



ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра автоматизації, електро- та робототехнічних систем

«Допущено до захисту»
Гарант ОПП

Павло Сагайда

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО
РІШЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ
ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ У
ЛАНЦЮГУ ПОСТАВОК ПІДПРИЄМСТВА»

Керівник роботи

Валентина
Москаленко

Консультант від
бази практики

Олександра Луцька

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач

Володимир Вірич

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Олена Павленко

Кривий Ріг 2024

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»	
Факультет	<u>автоматизації виробництва та цифрових технологій</u>
Кафедра	<u>цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень</u>
Ступінь вищої освіти	<u>магістр</u>
Спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>
ОПП	<u>Комп'ютерні науки та цифровий інтелект</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОПП

_____ Павло САГАЙДА

«06» листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Віричу Володимиру Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Дослідження та розробка програмного рішення для управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом у ланцюгу поставок підприємства»
керівник роботи *Москаленко Валентина Володимирівна, професор, д.т.н.*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом Університету від 29.08. 2023 р. №137.1/29.08.2023
2. Термін подання роботи 16.01.2024 р.
3. Вихідні дані до роботи *Навчальна література, державні стандарти, методична література з спеціальних дисциплін та дипломування, науково-дослідницькі роботи з тематики автоматизації управління перевезеннями автомобільним транспортом у ланцюзі постачання підприємства, літературні джерела, результати власних експериментів та досліджень, технологічні інструкції тощо.*
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) *Реферат. Зміст. Вступ. 1. Дослідження стану автоматизації управління перевезеннями автомобільним транспортом у ланцюзі постачання підприємства. 2. Бізнес-процес управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом 3. Моделювання програмного рішення управління вантажними перевезеннями 4. Управління проектом розробки мобільного додатку для управління вантажними перевезеннями 5. Економічні розрахунки. Висновки. Перелік посилань. Додатки.*
5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *Актуальність, мета, об'єкт, предмет та завдання дослідження; модель керування ланцюгом постачання, бізнес-процес управління вантажними перевезеннями;*

діаграми проекту щодо розробки програмного рішення в нотації UML;
результати економічних розрахунків; висновки щодо результатів
роботи; наукова публікація.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта
1	Москаленко В.В., проф. каф. ЦТПАР
2	Москаленко В.В., проф. каф. ЦТПАР
3	Москаленко В.В., проф. каф. ЦТПАР
4	Москаленко В.В., проф. каф. ЦТПАР
5	Гетьман І.А., доц. каф. ЦТПАР

7. Дата видачі завдання 06.11.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Розділ 1. Дослідження стану автоматизації управління перевезеннями автомобільним транспортом	25.12.2023 - 30.12.2023
2	Розділ 2. Бізнес-процес управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом у ланцюзі поставок підприємства	25.12.2023 - 30.12.2023
3	Розділ 3. Моделювання програмного рішення управління вантажними перевезеннями	25.12.2023 – 02.01.2024
4	Розділ 4. Управління проектом розробки мобільного додатку для управління вантажними перевезеннями	03.01.2024 - 07.01.2024
5	Розділ 5. Економічні розрахунки	03.01.2024 - 07.01.2024
6	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	07.01.2024 – 08.01.2024
7	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	10.01.2024 – 16.01.2024
8	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	17.01.2024 – 19.01.2024
9	Рецензування завершеної роботи. Захист	19.01.2024 – 22.01.2024

Здобувач

Володимир Вірич

Керівник роботи

Валентина Москаленко

РЕФЕРАТ

Дипломна робота магістра складається зі вступу, 5-и розділів, висновків, списку використаних джерел, 3-х додатків. Обсяг 130 сторінок, 27 рисунків, 8 таблиць, джерел 36.

Мета роботи: вдосконалення системи ланцюгів постачання та підвищення ефективності управління транспортом за рахунок дослідження та проектування мобільного додатку. Об'єкт дослідження: управління ланцюгами постачання у контексті вдосконалення зв'язків між елементами ланцюгів постачання через автоматизацію та вдосконалення функціоналу нових програмних рішень. Предмет дослідження це бізнес-процес управління перевезеннями, для вдосконалення системи ланцюгів постачання підприємства. Методологія проведення роботи, полягає у використанні теоретичної бази з проблематики роботи з використанням вітчизняних та іноземних джерел для формування задачі моделювання керування ланцюгом постачання автомобільним транспортом. Також у якості аналітичної бази було здійснено аналіз наявного на ринку програмного забезпечення та технологій які у них використовуються. Крім того було створено математичну модель на основі класичного рішення Транспортної задачі. Таким чином було використано теоретичні методи пізнання. дедукції, класифікації та пояснення і емпіричні методи моделювання, аналізу і порівняння а також розрахунку та опису. Розроблено бізнес-вимоги до мобільного додатку, здатного забезпечити оптимізацію контролю за виконанням логістичних операцій: пошуку транспорту, перевезення вантажу, документообігу.

Ключові слова: управління ланцюгом постачання, система електронного документообігу, E-TTН, EDIN, системи управління складом (WMS), системи управління перевезеннями (TMS), модель AS IS – To Be.

SUMMARY

The master's thesis consists of an introduction, 5 chapters, conclusions, a list of references, and 3 appendices. Volume 130 pages, 27 figures, 8 tables, 36 sources.

Purpose: to improve the supply chain system and increase the efficiency of transport management through the research and design of a mobile application. Object of research: supply chain management 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 transportation management to improve the supply chain system of the enterprise. The methodology of the work is to use the theoretical basis on the problems of work using domestic and foreign sources to formulate the problem of modeling the management of the supply chain of road transport. Also, as an analytical basis, an analysis of the software available on the market and the technologies used in them was carried out. In addition, a mathematical model was created based on the classical solution of the Transportation Problem. This was done using theoretical methods of cognition, such as deduction, classification and explanation, and empirical methods of modeling, analysis and comparison, as well as calculation and description. The business requirements for a mobile application capable of optimizing control over logistics operations: transport search, cargo transportation, and document management have been developed.

Keywords: supply chain management, electronic document management system, E-B/L, EDIN, warehouse management systems (WMS), transportation management systems (TMS), AS IS - To Be model.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ У ЛАНЦЮЗІ ПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА.....	10
1.1 Аналіз особливостей та проблем автоматизації управління перевезеннями автомобільним транспортом у ланцюзі постачання підприємства.....	10
1.2 Аналіз інформаційних технологій та систем цифрового інтелекту для управління ланцюгом постачання і вантажних перевезень.....	17
1.3 Аналіз математичних моделей та алгоритмів для розв'язання задач у сфері транспортної логістики.....	27
1.4 Висновки за розділом.....	39
Розділ 2. БІЗНЕС-ПРОЦЕС УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ У ЛАНЦЮЗІ ПОСТАВОК ПІДПРИЄМСТВА.....	41
2.1 Постановка задачі дослідження.....	41
2.2 Математична модель керування ланцюгом постачання автомобільним транспортом.....	42
2.3 Розробка бізнес-процесу управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом у ланцюзі постачання підприємства.....	48
2.4 Висновки за розділом.....	49
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГРАМНОГО РІШЕННЯ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ.....	51
3.1 Розробка вимог до програмного рішення для управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом.....	51
3.1.1 Формування бізнес-цілей розробки програмного рішення.....	51
3.1.2 Основні бізнес-вимоги користувачів програмного рішення.....	53

3.2 Розробка концептуальної моделі мобільного додатку управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом.....	59
3.3 Вибір методики розробки програмного рішення (мобільного додатку) управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом.....	61
3.4 Визначення бізнес-цінності мобільного додатку управління вантажними перевезеннями автомобільним транспортом.....	66
3.5 Висновки за розділом.....	71
РОЗДІЛ 4. УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТОМ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ.....	72
4.1 Концепція проєкту щодо розробки програмного рішення для управління вантажними перевезеннями.....	72
4.1.1 Цілі проєкту.....	72
4.1.2 Припущення та залежності проєкту.....	73
4.1.3 Ступені зацікавленості стейкхолдерів у розробці програмного рішення.....	74
4.1.4 Бізнес-правила для розробки проєкту.....	75
4.1.5 Планування випуску версій додатку.....	77
4.1.6 Бізнес-цілі проєкту.....	80
4.2 Моделювання ризиків проєкту створення застосунку програмного рішення для управління вантажними перевезеннями.....	81
4.3 Планування розробки програмного рішення за методологією SCRUM.....	85
4.4 Висновки за розділом.....	88
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	89
5.1 Економічні розрахунки з використанням діаграми Ганта.....	89
5.2 Оцінка витрат за методикою «СОСОМО»	92
5.3 Висновки за розділом.....	98
ВИСНОВКИ.....	99
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	100
ДОДАТОК А.....	105
ДОДАТОК В.....	108

ДОДАТОК С.....

124

ВСТУП

Агресивна глобальна конкуренція створила дуже вимогливих клієнтів і потребує безперервного 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 фактори ризиків ланцюга постачання.

Стійкість ланцюга поставок є більш важливою, 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 в тому числі і у зворотньому напрямку, до найвищого стратегічного рівня, є інформація у її загальному значенні як всієї множини даних, що використовуються 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 СМР, отримують і використовують декілька отримувачів, навіть після завершення усього ланцюга постачання.

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

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 дозволить зекономити час та знизити операційні витрати.

Після першого релізу і практичної апробації можлива подальша розробка програмного рішення як окремого комерційного продукту. Накопичена в процесі експлуатації база даних дозволить робити дослідження та вимірювати показники з метою подальшого прогнозування та планування у сфері логістики.

Постановка проблеми. Сформовано задачу моделювання керування ланцюгом постачання автомобільним транспортом, а також ефективного бізнес-процесу з урахуванням існуючих недоліків ланцюга постачань. Для керування таким бізнес-процесом треба розробити програмне рішення, використання якого прискорить процесу обміну інформацією та час виконання логістичних операцій.

Мета дослідження. Вдосконалення системи ланцюгів постачання на підприємствах та підвищення ефективності управління вантажоперевезеннями автомобільним транспортом за рахунок дослідження та проектування програмного рішення.

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:

- провести дослідження проблем управління ланцюгом постачання на підприємствах та управління вантажоперевезеннями автомобільним транспортом; 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 програмного рішення для керування ланцюгом постачання автомобільним транспортом для підвищення ефективності бізнес-процесів, змодельювати бізнес-процес управління вантажоперевезеннями автомобільним транспортом

- визначити бізнес-вимоги до програмного рішення, здатного забезпечити оптимізацію контролю за виконанням логістичних операцій під час пошуку транспорту, перевезення вантажу та виконання операційних дій суб'єктами ланцюгів постачання, в тому числі у сфері первинного документообігу для моделювання програмного рішення з врахуванням можливих ризиків для їх уникнення у процесі створення мобільного додатку.

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

Наукова новизна. Програмне рішення яке пропонується розробити 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 застосування для розрізаних 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. Застосунок розробляється для внутрішнього корпоративного використання.

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

РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ У ЛАНЦЮЗІ ПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Аналіз особливостей та проблем автоматизації управління перевезеннями автомобільним транспортом у ланцюзі постачання підприємства

«Магічний квадрат» компанії Gartner є одним з орієнтирів оцінки якості програмних продуктів для учасників світового логістичного ринку, у якому візуалізуються щорічні дослідження компанії.

Gartner визначає системи управління транспортуванням (TMS) як програмне забезпечення, яке підтримує мультимодальне планування та виконання фізичного переміщення товарів у ланцюжку поставок [2].

У 2023 році лідером, в черговий раз, стало програмне рішення Oracle Transportation Management (OTM), друге та третє місце у Blue Yonder та SAP Transportation Management (TM), як зображено на Рисунок 1.1[12].

Але зазначені системи відносно мало розповсюджені в Україні, перш за все через складність впровадження та вартість. Такі масштабні програми як SAP запроваджені у глобальних підприємствах та є системами ERP класу, і, недоступні малому та середньому бізнесу.

При цьому, ринок TMS в Україні активно розвивається, оскільки дозволяє автоматизувати процеси логістики та інтегрувати різні модулі, наприклад бухгалтерський, складський та транспортний між собою.

Багато компаній в Україні пропонують програмні рішення, коли

окремі модулі TMS-систем можуть бути інтегровані до більших програмних модулів, наприклад як вже згадуваний SAP.

Figure 1: Magic Quadrant for Transportation Management Systems



Рисунок 1.1 – «Магічний квадрат» Gartner для програмних рішень SCM у 2023 році

Такі «локальні гравці», зі своїми рішеннями, поступаються у обсязі послуг світовим софтверним гігантам, але виграють за рахунок гнучкості та клієнтоорієнтованості. Вони надають ці послуги у сфері B2B та B2G.

Йдеться зокрема про ЕОД для обміну ТТН – як первинного бухгалтерського документу. Наразі у країні відбувається перехід від

паперових, до електронних е-ТТН, з подальшою інтеграцією до схожої європейської системи е-CMR. Е-ТТН в Україні створена за стандартами ЄС, тож вона стане основою для розширення з внутрішнього ринку на міжнародні перевезення [3].

Наприкінці минулого 2022 року було завершено розробку Системи електронної товарно-транспортної накладної (е-ТТН) в Україні. Перші три компанії-провайдери (EDIN, ПТАХ та AgriChain) пройшли тестування щодо взаємодії з Системою електронного документообігу е-ТТН. Зокрема, дві компанії (EDIN та ПТАХ) вже успішно завершили тестування взаємодії, ще одна компанія (AgriChain) отримала рекомендації щодо доопрацювання свого програмного забезпечення, як це зазначено у Додатку А.

Передбачалося, що «Зокрема, з 1 лютого 2023 року бізнес має час на поступовий перехід, тестування та адаптацію до використання е-ТТН. Для цього компанії потрібно укласти договір з одним із провайдерів ЕДО, що приєдналися до проекту, щоб 1 серпня бути повністю готовою до цифровізації цього бізнес-процесу»[4].

Поки такого переходу ще не відбулося, спочатку через COVI-19, та наразі через війну РФ проти України. Але 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 та активів великих холдингів, є нагальною потребою та ефективним інструментом забезпечення швидкості процесів у ланцюгах постачання.

Українські підприємства інтегровані у світові ланцюги постачання. Навіть займають лідируючі позиції у постачанні зернових, олії, металу та мінеральних добрив. Тому підтримання конкурентного рівня, та в ідеалі, перевага на світових ринках, вимагають активного використання найсучаснішого програмного забезпечення у вигляді настільних рішень та мобільних застосунків при організації процесів постачання.

Як було зазначено вище, поки що лише два підприємства в Україні пройшли тестування щодо взаємодії з Системою електронного документообігу е-ТТН. Цього однозначно недостатньо щоб забезпечити відповідними програмними продуктами усі підприємства пов'язані із постачанням та логістикою. Також відносна невелика кількість підприємств які надаватимуть такі послуги може означати певну монополізацію ринку і пов'язану із цим цінову політику та затримки у часі на розробку та впровадження своїм клієнтам через брак потужностей.

Таким чином, для компаній стає актуальним забезпечення власними силами або із залученням спеціалізованих компаній-розробників необхідних програмних TMS модулів у стислі терміни. Це дозволить вчасно оптимізувати ланцюги постачання на «абстрактному» рівні електронного документообігу для покращення результатів бізнесу на фізичному рівні виконання логістичних послуг.

У роботі [5] визначено, що враховуючи стратегічну важливість розуміння можливостей і загроз технологічного розвитку для досягнення стійкої конкурентоспроможності, вивчення технологічних тенденцій має вирішальне значення для успішних технологічних стратегій у логістичному секторі. Враховуючи швидкі темпи розвитку та різноманітність технологічних можливостей, логістика все більше потребує методологічної підтримки та відповідних даних, щоб зменшити складність і тягар вивчення технологічних тенденцій. З послабленням торговельних бар'єрів і впровадженням передових технологій логістика стала стратегічним завданням і ключем до розвитку стійких конкурентних переваг підприємств. Одним із найважливіших факторів, які роблять логістику джерелом диференціації, є технології, і з розвитком новітніх технологій ця роль

стала ще важливішою та різноманітнішою. Загальновизнано, що правильне використання технології може підвищити ефективність логістики, а також створити нові бізнес-моделі в логістиці. Наприклад, технології ідентифікації та збору даних, такі як штрих-кодування і радіочастотна ідентифікація (RFID), широко використовуються для відстеження товарів і збору даних в режимі реального часу по всьому ланцюгу поставок. Ці дані також можна використовувати з інформаційними системами, такими як системи управління торговими точками і системи управління складами, для ефективного управління та прийняття рішень.

Крім того, провідні компанії, такі як Amazon, використовують ці дані для визначення моделей попиту та здійснення випереджувальної доставки. Ці технології також можуть зменшити невизначеність, пов'язану зі складними ланцюгами постачання та швидкозмінними ринками. Таким чином, збільшення та урізноманітнення технологічних можливостей для інновацій може призвести до збільшення можливостей для логістичних фірм використовувати передові технології у своєму бізнесі. Відповідно, технологічний потенціал став одним з найсильніших гарантів виживання у швидкозмінному конкурентному середовищі шляхом пошуку стійкої конкурентоспроможності

Українській бізнес активно впроваджує кращі програмні рішення. Зокрема на промислових підприємствах, так «вдалим прикладом впровадження новітнього програмного забезпечення у ланцюгу постачання в українських підприємствах є досвід заводу «Запоріжсталь». Компанія однією з перших серед металургійних підприємств України впровадила систему QR-кодування готової продукції на базі системи SAP Mobile Inventory Management. Дана система дозволяє автоматизувати процес інвентаризації та відвантаження готової продукції. Запуск системи QR-кодування готової

продукції на базі рішення SAP IM де один із етапів впровадження автоматизованої системи управління процесами підприємства SAP.

Протягом трьох місяців фахівці комбінату організували процес маркування QR-кодами готової продукції, оснастили операторів складу готової продукції сканерами QR-кодів, розробили технічне рішення для передачі відсканованої інформації в інформаційну базу даних комбінату, де вона обробляється і використовується для формування документації.

Було модернізовано не тільки виробничий процес, а й інфраструктурні елементи. Система QR кодування оптимізувала логістичний процес на підприємстві. «Запоріжсталь» був першим в Україні металургійним підприємством з впровадженою системою QR.

Дана система дозволила на 60% скоротити час проведення інвентаризації, виключити можливість розкрадань продукції з комбінату, спростити і прискорити роботу операторів на складі готової продукції, скоротить до мінімуму вплив людського фактору та дозволила актуалізувати облік. Завдяки даній системі, споживачі комбінату отримують вичерпну інформацію щодо продукції металургійного комбінату «Запоріжсталь», оскільки вона містить дані щодо номеру плавки, партії, виду, марки, розміру, вага продукції»[6].

У той же час, ці технологічні зміни 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.

Усталені гравці повинні змагатися з новими, несподіваними конкурентами, які часто озброєні новітніми технологіями та переконливими бізнес-моделями. На відміну від традиційних гравців, нові гравці не просто переймають технології; вони, скоріше, більш схильні розвивати технології та забезпечувати стійку конкурентоспроможність. Це може означати більшу невизначеність,

особливо для компаній, які не мають достатніх знань чи досвіду використання технологій для інновацій. [5]

Досягнення цілей логістики вимагає постійного спостереження і керування інформаційними потоками і системами. Наголошується на необхідності врахування простору, часу і зв'язків між логістичними даними. Для обліку всіх цих умов необхідно застосовувати комплексні інтегровані інформаційні системи. Об'єкти управління логістичними інформаційними системами це потоки інформації, пов'язані з постачанням, виробництвом, запасами та розподілом готової продукції в багато надійних виробничо-господарських комплексах (як всередині окремих організацій так і за їх межами).

Так, на думку Гуржій Н.М., Бахметової Я.Ю., Гальчинської І.А., суб'єктом управління інформаційними потоками в логістичних системах є конкретні структурні підрозділи або особи, що приймають рішення. Такі групи зображено на рисунку.1.2 [6].

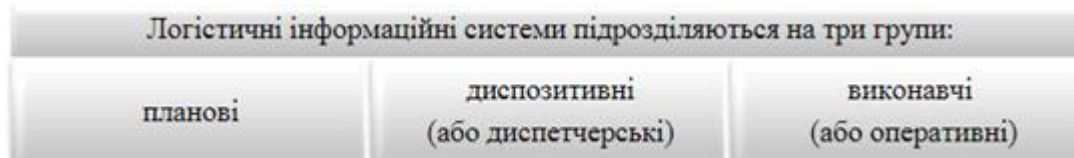


Рисунок 1.2 – Види логістичних інформаційних систем

Планові інформаційні системи – створюються на адміністративному рівні управління та служать для прийняття довгострокових рішень стратегічного характеру. Вони вирішують такі завдання: створення та оптимізація ланцюгів логістичні мережі; управління умовно постійними, тобто мала змінюється даними; планування виробництва; загальне управління запасами; управління резервами та іншими завданнями.

Диспозитивні інформаційні системи створюються на рівні управління складом або цехом і служать для забезпечення відпрацьованої роботи логістичних систем. Вони можуть вирішити наступні завдання: детальне управління запасами (місцями складування); розпорядження внутрішньо-складським (або внутрішньо заводським) транспортом; відбір вантажів за замовленнями та їх комплектування, облік відправлених вантажів та інших завдань.

Виконавчі інформаційні системи створюються на рівні адміністративного або оперативного управління. Цими системами можуть бути вирішені різноманітні завдання, пов'язані з контролем матеріальних потоків, оперативним управлінням обслуговування продукції, керуванням переміщеннями тощо. Формування інформаційної системи в логістиці здійснюється по ієрархічному принципу, причому в логістичних інформаційних системах нумерація рівнів починається з нижчого. Такий принцип прийнято з метою забезпечення можливості нарощування інформаційної системи більш високими рангами та її включенням як підсистеми в загальні системи та мережі більш високого порядку, якщо в цьому з'явиться необхідність.

1.2 Аналіз інформаційних технологій та систем цифрового інтелекту для управління ланцюгом постачання і вантажних перевезень

Додатки, які усувають ізоляцію даних, покращують комунікацію, посилюють маркетингові зусилля і дають можливість менеджерам приймати ефективні рішення. Від розробки продукту до кінцевої

доставки, дані про ланцюги поставок дозволяють компаніям створювати нові продукти, розвивати існуючі пропозиції вдосконалювати системи та розробляти стратегії точного маркетингу.[7]

Споживачі очікують високоякісної продукції, швидкої доставки та оперативного після продажного обслуговування за все більш високими стандартами від розміщення замовлення до кінцевої доставки. Програмне забезпечення та системи електронної комерції обіцяють підвищену швидкість, легку обробку платежів та безліч каналів зв'язку. Удосконалення логістичних операцій покращує послуги доставки для клієнтів, водночас зменшуючи витрати та складність для бізнесу. [8]

З описанного, можна зробити висновок про три основні переваги мобільних застосунків перед десктопними рішеннями:

- портативність;
- швидкість: підвищення продуктивності та ефективності;
- краще обслуговування клієнтів.

Але отримання програмних продуктів, які відповідають вказаним характеристикам є справою непростого, витратною та тривалою в часі. Така робота не є профільною для багатьох бізнесів, оскільки відноситься до сфери ІТ. Тому розробка додатків, а також безперервна підтримка та оновлення ПЗ віддаються на аутсорсінг ІТ компаніям, або програмним продуктам великих софтверних компаній на зразок Microsoft або ORACLE чи SAP, які пропонують цілі програмні екосистеми для різних видів бізнесу.

Усі програми з управління ланцюгами постачання мають забезпечувати наступні бізнес-вимоги:

Прогнозувати попит – це процес розуміння та прогнозування попиту споживачів, на певний продукт або категорію. Цей процес базується на аналізі історичних даних про продажі, та тенденції ринку, з наступним прогнозом на основі статистичних моделей прогнозування, таких як сезонний, лінійний або постійний тренд. Процес управління

ланцюгом поставок залежить від попиту майбутнього клієнта та точності прогнозування тенденцій.

Планувати попит - це бізнес процес визначення та управління попитом клієнтів на продукцію та послуги. Планування попиту клієнта складається зі статистичного прогнозу з використанням найбільш відповідної моделі. В результаті процесу планування попиту компанія отримує план продажів, який ініціює процес планування послуг, виробництва, планування запасів та планування доходів.

Планувати доходи - йдеться про управління ресурсами в компанії. Для досягнення очікуваного доходу слід враховувати такі речі: аналіз наявних ресурсів, планування очікуваних витрат та / або інвестицій в бізнес.

Планувати запаси - що означає процес управління наявними товарами, а також прийняття своєчасних замовлень для визначення оптимальної кількості та запобігання надмірним запасам та запасам. Процес оптимізація запасів має на меті збалансувати між запасами (SKU) та оборотними коштами, щоб отримати максимальний дохід.

Планувати матеріальні потреби (MRP) - це процес, що включає планування виробництва, планування та систему управління запасами, що використовується для управління виробничими процесами. Для того, щоб розрахувати, який матеріал необхідний і коли замовлення може увійти у виробництво, процес MRP враховує інформацію про технічний документ, виробничий план та матеріальний план. [9]

Наразі існує різноманітне програмне забезпечення для роботи щодо управління ланцюгами постачання.

Візьмемо за основу для огляду десктопний програмний продукт «Streamline». За інформацією його розробника, «Streamline» забезпечує двонаправлену інтеграцію з будь-яким джерелом даних,

системою ERP або кількома одночасно, включаючи: ODBC, Custom API, Excel, SAP ERP, SAP S/4HANA, SAP Business One, Oracle NetSuite, Oracle JD Edwards EnterpriseOne, Microsoft Dynamics 365, Microsoft Dynamics 365 Business Central (BC), Microsoft Dynamics GP, Microsoft Dynamics NAV, QuickBooks Online, QuickBooks Desktop Enterprise, Odoo, Extensiv Order Manager (Skubana), Spire, Unleashed, Cin7, Fishbowl, Shopify, Sellercloud, Exact Online, Finale Inventory, Acumatica, Pronto Xi та інші системи [9].

«Streamline» є провідним у світі постачальником програмного забезпечення для керування ланцюгами поставок для виробників, дистриб'юторів, роздрібних торговців, електронної комерції, брендів і 3PL.

Функціонал програмного забезпечення «Streamline» дозволяє:

- просте налаштування, кодування не потрібно;
- безкоштовно для основних функцій;
- легко підключається до будь-якої системи ERP або кількох одночасно.
- забезпечує доступність запасів 99+%;
- досягає високої точності прогнозу за допомогою прогнозування на основі ШІ;
- зменшує випадки відсутності в наявності до 98%;
- скорочує зайві запаси до 50%;
- зменшує час, витрачений на прогнозування, планування та замовлення, до 90%;
- створює до 56x ROI за один рік.

До основного, але не вичерпного функціоналу «Streamline» відноситься:

- прогнозування попиту;
- автоматизоване статистичне прогнозування;
- сезонність та тенденції ринку;

- щомісячний / тижневий прогноз;
- календарні події та акції;
- автоматичне очищення відхилень;
- гнучкий вибір та зміни моделі;
- прогнозування зверху вниз і знизу вгору;
- планування попиту та доходів;
- прогнозування ієрархії продуктів на будь-якому рівні;
- планування за SKU, розташуванням та каналом;
- планування доходів;
- система затвердження прогнозу;
- облік втрачених продажів;
- прогнозування нових продуктів;
- заміщення прогнозу вручну;
- злиття / заміна продуктів (заміни);
- звіт про точність прогнозу;
- планування матеріальних потреб;
- багаторівневі специфікації (технічні документи);
- серійне виробництво;
- вимоги до матеріалів та план виробництва;
- замовлення на придбання матеріалів;
- планування та оптимізація запасів;
- прогнозовані рівні запасів;
- генерація замовлення на придбання;
- сповіщення про запас/запас4
- розрахунок запасу безпеки;
- багатоешелонна оптимізація запасів;
- мінімальна / максимальна та періодична стратегії поповнення;
- ABC-аналіз;
- звіт KPI;
- інтеграція з основними ERP та базами даних;

- оптимізація запасів за допомогою переказів між магазинами [9]

Можна також навести перелік відомих на ринку логістики, спеціалізованих програм для ланцюгів постачання. Вони популярні, мають широкий функціонал та додаткові можливості для кастомізації але, за промовчаням вони призначені для настільних комп'ютерів і не мають мобільних версій.

1. SAP Integrated Business Planning - інструменти фінансового прогнозування, складання бюджету, планування сценаріїв, консолідації та інструментів співпраці. Абсолютно можливо використовувати цю ERP для процесів ланцюга поставок.

2. Oracle Fusion Cloud Supply Chain Planning-Це простіший інструмент у більшій формі у вигляді електронної таблиці, який дозволяє легко завантажувати та завантажувати дані. Крім того, він має вбудовані можливості для інтеграції з іншими модулями Oracle, такими як вдосконалене планування ланцюгів поставок та управління замовленнями

3. IBM Planning Analytics. Їхні рішення включають обмін даними партнерів ланцюга постачання, планування закупівель і запасів, видимість і оркестровку ланцюга постачання, а також оптимізацію багатоканального виконання замовлень.

4. Coupa Supply Chain Design and Planning на базі LLamasoft дає змогу компаніям приймати розумніші рішення щодо ланцюжків поставок за допомогою штучного інтелекту та розширеної аналітики.

5. OMP Unison Planning. Пропозиції технології OMP включають мережевий дизайн, управління попитом, S&OP (планування продажів і операцій), оперативне планування, планування, хмарні рішення, управління даними та інтеграцію, аналітику ланцюга поставок і підвищення вартості.

6. Solutions Digital Brain Platform. Постачальник платформи планування та аналітики на базі ШІ, яка допомагає компаніям

трансформувати свої можливості планування та прийняття рішень у цифровому середовищі.[9]

З наведених прикладів, хоч вони вони представлені довідково, тобто без подробиць, зрозуміло що професійне ПЗ вирішує складні та різноманітні завдання які використовують усі можливості сучасного програмного забезпечення. Зокрема широко використовується штучний інтелект – AI та обробка великих обсягів даних у форматі обробки Big Data.

Мобільне програмне забезпечення у сфері Supply Chain Management не менш різноманітне та пропонує безліч варіантів для забезпечення самих різних потреб бізнесу усіх масштабів: від транснаціональних корпорацій до приватних осіб.

1. Logistimo Plus. Logistimo дозволяє кожному легко управляти ланцюгом поставок і логістикою на сільських ринках, що розвиваються. Якщо ви є роздрібним продавцем, дистриб'ютором, перевізником або агентом, Logistimo може допомогти вам отримати в режимі реального часу видимість ваших запасів і замовлень, а також легко повідомляти про продажі, покупки та інформацію про попит за допомогою мобільного додатку.

2. Link Bollore Logistics. Додаток LINK містить функції, які керують відправкою замовлених товарів і генерують звіти за допомогою push-повідомлень, навіть якщо телефон знаходиться в автономному режимі. Окрім моніторингу, додаток допомагає отримати доступ до документів відвантаження, завершити процес доставки та оцінити загальну якість послуги при доставці.

3. Scandit. Scandit - це програма, яка покращує процес інвентаризації за допомогою інноваційної технології сканування штрих-кодів. Він надає клієнтам зручний, фірмовий мобільний додаток, який ставить весь каталог продуктів під рукою. Дистриб'ютори та постачальники можуть збільшити частоту замовлення та підвищити

лояльність клієнтів за допомогою крос-платформних можливостей

4. TrackVia. Повністю настроюване програмне забезпечення TrackVia позбавляє вас від ручних, паперових або електронних робочих процесів і надає вам доступ до звітів у режимі реального часу та оперативних висновків щодо ключових операцій SCM. Використовуйте TrackVia для оптимізації процесів, що отримують більший контроль і видимість навколо всіх ваших процесів управління ланцюгами поставок за допомогою веб-і мобільних додатків, адаптованих відповідно до ваших унікальних потреб. [10]

Для прикладу мобільного додатку з великим функціоналом візьмемо рішення формату TMS від «SuperProcure», графічно продукт зображено на Рисунку 3.1. За інформацією виробника, дане ПЗ, дозволяє вантажовідправникам різних галузей оптимізувати та автоматизувати свої логістичні процеси при здійсненні доставки вантажів.

Незважаючи на те, що дане ПЗ більше орієнтоване на Індію та ринок Азії, багатofункціональність застосунку демонструє сучасні вимоги до забезпечення ланцюгів поставок, як показано на рисунку 1.3.

Сьогодні практично уся важка промисловість спирається на цю вертикаль мультимодального транспорту для своєчасного завершення своїх проектів. Таким чином, вдосконалення ланцюга поставок значно сприяє його зростанню, роблячи продукцію доступною для своїх клієнтів, каталізуючи необхідність безперервного логістичного процесу. В останні роки мультимодальна логістика домінувала в галузі, а цифровізація стала необхідною умовою для забезпечення ефективної мультимодальності. Постачальники цифрових мультимодальних рішень, такі як «SuperProcure», використовують можливості технології автоматизації для створення спільної, надійної та мультимодальної платформи SCM.



Рисунок 1.3 – SuperProcure – платформа управління транспортом та співпраці у режимі реального часу [10]

У таблиці 1.1 наведено дані Міністерства сталі Індії за вересень 2023 року [11].

Таблиця 1.1 – Дистрибуція сталевих вантажів у мультимодальній логістиці Індії

Вид транспорту	Режим використання %	Використання кілометрах) (у
Наземний транспорт	40	400-500
Залізниця	40	500- 1200
Море	20	1200 і більше

З ростом цифровізації в ланцюжку поставок технології штучного інтелекту та автоматизації допомагають підприємствам прискорити мультимодальні перевезення за допомогою SCM, оптимізуючи поточну динаміку вантажних перевезень. Рішення TMS від SuperProcure дозволяють забезпечити мультимодальний ландшафт для забезпечення безперебійного транспортування вантажів, підвищуючи економію коштів та оптимізацію продуктивності під час залізничних, автомобільних та морських вантажних операцій, як зображено на рисунку 1.4.

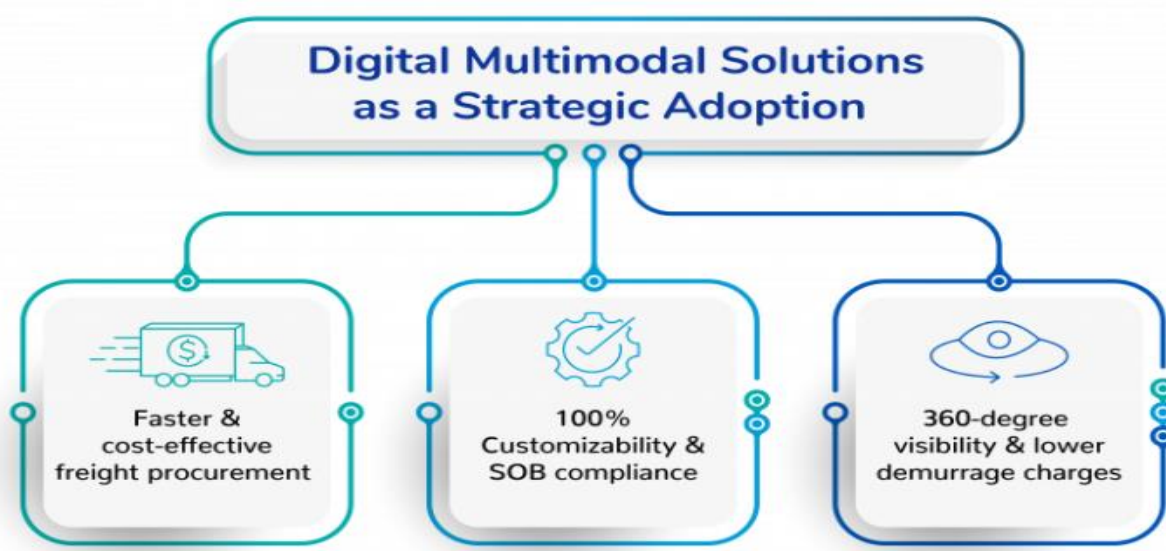


Рисунок 1.4 – Оптимізація логістики за допомогою мультимодальних рішень у металургійній промисловості

Компанія-розробник зазначає що: «Вантажні закупівлі в металевій логістиці можуть бути складними, оскільки вантажовідправники вивчають кожну вимогу для пошуку плавного та економічно ефективного транспортного режиму. Інструмент для пошуку вантажів SP пропонує універсальне рішення для задоволення унікальних транспортних вимог. Технологія автоматизації прискорює процеси, що вимагають значних витрат часу, і забезпечує ефективну

координацію в режимі реального часу. Менеджерам з постачання металу важко знайти економічно вигідні перевезення, особливо в пікові сезони та масові вимоги. Рішення TMS сприяють проведенню електронних аукціонів, забезпечуючи найдешевші тарифи на перевезення вантажів та економію коштів» [11].

При цьому, загальною тенденцією в усіх сучасних програмах, є використання штучного інтелекту – AI, оскільки «Аналітика штучного інтелекту каталізує стратегічне планування перевезень, що дозволяє економічно ефективно розподіляти залізничне, автомобільне та прибережне сполучення для динаміки вхідного контролю» [11].

Оглядово розглянувши окремі представлені на ринку програмного забезпечення програми та додатки можна зробити висновки що сучасна IT індустрія забезпечила усі 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.

В наведеному огляді програмних засобів не була зокрема виділена блокчейн технологія. Яку пов'язують із подальшим розвитком логістичного ПЗ, особливо у частині контролю за передачею інформації, її захисту та доступності для всіх учасників процесу.

На цьому етапі необхідно зазначити що усі наведені приклади програм були створені за принципами та методологіями прийнятими в IT індустрії, оскільки вони є універсальними та перевіреними часом.

1.3 Аналіз математичних моделей та алгоритмів для розв'язання задач у сфері транспортної логістики

У більшості робіт, кількість рівнів взаємодії як «горизонтальної»

так і «вертикальної», що розглядаються в логістичній мережі, зазвичай є невеликою. При цьому в моделях різні частини логістичної мережі розглядаються як єдине ціле, що наближає модель до ідеальних умов, оскільки в реальності між усіма цими частинами повинна здійснюватися оптимальна взаємодія, але це радше виняток а не правило, і тому оскільки важко врахувати увесь спектр службової інформації та даних, зазвичай розглядається лише невелика частина цієї сукупності даних, що віддаляє її від реальної ситуації і оптимізація є фрагментарною.

Розповсюдженою «прогалиною» у дослідженнях є те, що не приділяється увага різним рівням, і «інвентаризації» даних на кожному з рівнів функціонування підприємства. Але варто зауважити, що дослідникам часто недоступна повна інформація про бізнес-процеси конкретного підприємства, не кажучи вже про дані стосовно окремої галузі чи певного ринку товарів або послуг.

У багатьох роботах представлені одноцільові моделі; однак, в інженерному плануванні використовуються багатоцільові моделі для створення балансу і наближення до реальності. Основною метою багатьох робіт була мінімізація загальної вартості або мінімізація загального часу, чого не можна досягти враховуючи лише окремі фактори або дані, а не усю їх сукупність.

У більшості робіт, автори розглядали свої параметри як визначені, в той час як в реальному світі і в кризових ситуаціях ми стикаємося з багатьма невизначеностями для різних параметрів, таких як попит, пропозиція, час, місце, маршрут, вартість і т.д. Розгляд параметрів як визначених є спрощуючим припущенням, яке значно віддаляє модель від реального світу.

Багато науковців використовували у своїх роботах числа умовні, випадкові для перевірки своїх моделей, тоді як краще перевіряти моделі на прикладах з реального світу і писати моделі для реальних тематичних досліджень.

Однак, не дивлячись на різноманітність задач та методів, та наявність значного практичного досвіду у вирішенні науковцями та бізнес-аналітиками логістичних задач за допомогою, в тому числі, математичної науки, можна виділити основні моделі та алгоритми які широко використовуються.

Задача комівояжера (TSP) — це завдання пошуку найкоротшого шляху або найкоротшого маршруту для комівояжера з урахуванням початкової точки, кількості міст (вузлів) і можливої кінцевої точки. Це алгоритмічна проблема в інформатиці та дослідженні операцій, яка має важливе практичне застосування в логістиці та судноплавстві. TSP є комбінаторною задачею оптимізації та є NP-складною проблемою, що означає, що кількість можливих послідовностей розв'язків експоненціально зростає зі збільшенням кількості міст.

Науковці ще не знайшли жодного алгоритму, який може вирішити цю проблему за поліноміальний час, тому покладайтеся на наближені алгоритми, щоб спробувати незліченну кількість перестановок і вибрати найкоротший маршрут за мінімальних витрат.

Задачу комівояжера (TSP) можна сформулювати як цілочисельну лінійну програму.

Опис: Задача полягає в знаходженні найкоротшого маршруту, який проходить через всі точки (міста) і повертається до вихідного пункту.

Математична Модель: Мінімізація сумарної відстані між точками за умови відвідування кожної точки лише один раз.

Графова Модель: Графове представлення містить вершини (міста) та ребра, які представляють відстані між містами.

Алгоритми: метод Грубої Сили (Brute Force): Перебір всіх можливих комбінацій маршрутів.

Генетичні Алгоритми: Моделювання еволюції для знаходження оптимального розв'язку.

Є багато різних способів її розв'язання, але найвідоміші це Міллера–Такера–Земліна (MTZ) і формула Данціга–Фулкерсона–Джонсона (DFJ) [23,24,25]

Спільним для обох цих формулювань є те, що вони позначають міста цифрами

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{маршрут від міста } i \text{ до міста } j \\ 0 & \text{інший шлях} \end{cases} \quad (1.1)$$

Саме тому, що це змінні 0/1, формулювання стають цілочисельними програмами; всі інші обмеження є суто лінійними. Зокрема, мета програми полягає у тому, щоб мінімізувати довжину маршруту:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq 1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1.2)$$

Без подальших обмежень

$$\{x_{ij}\}_{ij} \quad (1.3)$$

буде, однак, ефективно розбиватися на всі підмножини множини ребер, яка дуже далека від множини ребер по маршруту, і дозволяє знайти тривіальний мінімум, де всі

$$x_{ij} = 0 \quad (1.4)$$

Отже, обидва формулювання також мають обмеження, що у кожній вершині є рівно одне вхідне ребро і одне вихідне, що можна

записати у вигляді $2n$ - лінійних рівнянь:

$$\sum_{i=1, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \text{ для } j=1, \dots, n \text{ для } \sum_{j=1, j \neq i}^n x_{ij} = 1 \text{ для } i=1, \dots, n \quad (1.5)$$

Вони гарантують, що обрана множина ребер локально виглядає як маршрут, але все ще допускають розв'язки, які порушують глобальну вимогу, що існує один маршрут, який відвідує всі вершини, оскільки обрані ребра можуть утворювати кілька маршрутів, кожен з яких відвідує лише підмножину вершин; можливо, саме ця глобальна вимога робить TSP складною задачею. Формулювання MTZ та DFJ відрізняються тим, як вони виражають цю останню вимогу у вигляді лінійних обмежень [26].

2. Задача Маршрутизації Транспортних Засобів (Vehicle Routing Problem, VRP):

Опис: Задача визначає оптимальний маршрут для кожного транспортного засобу з метою виконання певної кількості доставок. При цьому VRP, та задача комівояжера пов'язані схожою проблемою, яку вони вирішують, а саме пошуком найкоротшого маршруту, яким може проїхати продавець або транспортний засіб, враховуючи список конкретних пунктів призначення, які можна відвідати лише один раз. Але у задачі комівояжера розглядається лише один автомобіль. У Задачі Маршрутизації Транспортних засобів VRP – рішення шукається для декількох транспортних засобів. Відмінності в умовах задачі зображені на рисунку 1.5 [25]

Математична Модель: мінімізація загальної відстані або часу, враховуючи обмеження кількості транспортних засобів та їхню місткість.

Також модель ускладнена у часі – мається на увазі що VRP модель, як правило це не модель перевезень в один день. А розглядається як проблема багатьох періодів, з різною періодичністю,

та доставками, наприклад у певні дні тижня, чи с певною періодичністю, але з можливими різними обсягами [27]

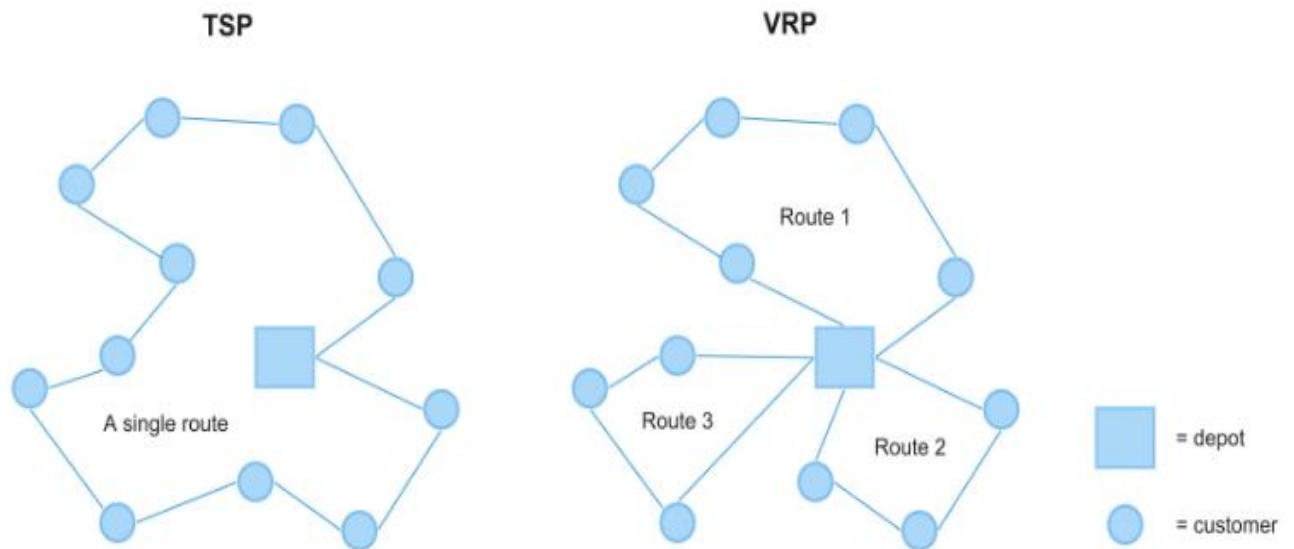


Рисунок 1.5 – Графічне порівняння оптимізації маршрутизації у задачах TSP та VRP

Часові вікна VRP - це VRPTW, які формуються з множиною V транспортних засобів, множиною вузлів, яка включає в себе множини клієнт C , депо, що виїжджає, та депо, що повертається.

Всі вузли разом утворюють орієнтований граф $G_{VC} = (V, E)$. Клієнти позначаються числами від 1 до n , де n кількість клієнтів, депо відправлення та депо повернення позначено через 0 та $n + 1$, відповідно.

Мережа - це множина з N вузлів, які складаються з $C + 2$ вузлів.

Дуга (i, j) де $i, j \in V$ - це дуга з вузла i до вершини i до вершини j . З вершини $n + 1$ немає вихідної дуги, і жодна дуга не приходить до вершини 0. Однак, у деяких випадках, вершина 0 і вершина $n + 1$ знаходяться в одній і тій самій точці. Загальний вид розв'язання задачі [28]:

$$\min \sum_{k \in V} \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} (c + f) * d_{ij} * x_{ijk} + L * \sum_{k \in V} \sum_{j \in C} x_{ojk} \quad (1.6)$$

Алгоритми:

- методи групування (Cluster-first, Route-second): Розподіл точок на групи, а потім планування маршрутів для кожної групи;

- метаевристичні алгоритми: Використання алгоритмів, таких як імітаційне відпалювання або локальний пошук, для пошуку оптимальних рішень.

3. Задача Розподілу Замовлень (Vehicle Dispatch Problem, VDP):

Опис: задача полягає в ефективному розподілі замовлень між транспортними засобами з урахуванням обмежень ресурсів.

Розв'язком задачі є розбиття множини замовлень та сукупність їх маршрутів. Кожен такий розв'язок характеризується вартістю, яка залежить від витрат на здійснення перевезень та можливих штрафів за невикладання у часові вікна. [28] Задачу VDP застосовують зокрема для компаній – пов'язаних із доставкою, тобто тими у кого маршрути постійно змінюються і можуть варіюватися під час доставки.

Вітчизняні вчені М.І. Огурцов та ін [28], у своїй роботі пропонують в цілому наступний варіант рішення для задачі виду VDP:

$G(V, E)$ – граф;

$V = \{v_0, v_1 \dots, v_n\}$ – множина вершин (v_0 – депо, $v_1 \dots v_n$ – споживачі);

E – множина ребер $\{(v_i, v_j) \mid i \neq j\}$;

C – матриця невід'ємних відстаней (вартості шляху) c_{ij} між споживачами;

m – кількість ТЗ;

R_i – маршрут i -го ТЗ ($i = 1..m$);

R – сукупність маршрутів R_i ($i = 1..m$);

$C(R_i)$ – вартість маршруту R_i ;

q_i – об'єм вантажу, що поставляється i -му споживачеві.

Розв'язком задачі є розбиття множини V на підмножини (клієнти одного транспортного засобу) та виконання порядку обходу на кожній підмножині (перестановка вершин маршруту):

$$V = \{ \{ V_{11} \dots V_{1n} \}, \{ V_{21} \dots V_{2D} \}, \dots, \{ V_{m1} \dots V_{mK} \} \quad (1.7)$$

Цільовою функцією в загальному випадку є вартість розв'язку задачі:

$$F_{vrp} = \sum C(R_i) \quad (1.8)$$

де $C(R_i)$ – сума довжин ребер маршруту R_i , $i = 1, \dots, m$

У класичному варіанті без часових вікон потрібно знайти допустимий розв'язок з мінімальною вартістю.

Алгоритми Розподілу (Allocation Algorithms): Розробка стратегій для розподілу замовлень між транспортними засобами.

4. Задача Групового Транспортування (Capacitated Vehicle Routing Problem, CVRP):

Опис: Розширення VRP з обмеженням місткості транспортного засобу.

Математична модель: Врахування обмежень місткості транспортних засобів для оптимального розподілу замовлень.

Хорватська вчена З.Борчинова [30] у моделі CVRP пропонує максимально зменшити кількість субтурів всередині маршруту, тобто «порожніх» пробігів без заїзду в депо (на склад):

Нехай $G = (V, H, c)$ – повний орієнтований граф із $V = \{0, 1, 2, \dots, n\}$ як множина вузлів і $H = \{(i, j) : i, j \in V, i \neq j\}$ як набір дуг, де вузол 0 представляє депо для парку з r транспортних засобів з

однаковою місткістю Q і рештою n вузлів представляють територіально рознесених клієнтів.

Кожен клієнт $i \in V - \{0\}$ має мати позитивний попит $d_i \leq Q$. Невід'ємний travel вартість c_{ij} пов'язана з кожним $\text{arc}(i, j) \in H$.

Матриця витрат симетрична, тобто $c_{ij} = c_{ji}$ для всіх $i, j, \in V, i \neq j$ задовольняє трикутну нерівність, $c_{ij} + c_{jk} \geq c_{ik}$ для всіх $i, j, k \in V$. Мінімальна кількість транспортних засобів, необхідних для обслуговування всіх клієнтів, становить

$$\left\lceil \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{Q} \right\rceil \quad (1.8)$$

На рисунку 1.6 [30] показано приклад можливого рішення CVRP для $n = 7$ клієнтів і 3 транспортних засобів місткістю $Q=50$. Поруч з вузлами показані вимоги клієнтів.

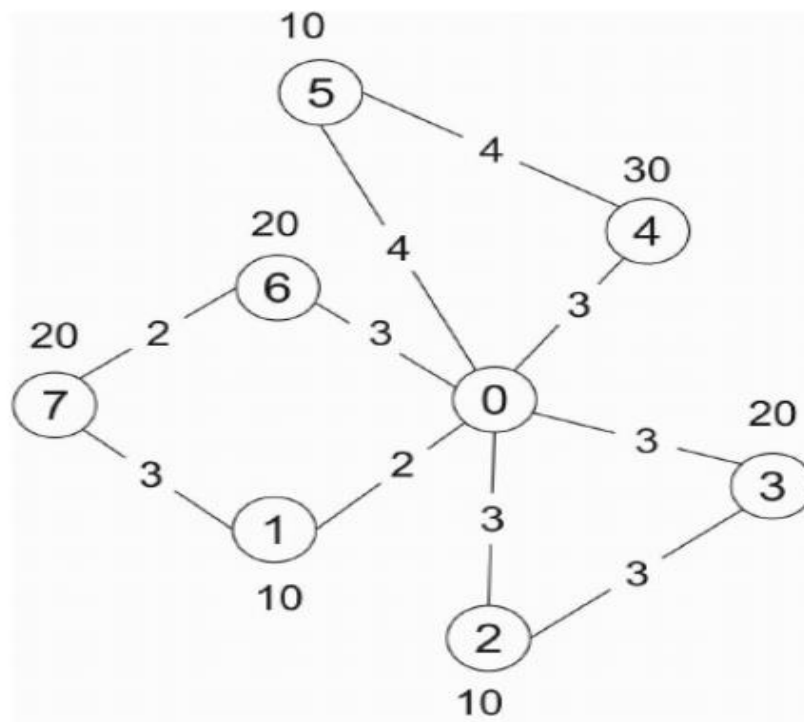


Рисунок 1.6 – Варіант рішення задачі CVRP

Генетичні Алгоритми з Врахуванням Особливостей (CVRP-GA): Модифікація генетичних алгоритмів для вирішення задачі групового транспортування.

Використання математичних моделей дозволяє інтегрувати інші системи, такі як системи керування вмістом та інструменти аналізу даних, для покращення співпраці та прийняття рішень. Математичні моделі служать основою, в тому числі, для автоматизації управління документами, надаючи алгоритми та методи для керування та аналізу великої кількості документів.

При цьому, в кожній організації існує велика кількість документів. Як паперових так і електронних, які потребують систематизації та впорядкування

В кожній організації документообіг можна розділити на внутрішній та зовнішній. Тому його можна умовно визначити як: «інформаційну систему віртуального підприємства» (ІСВП), яка є сукупністю інформаційних систем кожного підприємства-партнера, об'єднаних загальним документообігом, таких, що кожна з систем виконує частину завдань з керування прийняттям рішень, а всі системи разом забезпечують функціонування підприємства» [19].

Таким чином, одна з ключових частин в ІСВП віртуального підприємства – система електронного документообігу.

Дослідження систем документообігу ІСВП засвідчило, що їх можна розділити на дві групи (відповідно до інформаційних об'єктів):

- 1) тільки електронні документи;
- 2) як електронні документи, так і бізнес-процеси.

На думку Костюка О.О. «Інтерес представляють системи, що належать до другої групи, тому що, на думку багатьох експертів, розглядання разом як документів, так відображених в них бізнес-процесів є одночасно конструктивним і універсальним, бо забезпечує автоматизацію документообігу й усіх бізнес - процесів підприємства в

рамках єдиних концепції і програмного інструментарію» [19].

Процес електронного документообігу у віртуальному підприємстві можна представити як сукупність деяких елементів та їх відносин між собою. Ці елементи можна розділити на три категорії: учасники, стани документів, дії учасників.

Учасники документообігу – це співробітники партнерів-учасників віртуального підприємства, що здійснюють генерування, рух і термінірування документів.

Моделювання такого підходу до розв'язання проблем, заснованого на досвіді минулих ситуацій, призвело до появи технології логічного висновку, заснованого на аналогіях (Case-Based Reasoning, або CBR-метод). CBR-методи базуються на простій тезі, що подібні завдання (проблеми) розв'язуються подібним чином. У ряді ситуацій метод виведення на основ аналогій особливо ефективний, коли:

- основне джерело знань про завдання – досвід, а не теорія;
- рішення не унікальні для конкретної ситуації і можуть бути використані в інших випадках;
- метою є не гарантоване правильне рішення, а краще з можливих.

CBR-методи містять чотири основні етапи, що утворюють так званий CBR-цикл або цикл навчання за прецедентами, структуру якого представлено на рисунку 1.7[19].

Заснований на аналогіях спосіб, зазвичай включає такі компоненти:

- Витяг із бібліотеки аналогій, які найбільше підходять для розгляду поточних ситуацій.
- Модифікація вибраного рішення відповідно до конкретних обставин.
- Використання рішення.
- Перевірка коректності рішення.

- Заощадження грошей.
- Використання у подальшому.

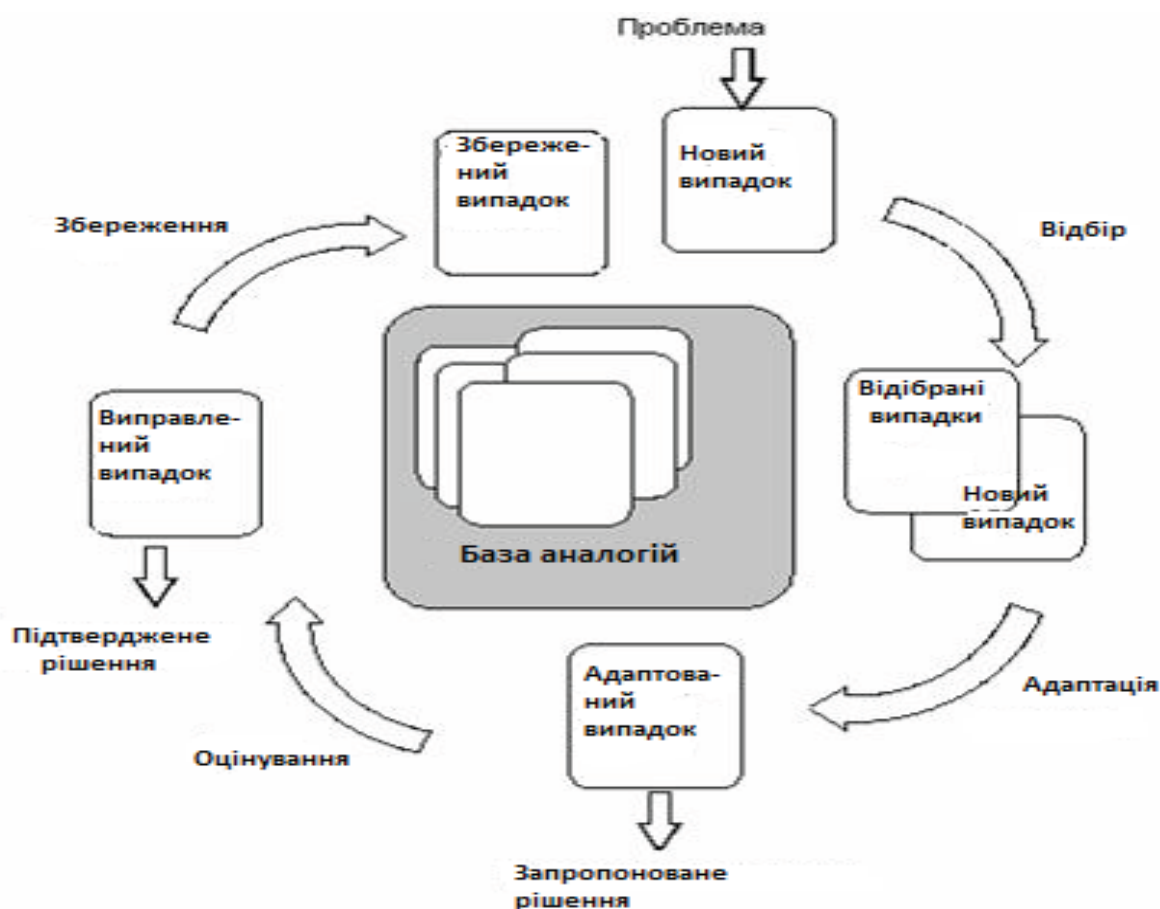


Рисунок 1.7 – Цикл висновку на основі аналогій

Завантаження поточного випадку для додавання до бази аналогій. Щоб визначити схожість між аналогіями, можна використати метод «найближчого сусіда» (nearest neighbour). Ця мета досягається шляхом використання найбільш зручного підходу вимірювання аналогії та поточного випадку для кожного булевого значення, що включає введення метрики в простір усіх ознак, знаходження точки, яка відповідає цьому моменту, і в межах цього вимірювання з тих, що представляють аналогії. Прогнози зазвичай робляться з використанням кількох найближчих точок, а не однієї точки

(К найближчих сусідів). Ця техніка більш ефективна, оскільки дозволяє видаляти випадковий шум, наприклад окремі викиди, які можна усунути. Враховуючи відносну цінність кожної ознаки, їй присвоюється вага.

Такий метод стійкіший, оскільки дає змогу вирівняти окремі викиди, випадковий шум, завжди наявний у даних. Для кожної ознаки визначено вагу, що враховує його відносну цінність. Повністю ступінь близькості аналогії за всіма ознаками можна обчислити, використовуючи узагальнену формулу виду [19]:

$$\frac{\sum_j W_j * sim(x_{ij}, x_{kj})}{\sum_j W_j} \quad (1.9)$$

де w_j – вага, j – і ознаки, sim – функція подібності (метрика), x_{ij} та x_{ik} – значення ознаки x_j для поточного випадку й аналогії, відповідно.

Після розрахунку ступенів близькості, всі аналогії вишиковують в єдиний ранжирований список.

Вибір метрики (або ступеня близькості) – вузловий момент, від якого вирішальним чином залежить пошук відповідних аналогій. У кожній конкретній ситуації цей вибір робимо з урахуванням статистичної природи інформації.

1.4 Висновки за розділом

У першому розділі проведено дослідження підґрунтя для моделювання програмного рішення, для вдосконалення ланцюгів постачання. Проведений аналіз вказує на наявність великої кількості програмних рішень у галузі логістики, при цьому складність ланцюгів постачання у кожній конкретній компанії, особливо міжнародного

рівня, потребує великого функціоналу з притаманними лише їй вимогами до програмного забезпечення.

Це в свою чергу створює потребу в нових методах використання інформаційних технологій, зокрема таких сучасних як машинне навчання (ML) та штучний інтелект (AI).

Але фундаментальним інструментом є математичні моделі, які також використовуються у логістиці, з метою опису різноманітних систем та для вирішення задач. Зокрема таких відомих як Транспортна задача та Задача комівояжера – з їх варіаціями, які широко використовуються у логістичній науці.

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 бізнесу та топ-менеджменту в усьому світі.

Таким чином, у цій роботі розроблено проект програмного застосунку для управління вантажними перевезеннями у автомобільному транспорті в ланцюгу постачання.

Цей застосунок може бути використаний як частина набору систем планування ланцюга поставок і може допомогти менеджерам ефективно вирішувати проблеми логістики.

На початковому етапі велике значення матиме якісний маркетинг продукту через традиційну архаїчність мислення в учасників ринку та низьку комп'ютерну грамотність перевізників, особливо серед власників транспорту, які одночасно є і водіями. Потрібно буде проведення комплексу заходів із пояснення та демонстрацій переваг продукту, а також переконання почати користуватися самим продуктом.

На основі результатів, отриманих після запровадження MVP застосунку, можливо на практиці визначити його ефективність та далі працювати над розробкою повнофункціональної його версії у майбутньому для подальшого автоматизації бізнес-процесів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. 13 RISK FACTORS THAT CAN JEOPARDIZE YOUR SUPPLY CHAIN. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/13-risk-factors-can-jeopardize-your-supply-chain-erwin-cootjans> (дата звернення: 09.09.2023).

2. Best Transportation Management Systems Reviews 2023. gartner.com URL: <https://www.gartner.com/reviews/market/transportation-management-systems> (дата звернення: 09.09.2023).

3. Папери на вантаж – у минулому. Що змінить запровадження електронних накладних в Україні. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/05/23/700382>. (дата звернення: 10.09.2023).

4. Електронна товарно-транспортна накладна (е-ТТН) стане обов'язковою з 1 серпня 2023 року. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/elektronna-tovarno-transportna-nakladna-e-ttn-stane-oboviazkovoju-z-1-serpnia-2023-roku> (дата звернення: 17.09.2023).

5. Donghyun Choi, Bomi Song. Exploring Technological Trends in Logistics: Topic Modeling-Based Patent Analysis. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/8/2810> (дата звернення: 01.11.2023).

6. Гуржій Н.М., Бахметова Я.Ю., Гальчинська І.А. Інформаційне забезпечення в логістиці. Менеджмент та підприємництво. Випуск 4(06) 2018. С. 111-118

7. Benefits of Information Technology in Transportation and Logistics [Updated for 2023.] URL: <https://www.avioconsulting.com/blog/benefits-information-technology-transportation-logistics> (дата звернення: 7.11.2023).

8. Alex Koshulko, 10 найкращих програм для керування ланцюгом поставок у 2023 році. URL: <https://gmdhsoftware.com/ua/scm-software/> (дата звернення: 7.11.2023).

9. Katie Russell, Top 10 Mobile Apps for Supply Chain Professionals URL:<https://www.fronetics.com/top-10-mobile-apps-supply-chain-professionals> (дата звернення: 10.11.2023).

10. Mastering Multimodal Logistics in the Metal & Steel Industry, NOVEMBER 6, 2023 URL: <https://www.fronetics.com/top-10-mobile-apps-supply-chain-professionals/> (дата звернення: 20.11.2023).

11. Oracle recognized a Leader in 2023 Gartner® Magic Quadrant™ for Transportation Management Systems for the 16th time URL: <https://blogs.oracle.com/scm/post/oracle-leader-gartner-magic-quadrant-transportation-management-systems-2023> (дата звернення 28.11.23)

12. Методологія наукових досліджень у галузі: практикум: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / уклад.: Н.І.Бурау, В.С.Антонюк, Д.О.Півторак. – КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 58 с.

13. Загальна методологія наукової творчості. Таврійський державний агротехнологічний університет ім.Дмитра Моторного-електронний навчальний посібник., 2020 URL: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_10/index.html (дата звернення: 03.12.2023).

14. Мокін Б.І. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник/ Б.І. Мокін, О.Б. Мокін. Вінниця: ВНТУ, 2014. 180 с.

15. Носенко Е.Л., Салюк М.А. Методика та організація наукових досліджень. Методичний посібник (доповнений та перероблений у 2015 році) / за ред. Е. Л. Носенко. Дніпропетровськ: ПФ Стандарт-Сервіс, 2015. 52 с.

16. Логістичні системи та їх види. Логістична система. Державний університет "Житомирська політехніка" URL: <https://learn.ztu.edu.ua> >

[mod»](#) [resource»](#) [view,](#)
https://economics.net.ua/files/science/ek_kiber/2018/69.pdf) (дата
звернення: 05.12.2023).

17. Математичні та програмні засоби моделювання інформаційно-вимірювальних систем. МПЗМ. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/240279/mod_folder/content (дата звернення: 01.12.2023).

18. Кордунова Ю., Фелтіновські М., Придатко О., Смотр О. Математичне моделювання процесу розробки спеціалізованих програмних систем безпеко-орієнтованого спрямування. Вісник ЛДУБЖД, №27, 2023 С.21-31

19. Костюк О.О. Побудова моделі документообігу віртуального підприємства на базі концепції висновку за аналогіями. Наукові записки НаУКМА. Комп'ютерні науки. 2011. Т. 125. С. 93-97. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NaUKMAkn_2011_125_21 (дата звернення: 10.12.2023).

20. Н.Задорожна, В.Петрушко, С.Тукало. Інформаційна система менеджменту наукових досліджень у НАПН України / Інформаційні технології в освіті URL: <https://lib.iitta.gov.ua/926> (дата звернення: 22.12.23)

21. Технічна інженерія. Аналіз алгоритмів та математичних моделей для автоматизації електронного документообігу. І.О. Черняк. URL: [https://doi.org/10.26642/ten-2023-1\(91\)-178-183](https://doi.org/10.26642/ten-2023-1(91)-178-183) (дата звернення: 22.12.23)

22. Нужна С., Карімов Г., Карімов І. Економіко-математичне моделювання в логістичній діяльності аграрних підприємств. Економічний аналіз. 2023. Том 33. № 1. с. 258 - 269.

23. Papadimitriou, C.H.; Steiglitz, K., Combinatorial optimization: algorithms and complexity, Mineola, NY: Dover, 1998, pp.308-309.

24. Tucker, A. W., On Directed Graphs and Integer Programs, IBM Mathematical research Project, Princeton University, 1960

25. Dantzig, George B. (1963), Linear Programming and Extensions, Princeton, NJ: PrincetonUP, pp. 545–7, sixth printing, 1974.

26. Teams for authors, «Travelling Salesman». https://en.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem (дата звернення 28.12.23)

27. Nicos Christofides, «The vehicle routing problem», Revue française d'automatique, informatique, recherche opérationnelle. Recherche opérationnelle, tome 10, no V1 (1976), p. 55-70 URL: http://www.numdam.org/item/RO_1976_10_1_55_0.pdf (дата звернення 29.12.23)

28. Thi Diem Chau LE, Duc Duy NGUYEN, Judit OLÁH, Miklós PAKURÁR, « CLUSTERING ALGORITHM FOR A VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH TIME WINDOWS», TRANSPORT- 2022 Volume 37 Issue 1: 17–2 URL: <https://doi.org/10.3846/transport.2022.16850> (дата звернення 29.12.23)

29. М.І. Огурцов О.М. Ходзінський Компьютерная математика. 2016, № 1 С. 134-142 URL: <http://dspace.nbuu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/168407/15-Ogurtsov.pdf?sequence=1#:~:text> (Дата звернення: 29.12.23)

30. Zuzana Borcinova. Two models of the capacitated vehicle routing problem. Croatian Operational Research Review 8(2):463-469, December 2017, DOI:10.17535/crorr.2017.0029 URL: https://www.researchgate.net/publication/323173028_Two_models_of_the_capacitated_vehicle_routing_problem (дата звернення: 29.12.23)

31. Yaroslav Zhmykhov «Бережлива канва». URL: <https://ux.pub/zhmikhov/bieriezhлива-kanva-inm> (дата звернення 07.01.24)

32. Lean Canvas for Quickly Startup Development. URL: <https://stfalcon.com/en/blog/post/planning-lean-startup-development-quickly> (дата звернення 07.01.24)

33. «Steps to develop a project according to agile methodologies (SCRUM)» <https://www.dimensiona.com/en/steps-to-develop-a-project-according-to-agile-methodologies-scrum/> (дата звернення 07.01.24)

34. «The Scrum method and its benefits in web development» URL: <https://www.bocasay.com/scrum-method-benefits-web-development/> (дата звернення 07.01.24)

35. Kevin Vlaanderen, Slinger Jansen, Sjaak Brinkkemper, Erik Jaspers - «The agile requirements refinery: Applying SCRUM principles to software product management». URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950584910001539> (дата звернення 07.01.24)

36. Story Mapping Playbook. 50 tips and 100 user story examples. URL <https://www.devmands.com/work.html> (дата звернення 07.01.24)

ДОДАТОК А

ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Назва документу	Найменування об'єкту або виробу	Формат	Кількість сторінок
1	Пояснювальна записка	КЦТПАР.122-22-1М.01.00.КР. ПЗ	A4	130
Графічна частина				
2	«Магічний квадрат» Gartner для програмних рішень SCM у 2023 році	КЦТПАР.122-22-1М.02.00.КР. ПЛ	A4	1
3	Види логістичних інформаційних систем	КЦТПАР.122-22-1М.03.00.КР. ПЛ	A4	1
4	SuperProcure – платформа управління транспортом та співпраці у режимі реального часу	КЦТПАР.122-22-1М.04.00.КР. ПЛ	A4	1
5	Оптимізація логістики за допомогою мультимодальних рішень у металургійній промисловості	КЦТПАР.122-22-1М.05.00.КР. ПЛ	A4	1
6	Графічне порівняння оптимізації маршрутизації у задачах TSP та VRP	КЦТПАР.122-22-1М.06.00.КР. ПЛ	A4	1
7	Варіант рішення задачі CVRP	КЦТПАР.122-22-1М.07.00.КР. ПЛ	A4	1
8	Цикл висновку на основі аналогій	КЦТПАР.122-22-1М.08.00.КР. ПЛ	A4	1

9	Модель «як треба» - передача SMR до відділу діловодства	КЦТПАР.122-22-1М.09.00.КР. ПЛ	A4	1
10	Модель «як треба» - передача SMR до відділу діловодства	КЦТПАР.122-22-1М.10.00.КР. ПЛ	A4	1
пп/п	Назва документу	Найменування об'єкту або виробу	Формат	Кількість сторінок
11	Діаграма активності для пошуку транспорту	КЦТПАР.122-22-1М.11.00.КР. ПЛ	A4	1
12	Use case діаграма застосунку вантажоперевезень «DiDoC»	КЦТПАР.122-22-1М.12.00.КР. ПЛ	A4	1
13	Ментальна карта для категорії «Стейкхолдери»	КЦТПАР.122-22-1М.13.00.КР. ПЛ	A4	1
14	Ментальна карта для категорії «Перевізник»	КЦТПАР.122-22-1М.14.00.КР. ПЛ	A4	1
15	Діаграма потоків даних DFD рівень 0 для DiDoC	КЦТПАР.122-22-1М.15.00.КР. ПЛ	A4	1
16	Діаграма «Сутність-Зв'язок» для DiDoC	КЦТПАР.122-22-1М.16.00.КР. ПЛ	A4	1
17	Зв'язок фаз програмного процесу з галузями знань	КЦТПАР.122-22-1М.17.00.КР. ПЛ	A4	1
18	Pivot – схема правильності вибору напряму розвитку бізнес-застосунку	КЦТПАР.122-22-1М.18.00.КР. ПЛ	A4	1

19	Макет застосунку DiDoC з рображень з використанням онлайн інструменту створення макетів CANVAS	КЦТПАР.122-22-1М.19.00.КР. ПЛ	A4	1
20	Модель WBS (Work Breakdown Structure) – ієрархічна структура робіт над мобільним застосунком DiDoC	КЦТПАР.122-22-1М.20.00.КР. ПЛ	A4	1
21	Модель запуску продукту «DiDoC», на прикладі структури «Метінвест-Холдінгу»	КЦТПАР.122-22-1М.21.00.КР. ПЛ	A4	1
№ з/п	Назва документу	Найменування об'єкту або виробу	Формат	Кількість сторінок
22	User Story Mapping базовий для «DiDoc»	КЦТПАР.122-22-1М.22.00.КР. ПЛ	A4	1
23	Діаграма Ганта для розробки програмного рішення «DiDoC»	КЦТПАР.122-22-1М.23.00.КР. ПЛ	A4	2
24	Шаблон кошторису запровадження проекту «DiDoC»	КЦТПАР.122-22-1М.24.00.КР. ПЛ	A4	1
25	Налаштування онлайн-калькулятора «СОСОМО» з кількістю програмного коду 30000 строк для застосунку «DiDoC»	КЦТПАР.122-22-1М.25.00.КР. ПЛ	A4	1
26	Результат застосування онлайн-калькулятора «СОСОМО» з кількістю програмного коду 30000 строк для застосунку «DiDoC»	КЦТПАР.122-22-1М.26.00.КР. ПЛ	A4	1
27	Використання онлайн-калькулятора «СОСОМО» з кількістю програмного коду 30000 строк для застосунку «DiDoC»	КЦТПАР.122-22-1М.27.00.КР. ПЛ	A4	1

	коду 90000 строк для застосунку «DiDoC»			
28	Залежність трудозатрат від збільшення кількості програмного коду Size у «СОСОМО» з 30000 до 90000 строк для застосунку «DiDoC»	КЦТПАР.122-22-1М.28.00.КР. ПЛ	A4	1

ДОДАТОК В

СПЕЦИФІКАЦІЯ ВИМОГ ДО ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ «SRS - Специфікація вимог до програмного продукту «DiDoC»

Затверджено версію 1.0

Підготовлено Володимир Вірич

«Метінвест-Політехніка»

Журнал версій (Revision History)

Ім'я	Дата	Причина для змін	Версія
DIDOC	05/06/23	Уточнення вимог стейкхолдерами	1.1

Введення (Introduction)

Мета (Purpose)

Мета цього документу створення програмних вимог до застосунку вантажоперевезень автомобільним транспортом у контексті підвищення ефективності SCE (supply chain execution, виконання ланцюжків постачань). Продукт створюється для оптимізації та пришвидшення операцій з пошуку автотранспорту і контролю термінів перевезень, отримання та оформлення електронної товарно-супровідної документації. Описані цілі відносяться до користувачів – замовників. Для користувачів виконавців програма призначення для надання доступу до бази замовлень та користування сервісами обміну первинними електронними бухгалтерськими документами та Е-ТТН.

Умовні позначення документів (Document Conventions)

Під час написання цього документу було дотримано вимог, у порядку важливості:

- 1.«Політика із закупівель у групі «МЕТІНВЕСТ»,
- 2.«Регламент з управління закупівлями у групі «МЕТІНВЕСТ»,
- 3.«Процедура закупівель логістичних послуг у групі «МЕТІНВЕСТ».

Цільова аудиторія і пропозиції з читання (Intended Audience and Reading Suggestions)

Документ призначений для читання:

- програмістів
- тестерів
- проджект менеджера
- UI/UX дизайнера
- власника проекту (стейкхолдера/стейкхолдерів). Зокрема Генерального директора та Директора з логістики та закупівель
- технічного письменника
- інтернет-маркетолога
- керівника/директора з інформаційних технологій
- бізнес аналітиків
- представників Служби безпеки холдингу
- Юридичної служби
- спеціалістів з кібербезпеки

Документ пропонується читати послідовно для розуміння зв'язків та структури документу.

Область застосування продукту (Product Scope)

Застосунок розробляється для внутришньокорпоративного використання, але із залученням до співпраці фізичних та юридичних осіб з ринку автотранспортних перевезень, які відповідають визначеним стандартам Групи, та пройшли відповідну перевірку.

Спрямованість продукту зосереджена у створенні умов для своєчасного та повного забезпечення Групи закупками послуг з автомобільних перевезень, у необхідній кількості, потрібної якості, у зазначені терміни та за оптимальних комерційних умов.

Дотримання цих принципів при створенні програмного забезпечення «DiDoC» забезпечить системне підвищення ефективності процесу закупівель за рахунок сукупного зниження вартості отриманих послуг.

Запровадження «DiDoC» забезпечить уніфікацію процесу закупівель автотранспортних послуг та забезпечить розвиток довготривалої взаємовигідної співпраці з постачальниками послуг.

Крім цього, запровадження «DiDoC» забезпечить можливість постійної оцінки ефективності роботи учасників процесу закупівель та постачальників послуг.

Посилання (References)

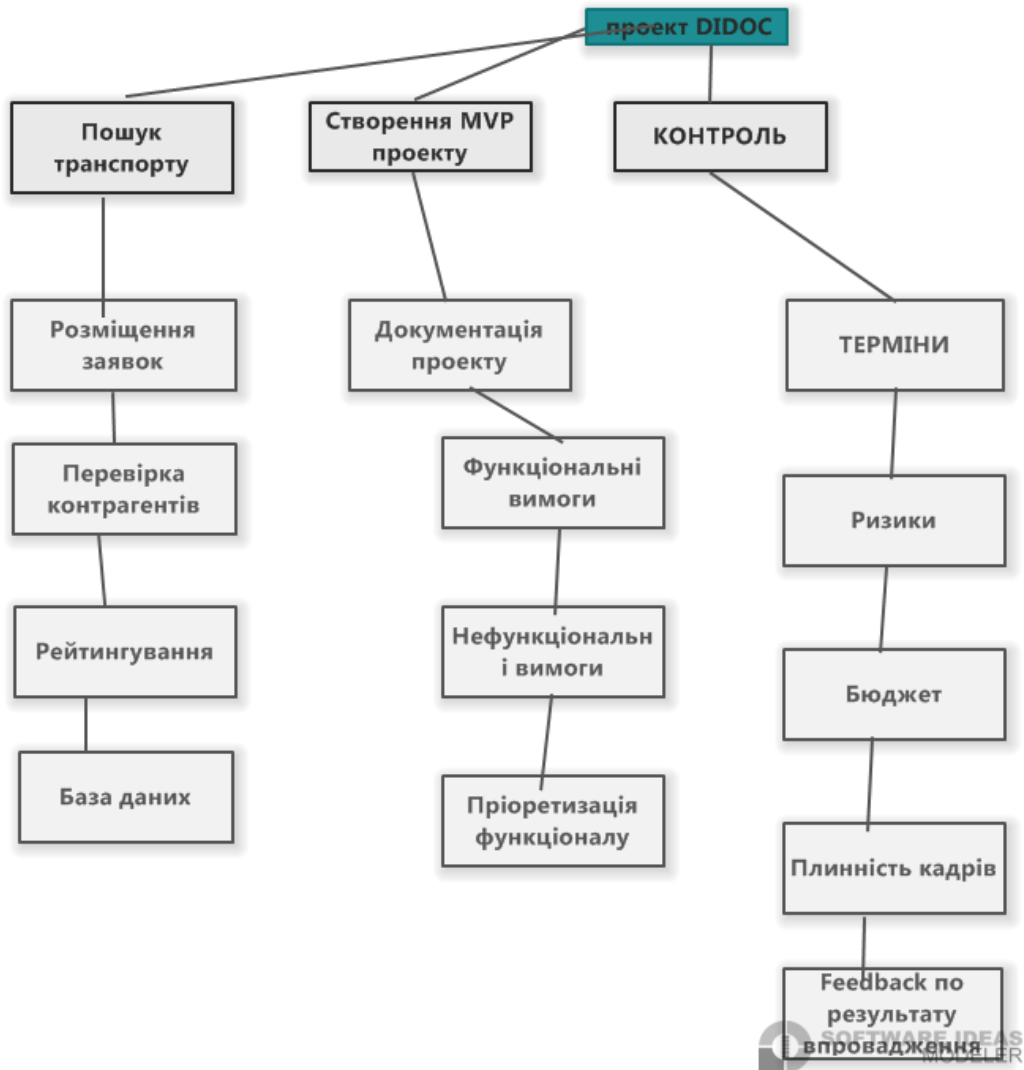
1. <https://metinvestholding.com/en/shipping> -головна сторінка «Метінвест-Шіппінг»
2. <https://metinvestholding.com/ua/procurement/ekz> - Єдиний календар закупівель «Метінвест-Холдинг»

Загальний опис (Overall Description)

Перспектива продукту (Product Perspective)

У процесі виконання ланцюгу постачань задіяно багато програм та технологій. Дані які створюються та обробляються під час виконання операцій знаходяться в різних програмах, базах даних та у різних людей. Додаток необхідно розробити не для заміни якоїсь з програм що використовуються, а для створення інструменту швидкого доступу до даних з одного місця. Зростаюча інфраструктура ІТ все більше розгалужується і частина використовуваних технологій стара і не

сумісна з новими програмами, а нові програми тільки починають використовуватися і не мають достатніх баз даних, або використовуються не на максимум.



Особливості продукту (Product Features)

Для Вантажовласників:

Актуальні пропозиції вільного транспорту

Можливість

перевірки

перевізника

(податкова\юридична\репутаційна)

Рейтингування перевізників для визначення якості послуг

Можливість обрання прямих перевізників або експедиційних компаній

Опція страхування вантажів

Відстеження вантажу за допомогою прив'язки авто до GPS телефону водія

Зручний інтерфейс для користування смартфоном

Актуальні ринкові тарифи на перевезення

Можливість проведення тендерної процедури на перевезення

Наявність бази перевізників\експедиторів

Технічна підтримка застосунку 24\7

Третейський розв'язок спорів (BETA)

Консультації щодо митних послуг\міжнародних перевезень\ЗЕД

Послуги митних брокерів\декларантів

Мапа складів (вільних\для оренди\складських послуг)

Інформація щодо черг на погранперходах –on line

Інтеграція з системами е-ТТН (на базі EDIN наприклад)

Система ведення договорів на базі платформи «Вільний»

Затвердження договорів-заявок з використанням електронних підписів

Для Перевізників\Експедицій:

- усі перелічені функції доступні для вантажовласників а також:
- наявність актуальної бази вантажів з прозорими умовами завдяки інтерфейсу який передбачає зазначення усієї необхідної інформації для обох сторін перевезення.

- вбудований чат, як загальний так і з окремими кабінетами для можливості створення для комунікації в режимі реального часу (можливість ведення чату в режимі конференції)

Класи та характеристики користувачів (User Classes and Characteristics):

Зацікавлена особа	Основна цінність	Ставлення	Основні інтереси	Обмеження
Акціонер холдингу	Забезпечити синергію від використання застосунку DiDoC разом з іншими	Максимальна зацікавленість	Якість застосунку має дати саме запланований синергетичний ефект	Не виявлені
Топ-Менеджмент Холдингу	Бачення у застосунку нового, сучасного інструменту для розвитку бізнесу	Середня зацікавленість. Яка очікує підтвердження після 1 етапу впровадження застосунку – у вигляді запланованих показників	Підвищення операційної ефективності, діджиталізації ланцюга постачань, підвищення горизонту планування	Неможливість одночасного запровадження в усіх структурах холдингу. Час впровадження прямо пропорційний коефіцієнту ефективності.
Лінійні менеджери (користувачі з боку Холдингу)	Інструмент який об'єднує бізнес-процеси постачань ТМЦ	Середня зацікавленість. Необхідність переконатися у корисності продукту	Автоматизація якомога більшої кількості процесів	Необхідність навчання роботі із застосунком;
Постачальники послуг	Отримання фінансової винагороди за	Нейтральне - Необхідність	Швидко отримати замовлення,	Небажання витратити

Зацікавлена особа	Основна цінність	Ставлення	Основні інтереси	Обмеження
(первізники та ін.)	надані послуги; Стабільна зайнятість. Можливість заробити ділову репутацію.	переконатися у корисності продукту	зменшити паперову бюрократію	гроші на продукт. Наявність інших інструментів із схожим функціоналом.

Операційне середовище (Operating Environment)

Застосунок, який буде створено, визначається як мобільний, і, призначений для використання у смартфонах та планшетах, в першу чергу "Android". Запровадження версії для Apple можливе, але у подальших версіях.

Мобільна платформа має підтримувати роботу із декількома базами даних та API систем документообігу, GPS системами та іншими програмними продуктами, які використовуються у холдингу. Для обчислення пропонується використання хмарних технологій зокрема AZURE CLOUDE.

Обмеження щодо проектування та впровадження (Design and Implementation Constraints)

Запланований широкий функціонал застосунку необхідно вводити поетапно для пришвидшення створення першого релізу та уникнення затримок у розробці продукту.

Слід врахувати співвідношення від запровадження застосунку та очікуваного економічного ефекту від цього, враховуючи що спочатку він застосовуватиметься всередині компанії.

Програмний продукт має відповідати усім корпоративним політикам та в першу чергу зазначеним документам:

- 1.«Політика із закупівель у групі «МЕТІНВЕСТ»,
- 2.«Регламент з управління закупівлями у групі «МЕТІНВЕСТ»,
- 3.«Процедура закупівель логістичних послуг у групі «МЕТІНВЕСТ».

Документація користувача (User Documentation)

Для користувачів буде створено інструкцію з користування. Дана інструкція буде розподілена на дві частини. Для користувачів усередині холдингу та зовнішніх користувачів.

Припущення та залежності (Assumptions and Dependencies)

Успіх впровадження застосунку пов'язаний із повним його запровадженням на усіх активах холдингу, оскільки саме масовість використання дасть змогу найбільше використати алгоритм пошуку перевізників та постачальників застосований у DiDoC.

Враховуючи широкий функціонал, який планується, - можливий вихід за межі бюджету або термінів виконання через важкість прорахунку остаточних витрат.

Непередбачуваність ринку через військовий стан, можливість зміни «правил гри» з боку державних регулюючих та контролюючих органів.

Для досягнення цілей проекту, поставлених бізнесом, та реалізації максимально можливих матеріальних та нематеріальних переваг (зисків) потрібно буде здійснити широкий спектр заходів, включаючи:

Визначення кінцевих цілей виражених у кількісному та якісному показниках

Залучення ІТ спеціалістів

Залучення бізнес-аналітиків

Дослідження ринку з метою виявлення схожих за стосунків та їх аналізу щодо можливості використання (повна або часткова заміна застосунку що пропонується до розробки)

Проведення збору вимог серед активів холдінгу.

На початковому етапі велике значення матиме якісний маркетинг продукту через традиційну архаїчність мислення у учасників ринку та низьку комп'ютерну грамотність перевізників, особливо серед власників транспорту, які одночасно є і водіями.

Потрібно буде проведення комплексу заходів із пояснення та демонстрацій переваг продукту а також переконання почати користуватися самим продуктом.

Забезпечення нижчої вартості послуг з користування застосунком сприятиме збільшенню бажаючих переходити на «DiDoC».

Вимоги до зовнішнього інтерфейсу (External Interface Requirements)

Інтерфейси користувача (User Interfaces) -(UINT)

Ідентифікатор вимог до інтерфейсів	Опис
UINT-01	Назва програми вгорі- всі елементи керування нижче
UINT-02	Кнопки різних категорій послуг мають бути завжди на виду щоб можна було одразу перейти в інше меню
UINT-03	Кнопкам надані зрозумілі підписи
UINT-03	На всіх рівнях інтерфейсу мають бути впливаючі підказки. Які можна увімкнути/вимкнути в налаштуваннях особистого кабінету

Апаратні інтерфейси (Hardware Interfaces) - (HINT))

Застосунок має підтримувати актуальну версію Android, оскільки розробка орієнтована саме на цю платформу.

Застосунок розробляється для пристроїв таких як смартфон або планшет. Тому керування виключно сенсорне.

Інтерфейс для стаціонарного ПК не передбачений.

Застосунок має підтримувати і регулярно оновлювати основні драйвери для друку через фізичні принтери за допомогою WiFi.

Щодо можливих технологій, було проведено аналіз і обрано мову JavaScript.

Було обрано фреймворки React, Redux та Redux Thunk, на основі якого і відбувається написання коду для реалізації інтерфейсу системи.

Інтерфейси програмного забезпечення (Software Interfaces) - (SwINT)

Застосунок має бути суміжним з функціоналом:

1С,

SAP,

Microsoft dynamics 365,

платформою «Вільний» для підписання договорів,

системою документообігу EDIN.

Також необхідна підтримка хмарних Баз даних, зокрема Microsoft Azure SQL та Google Cloud SQL

Інтерфейси зв'язку (Communications Interfaces) -(CINT)

Застосунок має відповідати: ДСТУ ISO/IEC 40500:2015 «Інформаційні технології. Настанова з доступності веб-контенту W3C (WCAG) 2.0»

Особливості системи (System Features)

Рейтинг пріоритетів	Опис
П – Повинен мати	Функція розміщення заявок для пошуку транспорту реалізована за допомогою штучного інтелекту Доступність системи 24/7 Захищеність від кібератак на рівні 90%

Рейтинг пріоритетів	Опис
	Функція підпису документів за допомогою електронної пошти Опис вимог, що повинні бути задоволені у фінальному представленні рішення для досягнення успіху.
В – Варто було б мати	Наявність модулю для електронного документообігу Наявність аналітичного модуля для зняття метрик з використання застосунку для керівництва Наявність дублюючої Базы даних для захисту інформації Система рейтингування учасників перевезень Технічну підтримку 24/7
М – Можливо мати	Функція прокладання маршрутів для вантажних автомобілів Функція пропозиції зворотніх вантажів – «закольцовка» перевезень
Х – Хотілося б мати	Доступ до даних щодо вартості пального та актуальних курсів валют

Функція системи 1 (System Feature 1)

1) інтелектуальний підбір найбільш відповідного вантажу/перевізника –

Використовуючи штучний інтелект та систему фільтрів для уточнення замовлення у застосунку

2) можливості завантаження/обміну/підпису усіх необхідних для перевірки та проведення перевезення документів використовуючи виключно застосунок – без використання окремих email або хмарних сховищ для передачі, сканів документів або фото.

3) використання максимального повного набору інструментів з перевірки контрагента на предмет шахрайства/ненадійності – за допомогою державних реєстрів, бази даних застосунку, системи рейтингування застосунку.

4) надання консультацій щодо ЗЕД, митних послуг, документального супроводу вантажоперевезення.

3.1.1 Опис і пріоритет (Description and Priority)

ID	ВИЗНАЧЕННЯ ПРАВИЛА	Пріоритет
Ф-1	Для роботи в додатку DIDOC контрагенту дається до 25 робочих акаунтів. Більша кількість надається після переходу на тарифний план «PRO»	високий
Ф-2	Усі контрагенти, які вперше реєструються у додатку проходять перевірку від юридично, фінансового, бухгалтерського, Без пекового департаментів а також комплаєнс-офіцера	високий
О-1	Усі документи у DIDOC затверджуються за допомогою КЕП стандарту:	високий
О-2	Усі постачальники послуг мають вести комерційну діяльність, за визначеним кодом діяльності, не менше останніх 3-х років на території України	високий
АО-1	При заповненні даних у заявці перевізник має повністю вказати паспортні дані водія	середній
АО-2	Якщо подається заявка на спеціалізовану техніку: трал, трубовіз тощо то вона має розміщуватися не менше ніж за 3 дні при міжміських перевезеннях	низький
В-1	Після отримання замовником оригіналів CMR - рахунок оплачується протягом 5 банківських днів	низький
В-2	Закупник замовника підписує заявку на перевезення протягом 2х днів для передачі до системи документообігу EDIN	низький
Р-1	Перевізнику, авто якого запізнилося довше ніж на 8 годин на завантаження /розвантаження (робоча зміна) автоматично виставляється претензія на суму 20 % від суми фрахту	високий
Р-2	При тендерних закупівлях, у випадку погодження управляючою компанією, об'єм закупівлі може бути збільшено до 25% від запланованого об'єму за умови збереження затверджених умов та вартості	високий

3.1.2 Послідовності стимулів/відповідей (Stimulus/Response Sequences)

Реєстрація в системі = створення аккаунту

Внесення заявки = Розміщення заявки у застосунку

Підписання заявки на автоперевезення Замовником = Підписання заявки Виконавцем

3.1.3 Функціональні вимоги (Functional Requirements)

Функціональна вимога	Під характеристики
Адаптивність інтерфейсу системи на всіх платформах	Функціональна придатність, зрозумілість, завершеність, стабільність.
Авторизація	Функціональна придатність, зрозумілість, завершеність, стабільність.
Коректне відображення вікон системи	Функціональна придатність, зрозумілість, завершеність, стабільність.
Створення користувачів (власників, підписників)	Функціональна придатність, зрозумілість, завершеність, стабільність.
Робота з типами оцінок	Функціональна придатність, зрозумілість, завершеність, стабільність.
Генерація звіту	Функціональна придатність, відновлюваність, стабільність, захищеність, завершеність.

Функція	Версія 1.0	Версія 1.1
FE-1. Вибір та оплата тарифного плану.	Реалізована повністю.	–
FE-2. Створення, перегляд, редагування заявок на вантаж/транспорт у додатку.	Реалізована повністю.	–
FE-3. Створення, перегляд, редагування рейтингів.	Реалізована повністю.	–
Функція	Версія 1.0	Версія 1.1

FE-4. Отримання консультацій щодо митного законодавства та правил перевезень		Не реалізована.
FE-5. Створення інтерактивної мапи елеваторів.	Не реалізована..	Не реалізована.
FE-6. Створення пошуку вантажу/транспорту за допомогою штучного інтелекту.	Не реалізована.	Реалізована повністю.
FE-7. Створення цифрового помічника Інформація щодо черг на погранперходах –on line.		Реалізована повністю.
FE-8. Система ведення договорів на базі платформи «Вільний».	Реалізована, якщо є час..	–
FE-9. Затвердження договорів-заявок з використанням електронних підписів.	Не реалізована.	Реалізована повністю.
FE-10. Пропозиції щодо можливих зворотних вантажів для «закольцовування» заявок.	Реалізована, якщо є час.	Реалізована повністю.
FE-11.Створення бази перевізників та вантажовласників.	Реалізована повністю.	Реалізована повністю.
FE-12. Забезпечення доступності страхування вантажу.	Не реалізована.	Реалізована, якщо є час.

Нефункціональні вимоги (Other Nonfunctional Requirements)
застосування (якість інтерфейсу, продукту й ін.);
продуктивності (пропускна здатність, час реакції й ін.);
зручність використання (інтуїтивна зрозумілість системи, наявність підказок та ін.);
надійності виконання (без помилок і відмов) зовнішніх інтерфейсів,
за якими виконується взаємодія з іншими компонентами або підсистемами

Вимоги до продуктивності (Performance Requirements) - (PER):

Цільова сторінка, яка підтримує 5000 користувачів на годину, має забезпечувати час завантаження сторінки, включаючи відтворення тексту та зображень і через з'єднання WiFi не більше 2 секунд.

Вимоги щодо неушкодженості (техніки безпеки) (Safety Requirements)

Для захисту даних мають бути використані практики написання програмного коду за допомогою фреймворку Angular, бо в ньому закладені певні захисні системи. Зокрема захист від атак типу XSS. XSS (англ. Cross Site Scripting — «міжсайтовий скриптинг») — тип вразливості інтерактивних інформаційних систем у вебі.

Вимоги безпеки(Security Requirements)- (SEC)

Ідентифікатор вимог безпеки	Опис вимоги
SEC-01	Системний адміністратор має доступ до системи одразу. Для входу в систему йому необхідно ввести дані, які спочатку було додано до бази даних системи.
SEC-02	Власники отримують доступ до системи після того, як системний адміністратор створює профіль кожного власника та відправляє запрошення з інтерфейсу вкладки «Додати власника». Власнику необхідно отримати, прийняти запрошення та перейти за посиланням, після чого використати дані для входу (ел. адресу та пароль).
SEC-03	Підписники можуть таким же чином отримувати доступ до системи. Профіль підписника може бути створений системним адміністратором або ж власником. Підписнику також відправляється запрошення до системи за вказаною електронною адресою, після чого він приймає запрошення та використовує ел. адресу та пароль в подальшому для входу в систему.

Атрибути якості програмного забезпечення (Software Quality Attributes):

Функціональна придатність – усі функції викладені в цьому документі будуть доступні на усіх телефонах та планшетах на базі ОС ANDROID до 9 версії

Надійність – система доступна 99% часу. Виправлення критичних помилок – до 2-х годин, некритичних 4-6 годин.

Працездатність -24\7

Ефективність виконання – функції виконуються постійно без довантажень з часом очікування до 3-х секунд

Безпека – використання протоколів та методів від мережесих уражень та забезпечення захисту у 95% випадків.

Сумісність – з mobile - браузерями Chrome, Safari, Mozilla, Opera, Edge

Інші вимоги (Other Requirements)

Вся інформація у застосунку, в тому числі з боку виконавців має відповідати нормам чинного законодавства України та міжнародним правовим нормам.

ДОДАТОК С

ТЕЗИ ДОПОВІДІ

Тези доповіді Вірич В.В. з Міжнародної науково-технічної конференції “Miningmetaltch – Гірничо-металургійний комплекс: інтеграція бізнесу, технологій і освіти»

«Дослідження та проектування програмного рішення для вдосконалення системи ланцюгів постачання підприємства за допомогою мобільного додатку вантажоперевезень автомобільним транспортом»

Research and design of a software solution for improving the company's supply chain system by using a mobile application for road freight transport

Moskalenko V.V., DSc (Engineering), Professor, LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”, Zaporizhzhia, Ukraine

Virych V.V., student (group 122-22-1m), LLC “TECHNICAL UNIVERSITY “METINVEST POLYTECHNIC”, Zaporizhzhia, Ukraine

Москаленко В.В., д.т.н., професор, ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХІНКА», м. Запоріжжя, Україна

Вірич В.В., студент гр. 122-22-1м, ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХІНКА», м. Запоріжжя, Україна

Агресивна глобальна конкуренція створила дуже вимогливих клієнтів і потребу в безперебійному русі поставок. Щоб задовольнити свої потреби щодо низької вартості, гнучкості та легкої доступності товарів, організації виходять за межі власних кордонів щодо управління своїми ланцюгами постачання та мінімізують фактори ризиків ланцюга постачання. [1]

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

- системи для стратегічного та 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 в тому числі і у зворотньому напрямку, до найвищого стратегічного рівня, є інформація у загальному значенні.

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 закінчення усіх операцій з постачання.

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

Одним з орієнтирів оцінки якості програмних продуктів для учасників світового логістичного ринку є щорічні дослідження компанії Gartner, відомі як «Магічний квадрат».

Gartner визначає системи управління транспортуванням (TMS) як програмне забезпечення, яке підтримує мультимодальне планування та виконання фізичного переміщення товарів у ланцюжку поставок.[2]

У 2023 році лідером в черговий раз стало програмне рішення Oracle Transportation Management (OTM) друге та третє місце у Blue Yonder та SAP Transportation Management (TM).

Але зазначені системи мало розповсюджені в Україні, перш за все через складність впровадження та вартість. Такі масштабні програми як SAP працюють на глобальному рівні підприємства та є системами ERP класу і недоступні малому та середньому бізнесу.

При цьому ринок TMS в Україні активно розвивається, оскільки дозволяє автоматизувати процеси логістики та інтегрувати різні модулі, наприклад бухгалтерський, складський та транспортний між собою.

Багато компаній в Україні пропонують програмні рішення, коли окремі модулі TMS-систем можуть бути інтегровані до більших програмних модулів, наприклад як вже згадуваний SAP.

Такі «локальні гравці» зі своїми рішеннями, поступаються у обсязі послуг світовим софтверним гігантам, але виграють за рахунок гнучкості та клієнтоорієнтованості. Вони надають ці послуги у сфері B2B та B2G.

Йдеться зокрема про ЕОД для обміну ТТН – як первинного бухгалтерського документу. Наразі у країні відбувається перехід від паперових, до електронних е-ТТН, з подальшою інтеграцією до схожої європейської системи е-CMR. Е-ТТН в Україні створена за стандартами ЄС, тож вона стане основою для розширення з внутрішнього ринку на міжнародні перевезення [3].

Наприкінці минулого 2022 року було завершено розробку Системи електронної товарно-транспортної накладної (е-ТТН) в Україні. Перші три компанії-провайдери (EDIN, ПТАХ та AgriChain) пройшли тестування щодо взаємодії з Системою електронного документообігу е-

ТТН. Зокрема, дві компанії (EDIN та ПТАХ) вже успішно завершили тестування взаємодії, ще одна компанія (AgriChain) отримала рекомендації щодо доопрацювання свого програмного забезпечення. Передбачалося, що «Зокрема, з 1 лютого 2023 року бізнес має час на поступовий перехід, тестування та адаптацію до використання е-ТТН. Для цього компанії потрібно укласти договір з одним із провайдерів ЕДО, що приєдналися до проекту, щоб 1 серпня бути повністю готовою до цифровізації цього бізнес-процесу»[4].

Поки такого переходу ще не відбулося, через спочатку COVID-19 та наразі війну РФ проти України. Але 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 та активів великих холдингів, є нагальною потребою та ефективним інструментом забезпечення швидкості процесів у ланцюгах постачання.

Українські підприємства інтегровані у світові ланцюги постачання. Навіть займають лідируючі позиції у постачанні зернових, металу та мінеральних добрив. Тому підтримання конкурентного рівня, та в ідеалі, перевага на світових ринках, вимагають активного використання програмного забезпечення у вигляді настільних рішень та мобільних застосунків для при здійсненні процесів постачання.

Як було зазначено вище, поки що лише два підприємства в Україні пройшли тестування щодо взаємодії з Системою електронного документообігу е-ТТН. Цього однозначно недостатньо щоб забезпечити відповідними програмними продуктами усі підприємства пов'язані із постачанням та логістикою. Також відносна невелика кількість підприємств які надаватимуть такі послуги може означати певну монополізацію ринку і пов'язану із цим цінову політику та затримки у часі на розробку та впровадження своїм клієнтам через брак потужностей.

Таким чином, для компаній стає актуальним забезпечення власними силами або із залученням спеціалізованих компаній-розробників необхідним програмних TMS модулів у стислі терміни. Це дозволить вчасно оптимізувати ланцюги постачання на «абстрактному» рівні електронного документообігу для забезпечення діяльності на фізичному рівні виконання логістичних послуг.

Перелік використаних джерел:

1.13 RISK FACTORS THAT CAN JEOPARDIZE YOUR SUPPLY CHAIN. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/13-risk-factors-can-jeopardize-your-supply-chain-erwin-cootjans> (дата звернення: 09.09.2023).

2. Best Transportation Management Systems Reviews 2023. URL: <https://www.gartner.com/reviews/market/transportation-management-systems> (дата звернення: 09.09.2023).

3. Папери на вантаж – у минулому. Що змінить запровадження електронних накладних в Україні. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2023/05/23/700382/> (дата звернення: 10.09.2023).

4. Електронна товарно-транспортна накладна (е-ТТН) стане обов'язковою з 1 серпня 2023 року. URL: (<https://www.kmu.gov.ua/news/elektronna-tovarno-transportna-nakladna-e-ttn-stane-oboviazkovoju-z-1-serpnia-2023-roku>) (дата звернення: 17.09.2023).