомогти менеджерам ефективно вирішувати певні проблеми логістики.

На початковому етапі просування програмного рішення на IT-ринку велике значення матиме якісний маркетинг. Це пов'язано з традиційною архаїчністю мислення учасників ринку вантажних перевезень, низьку комп'ютерну грамотність перевізників, особливо серед власників транспорту, які найчастіше одночасно є і водіями. Потрібно проведення комплексу заходів щодо демонстрації переваг програмного рішення з метою переконання перевізників користуватися їм постійно задля отримання економічної вигоди.

На основі результатів, отриманих після запровадження MVP, після аналізу його ефективності та обмежень треба провести доопрацювання його - розробити повнофункціональний програмний застосунок для ефективної автоматизації бізнес-процесів.

## ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. VIRYCH.V MARKET RESEARCH OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT SYSTEMS AND RATIONALE FOR THE SOFTWARE APPLICATION DEVELOPMENT FOR TRANSPORTATION MANAGEMENT //Publishing House “Baltija Publishing”. – 2023.

## АНОТАЦІЯ

Вірич В.В. Дослідження та проєктування програмного рішення для управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом у ланцюгу поставок підприємства. Кваліфікаційна робота на здобуття ступеню вищої освіти – магістр за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки, освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки та цифровий інтелект» – ТОВ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кривий Ріг, 2024.

Метою роботи є вдосконалення системи ланцюга постачання на підприємстві та підвищення ефективності управління

вантажоперевезеннями автомобільним транспортом за рахунок дослідження та проектування мобільного додатку. Об'єктом дослідження є управління ланцюгами постачання (Supply Chain management, SCM) у контексті вдосконалення зв'язків між елементами ланцюгів постачання через автоматизацію та вдосконалення функціоналу нових програмних рішень. Предметом дослідження є бізнес-процес управління вантажоперевезеннями автомобільним транспортом, проектування програмного рішення для вдосконалення системи ланцюгів постачання підприємства

При виконанні роботи проаналізовано попит та пропозицію на створення мобільних додатків для автоматизації ланцюгів постачання. На прикладі системи для автомобільних перевезень виявлено вимоги до програмного рішення та формалізовано вимоги до нього.

Для розробки теоретичного підґрунтя роботи було проаналізовано основні математичні моделі, які використовуються у логістичній науці, зокрема транспортну задачу та задачу комівояжера з її різновидами.

Для візуального та логічного представлення змісту програмного рішення – його основного функціоналу, було застосовано діаграму потоків даних у DFD нотації. Що дало розуміння необхідності зробити акцент на синхронізації програм, які планується функціонально поєднати з додатками, такими як EDIN, SAP, Google maps.

Сформовано основні функції розроблюваного програмного рішення, які визначені стейкхолдерами, надано опис ролей користувачів та відповідних функцій, для проектування застосунка використані діаграми у нотації UML.

Виконані розрахунки потреб у ресурсах та обчислені витрати на розробку застосунку, зроблена оцінка ризиків, розрахована точка беззбитковості, визначені перспективи застосунку.

Ключові слова: управління ланцюгом постачання, система електронного документообігу, E-TTН, EDIN, системи управління складом, системи управління перевезеннями, модель «As Is – To Be».

## ABSTRACT

Virich V. V. Research and design of a software solution for managing freight transportation by road in the supply chain of an enterprise. Qualification work for the degree of higher education - Master's degree in specialty 122 Computer Science, educational and professional program "Computer Science and Digital Intelligence" -

METINVEST POLYTECHNICA TECHNICAL UNIVERSITY LLC, Kryvyi Rih, 2024.

The aim of the work is to improve the supply chain system at the enterprise and increase the efficiency of cargo transportation management by road transport through the research and design of a mobile application. The object of research is supply chain management (SCM) in the context of improving the links between supply chain elements through automation and improving the functionality of new software solutions. The subject of the study is the business process of managing cargo transportation by road, designing a software solution to improve the supply chain system of an enterprise.

In the course of the work, the supply and demand for the creation of mobile applications for supply chain automation were analyzed. Using the example of a system for road transportation, the requirements for a software solution are identified and formalized.

To develop the theoretical basis of the work, the basic mathematical models used in logistics science were analyzed, including the transportation problem and the salesman problem with its variants.

For visual and logical representation of the content of the software solution - its main functionality - a data flow diagram in DFD notation was used. This made us understand the need to emphasize the synchronization of programs that are planned to be functionally combined with applications such as EDIN, SAP, Google maps.

The main functions of the software solution under development were identified by stakeholders, a description of user roles and corresponding functions was provided, and UML diagrams were used to design the application.

The resource requirements are calculated and the costs of developing the application are calculated, the risks are assessed, the break-even point is calculated, and the prospects for the application are determined.

Keywords: supply chain management, electronic document management system, E-B/L, EDIN, warehouse management systems, transportation management systems, As Is - To Be model.