

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УРАЇНИ

Факультет (ННІ) Механіко-технологічний

УДК 656.073.41:691

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету

Механіко-технологічного

(назва факультету (ННІ))

Братішко В.В.

(підпис)

(ПБ)

“ ” 20241

р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Транспортних технологій та засобів в
АПК

(назва кафедри)

Савченко Л.А.

(підпис)

(ПБ)

“ ” 2024р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Дослідження ефективного транспортного процесу при доставці
будівельних вантажів

Спеціальність 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)» (код і назва)

Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна (освітньо-професійна або освітньо-
наукова)

Гарант освітньої програми

д.е.н.

Загурський О.М

Керівник магістерської роботи

к.т.н., доцент

Савченко Л.А.

Виконав

Кашин О.С

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УРАЇНИ**

Факультет (ННІ) _____

Механіко-технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Транспортних технологій та засобів в АПК

к.т.н., доцент Савченко Л.А.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Кашину Олександрю Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(код і назва)

Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи Дослідження ефективного транспортного процесу при доставці будівельних вантажів

затверджена наказом ректора НУБіП України від “ 08 ” січня 2024 р. № 24 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 5 листопада 2024р
(число, місяць, рік)

Вихідні дані до магістерської роботи

1. Теоретичні основи організації перевезень будівельних матеріалів транспортними підприємствами в м. Луцьк

2. Аналіз специфіки логістичних і транспортних процесів при доставці будівельних матеріалів у місті Луцьк

3. Використання транспортної задачі для оптимізації доставки будівельних матеріалів у м. Луцьк

4. Використання сучасних транспортно-логістичних систем для підвищення ефективності перевезень у м. Луцьк

4. статті з обраної теми зі збірників наукових праць та журналів, довідники, посібники та інтернет-ресурси.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Загальна характеристика організації перевезень будівельних матеріалів транспортними підприємствами в м. Луцьк

2. Сучасний стан організації перевезень будівельних матеріалів транспортними підприємствами в м. Луцьк

3. Дослідження сучасних транспортно-логістичних систем для підвищення ефективності перевезень у м. Луцьк

Дата видачі завдання «30» грудня 2023 р.

Керівник магістерської роботи _____ Савченко Л.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Кашин О.С

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТРАНСПОРТНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ В М. ЛУЦЬК	9
1.1. Сутність та необхідність вантажних перевезень будівельних матеріалів в умовах військового стану	9
1.2. Особливості перевезення будівельних вантажів у міських умовах м. Луцьк	12
1.3. Огляд та аналіз досліджень відомих вчених щодо організації перевезень будівельних матеріалів в умовах військових і кризових ситуацій	20
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СПЕЦИФІКИ ЛОГІСТИЧНИХ І ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ДОСТАВЦІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МІСТІ ЛУЦЬК	27
2.1. Чинники, що впливають на вибір транспортних засобів для перевезень у межах Луцька	27
2.2. Аналіз проблем і викликів у транспортуванні будівельних вантажів у Луцьку в умовах військового стану	35
РОЗДІЛ 3 ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У М. ЛУЦЬК	39
3.1. Постановка транспортної задачі для оптимізації перевезень будівельних матеріалів в умовах Луцька	39
3.2. Моделювання оптимальних транспортних маршрутів для мінімізації витрат і часу доставки	44
3.3. Приклади розв'язання транспортної задачі для перевезень у м. Луцьк з урахуванням місцевих обмежень і умов	49
РОЗДІЛ 4 ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У М. ЛУЦЬК	53
4.1. Сучасні інформаційні технології для управління логістичними процесами в умовах міста	53
4.2. Використання GPS, RFID та інших систем для контролю і оптимізації маршрутів в Луцьку	59
4.3. Впровадження автоматизованих систем	

контролю за перевезеннями для будівельних вантажів 71 РОЗДІЛ 5
РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ДОСТАВЦІ БУДІВЕЛЬНИХ
МАТЕРІАЛІВ У ЛУЦЬКУ 775.1. Пропозиції з оптимізації маршрутів
перевезення будівельних матеріалів у межах міста 775.2. Економічне
обґрунтування впровадження запропонованих заходів для підвищення
ефективності перевезень 835.3. Оцінка ефективності використання
транспортної задачі і сучасних логістичних систем у практиці транспортних
підприємств Луцька 93 ВИСНОВКИ 104 СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ
ДЖЕРЕЛ 105

ВСТУП

У сучасних умовах подальший розвиток і вдосконалення економіки неможливе без належно організованої транспортної інфраструктури. Чіткість і надійність транспорту визначають ритм роботи підприємств у промисловості, будівництві та сільському господарстві, а також настрій і працездатність людей. Підвищення ефективності та якості вантажних перевезень є однією з основних задач у сфері автомобільного транспорту. Якість таких перевезень залежить від сукупності характеристик автотранспортної системи, таких як економічні, технічні, організаційні, соціальні та екологічні параметри, що визначають здатність системи задовольняти потреби країни в перевезеннях.

Основними показниками якості перевезень є своєчасність виконання перевезень, збереження кількості та властивостей вантажу, а також економічність транспортної системи. Своєчасність перевезень визначається своєчасним вивезенням вантажів від вантажовідправників та дотриманням термінів доставки вантажів одержувачам. Вплив цих факторів на витрати вантажовідправників залежить не лише від форм постачання (наприклад, складських або кооперативних поставок, монтажу «з коліс»), але й від можливих втрат вантажу через природний убуток чи псування.

Так, при складському способі доставки своєчасність перевезень значно впливає на розміри запасів продукції на складах вантажовідправників, обсяги оборотних коштів та виробничі запаси у вантажоодержувачів. Часто ці запаси перевищують реальні потреби, оскільки їх утримання має на меті мінімізувати ризики виробничих збоїв через непередбачувані обставини. У разі кооперативних поставок та монтажу «з коліс» своєчасність доставки безпосередньо впливає на ритмічність і темпи виробничих процесів у вантажоодержувачів.

Схоронність вантажу, збереження його споживчих властивостей та економічність доставки залежать від типу рухомого складу, на якому

здійснюється перевезення. Транспортні засоби повинні відповідати характеристикам вантажів (наприклад, фургони, самоскиди, цистерни тощо) і забезпечувати максимальну схоронність вантажу, а також механізоване виконання вантажно-розвантажувальних операцій.

Своєчасність перевезень залежить від точності вивезення вантажів від вантажовідправника і дотримання термінів доставки вантажів до вантажоодержувача. Вплив цих факторів на витрати клієнтів залежить не лише від форм матеріально-технічного постачання та можливих втрат вантажу через природний убуток чи псування, але й від методів навантаження і розвантаження.

Навіть при задовільних техніко-експлуатаційних і економічних характеристиках транспортних засобів, вони часто використовуються неефективно під час перевантажувальних операцій через надмірні простої. Це особливо відчутно при перевезенні тарно-штучних вантажів, що використовуються в торгівлі. Наприклад, на кожну тонну вантажу широкого споживання припадає в середньому 50-60 тарних одиниць. Таким чином, при перевезенні 1 мільйона тонн вантажів у торговельну мережу необхідно здійснити 50-60 мільйонів тарно-вантажних операцій. Для підвищення ефективності перевезень застосовують різні типи кузовів та спеціального обладнання, що дозволяють скоротити непродуктивні простої рухомого складу під час навантаження і розвантаження.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що тема дослідження є актуальною.

Метою дослідження в даній роботі є вивчення ефективного транспортного процесу при доставці будівельних вантажів. Для досягнення мети в роботі вирішувались наступні завдання:

- вивчити сутність та необхідність вантажних перевезень будівельних матеріалів в умовах військового стану;
- окреслити особливості перевезення будівельних вантажів у міських умовах м. Луцьк;

- здійснити огляд та аналіз досліджень відомих вчених щодо організації перевезень будівельних матеріалів в умовах військових і кризових ситуацій;
- встановити чинники, що впливають на вибір транспортних засобів для перевезень у межах Луцька;
- надати аналіз проблем і викликів у транспортуванні будівельних вантажів у Луцьку в умовах військового стану;
- здійснити постановку транспортної задачі для оптимізації перевезень будівельних матеріалів в умовах Луцька;
- змодельовати систему оптимальних транспортних маршрутів для мінімізації витрат і часу доставки;
- навести приклади розв'язання транспортної задачі для перевезень у м. Луцьк з урахуванням місцевих обмежень і умов;
- охарактеризувати сучасні інформаційні технології для управління логістичними процесами в умовах міста;
- обґрунтувати використання GPS, RFID та інших систем для контролю і оптимізації маршрутів в Луцьку;
- запропонувати впровадження автоматизованих систем контролю за перевезеннями для будівельних вантажів;
- надати рекомендації щодо підвищення ефективності транспортного процесу при доставці будівельних матеріалів у Луцьку.

Предметом дослідження є вдосконалення транспортного процесу при доставці будівельних вантажів.

Об'єктом дослідження є транспортний процес при доставці будівельних вантажів в межах міста Луцьк.

Методи дослідження. У роботі застосовано як загальні, так і спеціальні методи наукового дослідження, зокрема: системний та функціональний підходи, аналітичний, графічний і статистичний методи.

Новизна отриманих результатів. Розроблено рекомендації щодо вдосконалення процесу перевезення будівельних матеріалів, з урахуванням змін як зовнішнього, так і внутрішнього середовища, яке динамічно

розвивається. Це дозволяє застосувати стратегію фокусування для оптимізації внутрішніх перевезень вантажів.

Практичне значення отриманих результатів. Одержані результати можуть бути використані для подальшого вдосконалення процесу перевезень будівельних матеріалів на транспортних підприємствах, що сприятиме підвищенню ефективності та зниженню витрат у цій сфері.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТРАНСПОРТНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ В М. ЛУЦЬК

1.1. Сутність та необхідність вантажних перевезень будівельних матеріалів в умовах військового стану

При організації перевезення будівельних вантажів важливим завданням є забезпечення своєчасної доставки матеріалів і виробів на будівельні об'єкти з мінімальними витратами на транспортування. На ефективність організації перевезень значно впливають характеристики вантажів, методи їх виготовлення, технологія та організація будівельно-монтажних робіт.

До будівельних вантажів належать деталі, конструкції, матеріали, що використовуються для будівництва житлових, промислових, соціальних об'єктів та іншої інфраструктури, а також вантажі, що утворюються в процесі будівництва (наприклад, ґрунт, сміття, металеві відходи, тара тощо).

Будівельні вантажі є масовими, але їх вантажопотоки, як правило, мають односторонній характер. Структура вантажопотоків різниться залежно від багатьох факторів: виду та способу перевезення вантажів, а також від етапу і типу будівництва. У різні періоди будівництва напрямки вантажопотоків можуть змінюватися або припинятися після завершення будівельних робіт.

Для перевезення більшості видів будівельних вантажів необхідний спеціалізований рухомий склад, такий як самоскиди, цистерни, панелевози, закриті вагони та інші. Оскільки номенклатура будівельних вантажів включає понад сотню різних найменувань, частка вантажів, які перевозяться різними видами транспорту, відрізняється в залежності від регіону. Це залежить від типу та особливостей будівництва, а також від характеру вантажів, які перевозитиме транспортна компанія.

Залежно від характеристик вантажу, який перевозиться, будівельні матеріали зазвичай поділяються на такі категорії:

Сипучі матеріали. До цієї групи входять цемент, пісок, гравій та інші подібні речовини. Спочатку може здаватися, що ці матеріали не потребують особливих умов транспортування, але це не зовсім так. Перевезення сипучих матеріалів зазвичай здійснюється самоскидами. Важливо, щоб цемент не контактував з вологою, тому для транспортування таких матеріалів обов'язковим є використання герметичних упаковок або закритих контейнерів. Для навантаження та вивантаження матеріалів застосовують гравітаційні, пневматичні або механічні методи.

Рідкі матеріали. Одним із найпоширеніших серед них є бетон. Цей матеріал вимагає особливо ретельного транспортування та зберігання. Рідкі будматеріали перевозяться швидко за допомогою спеціальних цистерн, які постійно перебувають у русі для збереження належної структури бетону.

Формовані матеріали. До цієї категорії належать такі матеріали, як цегла. Її транспортування має бути максимально обережним, щоб уникнути пошкоджень. Зазвичай для перевезення цегли використовують спеціальні палети, які часто додатково обгортають поліетиленом. Під час завантаження та вивантаження цегли використовуються маніпулятори.

Усі будівельні матеріали під час перевезення фіксуються спеціальними ригелями або ременями. Завдяки металевим конструкціям у вантажних авто з довгим кузовом вантаж можна завантажувати вертикально.

Будівельна цегла є одним із найскладніших вантажів для транспортування. Вона є дуже крихким матеріалом, який легко пошкодити при неправильному поводженні. Перевезення цегли без спеціальної упаковки та обладнання може призвести до значних втрат через пошкодження вантажу. Крім того, процес навантаження і розвантаження цегли є трудомістким для робітників.

Тому правильна організація навантаження та розвантаження, а також використання спеціальної упаковки, є ключовими для забезпечення

збереження цегли під час транспортування. Це дозволяє зменшити втрати та заощадити значні кошти. Важливим є також правильний вибір транспортного засобу для перевезення цегли, що дасть змогу доставити вантаж вчасно та з мінімальними втратами.

Цегла зазвичай перевозиться в пакетах (на піддонах або без них), рідше — в спеціальних контейнерах. При перевезенні в пакетах цегла укладається "ялинкою". Однак укладання пакетів один на один є менш оптимальним варіантом, оскільки не забезпечує достатньої стійкості верхніх рядів, особливо при перевезенні морським транспортом. Зараз для перевезення цегли використовуються пакети з термозбіжної плівки, що створює більш сприятливі умови для її транспортування.

Пісок, гравій, глина та будівельне сміття належать до навалочних будівельних вантажів, які за способом перевезення та зберігання відносяться до звичайних вантажів. Ці матеріали не вимагають спеціальних умов при транспортуванні та зберіганні, а також не потребують особливих умов при завантаженні та вивантаженні. Вони можуть перевозитися як залізничним транспортом, так і на бортових автомобілях, і не бояться атмосферних впливів.

Ці вантажі відрізняються тим, що складаються з рухомих частинок певного розміру, які можуть бути як однорідними, так і неоднорідними за складом. Вони витримують падіння з висоти та можуть навантажуватися і вивантажуватися навалом. При цьому вони приймаються та здаються за обсягом і масою.

Однак при перевезенні таких навалочних вантажів є певні ризики, зокрема:

- Можливе пошкодження дорожнього покриття або інших транспортних засобів через падіння частин вантажу під час перевезення автомобілем.
- Неможливість маневрування на дорозі через небезпеку випадання частини вантажу.

Для забезпечення безпеки перевезення навалочних будівельних вантажів на автомобільному транспорті необхідно дотримуватися таких правил:

- Не можна завантажувати вантаж вище борту автомобіля.
- Навальний вантаж має бути рівномірно розподілений по кузову автомобіля.
- Висота автомобіля з вантажем не повинна перевищувати 3,8 метра.

Найбільш ефективно перевезення цих вантажів можна організувати за допомогою комплексних транспортно-технологічних систем, розроблених на основі транспортної логістики.

1.2. Особливості перевезення будівельних вантажів у міських умовах м. Луцьк

Незалежно від типу транспортного засобу та маршруту перевезення, при транспортуванні будівельних матеріалів необхідно суворо дотримуватись правил перевезення цього вантажу [2]:

- Транспорт має повністю відповідати вимогам щодо специфіки та габаритів вантажу.
- Під час перевезення слід дотримуватись технічних умов, зазначених виробником.
- Крихкі будматеріали дозволяється перевозити лише автомобільним транспортом після попереднього завантаження на дерев'яні піддони і упаковки з використанням картону або поліетилену для прокладок.
- Будівельні матеріали під час навантаження повинні бути надійно зафіксовані за допомогою систем фіксації, обмежувачів або додаткових бортів.

Для забезпечення максимального збереження вантажу варто вжити таких заходів:

- Вибір відповідного транспорту для кожного конкретного вантажу.
- Правильна упаковка та маркування вантажу.
- Якісна організація перевезення з урахуванням специфічних властивостей вантажу.
- Страхування вантажу.
- Професійний підхід фахівців транспортної компанії до складування, навантаження, розвантаження і закріплення вантажу під час перевезення.

Комплекс цих заходів знижує ризик пошкодження або втрати вантажу.

Основою для розробки технологічного процесу перевезення є заявка на перевезення або договір (комерційна пропозиція), в якому описано вимоги до транспортної послуги замовника. Для кожної характеристики транспортної послуги повинні бути вказані прийнятні значення, що відповідатимуть інтересам як споживача, так і виконавця.

Технологічний проект перевезення повинен включати конкретні вимоги щодо забезпечення безпеки транспортування. Удосконалення технологічного процесу є ключовою умовою підвищення ефективності роботи організації.

Ефективність обраної технології перевезень може оцінюватися за такими показниками:

- **Собівартість перевезень;**
- **Питомі витрати;**
- **Продуктивність рухомого складу;**
- **Якість перевезень [13].**

Процес доставки вантажу можна розглядати як набір взаємозалежних операцій, що виконуються на кожному етапі перевезення. Залежно від змісту роботи, ці операції можуть бути класифіковані таким чином.

Контрольно-облікова операція передбачає оформлення відповідних документів, пошук конкретного вантажного місця, огляд вантажів, опломбування тощо.

Стропова операція включає в себе кріплення та відкріплення штучних вантажів під час їх перевантаження за допомогою крану.

Вантажна операція пов'язана з підйомом і опусканням вантажу під час навантажувально-розвантажувальних робіт (НРР).

Операція переміщення полягає у переміщенні вантажу під час НРР.

Допоміжна операція включає додаткові роботи, що виконуються до або після навантаження вантажу, наприклад, відкриття кришок або закриття брезентом.

Транспортна операція охоплює рух рухомого складу з вантажем або без нього.

Складська операція передбачає підготовку вантажу до відправлення, підбір і сортування вантажів за партіями тощо [11, с.65].

При виконанні вантажних автомобільних перевезень виділяють кілька основних технологій, які суттєво відрізняються одна від одної та залежать від типу вантажоутворюючого об'єкта — відправника вантажу.

Особливості кожного відправника вантажу впливають на кількість використовуваних транспортних засобів, вид рухомого складу, можливості оптимізації маршрутів, необхідність узгодження вантажопотоків з іншими видами транспорту, склад транспортно-експедиційних послуг. Для детального опрацювання перевезень в конкретних умовах розробляються транспортно-технологічні карти, які погоджуються з відправником і вантажоотримувачем [8, с.43].

Після узгодження та координації різних технологічних операцій розробляються графіки роботи транспортних засобів. Впровадження транспортно-технологічних схем доставки дозволяє:

- Спростувати оперативне планування та диспетчерське управління перевезеннями завдяки модульному підходу.
- Забезпечити безперервність і паралельність виконання технологічних операцій.
- Організувати скоординовану роботу співробітників різних організацій.

- Скоротити загальний час доставки вантажів.

Розвиток малого та середнього бізнесу спричинив виникнення низки проблем у сфері транспортно-логістичного забезпечення [3, 4, 5].

По-перше, зростання торговельної діяльності викликало збільшення попиту на перевезення різноманітних товарів у малих партіях для великої кількості споживачів.

По-друге, наявність великої кількості автотранспортних компаній значно посилила конкуренцію на ринку транспортних послуг, змушуючи власників транспортних засобів шукати нові способи отримання конкурентних переваг. Однак заходи, які впроваджуються для підвищення конкурентоспроможності, часто виявляються неефективними або навіть шкідливими для бізнесу, що ставить транспортні підприємства в складне становище. Наприклад, деякі компанії застосовують «нерентабельне ціноутворення», продаючи послуги за цінами, нижчими за собівартість перевезень. Внаслідок цього є потреба в пошуку нових конкурентних переваг, серед яких можна виділити покращення якості послуг, зменшення фінансових втрат через неефективність перевезень, розширення спектра послуг, поліпшене обслуговування клієнтів та здатність оперативно реагувати на зміни у транспортних потребах.

По-третє, питання підвищення ефективності доставки вантажів залишається недостатньо дослідженим, незважаючи на те, що транспортні витрати складають близько 50% вартості кінцевої продукції.

По-четверте, більшість дрібнопартійних перевезень організовується через транспортну інфраструктуру великих і середніх міст, що накладає ряд технічних обмежень, таких як обмеження швидкості, маршруту та часового вікна, що ускладнює процес організації перевезень.

Організація таких перевезень у міських транспортних системах вимагає збору та аналізу великого обсягу даних: кількість постачальників, перевізників, вантажоодержувачів, транспортних засобів та їх завантаженість,

попит кожного вантажоодержувача. Окрім того, значний вплив мають непередбачувані фактори, як аварії та затори, які важко передбачити на етапі планування.

По-п'яте, організувати перевезення великого асортименту товарів для численних споживачів із різним рівнем попиту набагато складніше, ніж перевезення масових вантажів, де потоки товарів стабільні і регулярно повторюються. Це потребує використання більш складних логістичних маршрутів і врахування численних технічних обмежень під час планування перевезень.

У підсумку, доставка збірних вантажів є значно дорожчою за транспортування насипних вантажів. Проблеми оптимізації LCL (Less than Container Load) в міських транспортних мережах ускладнюються цілим рядом факторів, таких як необхідність швидкої обробки великої кількості даних, висока частота перевезень, численні технічні та часові обмеження, а також постійні коливання попиту і великий вплив зовнішніх факторів.

Одна з основних труднощів при вирішенні цих проблем полягає в обсязі роботи, пов'язаному з визначенням маршрутів для десятків і навіть сотень вантажовідправників щодня. Наприклад, при перевезенні молочної продукції всі постачальники можуть вимагати доставки до 10 ранку, що ускладнює об'єднання кількох вантажів на одному маршруті.

Якщо транспортний засіб не має достатньої вантажопідйомності, може знадобитися додатковий транспорт, що збільшує витрати. Крім того, через коливання попиту обсяги поставок можуть сильно змінюватися в залежності від дня тижня або місяця.

Аналіз літератури показує, що серед існуючих підходів до вирішення проблеми оптимізації перевезень дрібних партій вантажів у міських мережах жоден із них не враховує всі аспекти цієї проблеми. Крім того, недостатньо уваги приділено порівнянню ефективності запропонованих методів.

Ще однією важливою проблемою є організація постачання товарів до роздрібних торгових точок. Поставка товару здійснюється за заявкою, яка

складається за встановленою формою, що містить найменування товару, його основні характеристики та необхідну кількість. Заявка підписується керівником магазину чи менеджером і надсилається постачальнику для виконання.

Доставка товарів до магазинів або інших точок продажу може відбуватися централізовано або децентралізовано.

Найефективнішим методом доставки товарів до торгових точок є централізована доставка, коли постачальник доставляє товар власними силами та засобами в узгоджені терміни за заявкою роздрібного торговця. Такий підхід дозволяє забезпечити точність постачання товарів у магазини, при цьому не відволікаючи працівників ритейлера від їх основних обов'язків.

Раціонально організована централізована доставка дає змогу ефективніше використовувати робочу силу і транспортні ресурси, а також знижує витрати на обіг товарів. Регулярна і своєчасна доставка сприяє підтриманню стабільного асортименту в магазинах, прискорює товарообіг і зменшує ймовірність псування товарів.

У разі централізованої доставки товари можуть транспортуватися до роздрібної мережі або власним транспортом постачальника, або ж транспортом загального користування. Якщо використовується загальний транспорт, постачальник укладає угоду на перевезення товарів з автоперевізником, паралельно з укладанням договору поставки між постачальником і покупцем.

Для ефективно організації централізованого розподілу товарів постачальники та оптовики проводять низку підготовчих заходів, серед яких: аналіз розташування торгових точок, групування роздрібних підприємств за їх типом і обсягами діяльності, визначення обсягу, оптимального розміру та частоти поставок, потреби в транспортних засобах та тарі, розробка раціональних маршрутів доставки. Також необхідно підготувати відповідне обладнання для складів і торгових точок, щоб ефективно виконувати завдання доставки товарів, сформувати систему матеріальної відповідальності сторін за

виконання умов централізованої доставки, а також провести оцінку ефективності організації постачання та виявити резерви для його поліпшення.

При аналізі розміщення роздрібною мережі необхідно врахувати такі параметри, як назва підприємства, тип його діяльності, середньомісячний роздрібний товарообіг, площа торгових та складських приміщень, кількість працівників, години роботи, а також відстань від магазину до оптової бази чи іншого постачальника. Обсяг перевезень визначається на основі даних про обсяги вантажів та середню ціну за тонну. Частота поставок і оптимальний розмір імпортованих товарів розраховуються з урахуванням необхідності забезпечення безперервного постачання відповідного асортименту товарів при мінімальних запасах.

При визначенні частоти постачання товарів важливими факторами є фізико-хімічні характеристики товару, дата останнього продажу, середньоденний обсяг продажу та розмір наявних запасів. Наприклад, хлібобулочні вироби потрібно доставляти щодня, тоді як інші продукти з коротким терміном зберігання – не рідше ніж раз на два-три дні. Непродовольчі товари та продукти з тривалим терміном зберігання зазвичай постачаються кожні 7-10 днів. Кількість товарів, що замовляються, повинна бути достатньою для забезпечення стабільного асортименту та безперервного процесу продажів до наступної поставки, при цьому необхідно уникати надмірного складування товарів. Цю кількість визначають, зважаючи на дані про продажі, отримані через аналіз попиту. Для товарів, що швидко псуються, також враховують потужність холодильного обладнання магазину. Для нових товарів, з якими магазин ще не працював і для яких невідомий середньоденний попит, доцільно почати з невеликих пробних партій.

Централізована доставка товарів повинна здійснюватися за чітко визначеним графіком, який містить номер маршруту, дату доставки, назву та адресу роздрібного підприємства, транспортний засіб та час доставки. Під час складання графіків враховують розташування торгових точок, обсяги товарів, що постачаються, періодичність поставок, а також специфіку роботи

використовуваного транспорту. Графіки доставки узгоджуються з отримувачами товарів для забезпечення оптимальних умов постачання.

Графіки постачання товарів тісно пов'язані з маршрутами централізованої доставки, що розробляються оптовими базами. Їх складання передбачає оптимальне використання вантажопідйомності транспортних засобів та забезпечення найкоротших шляхів доставки. Існують два типи таких маршрутів: лінійні (маятникові) та кільцеві (розвізні).

Лінійні маршрути призначені для доставки товару в одну торгову точку за один рейс. Кільцеві маршрути використовуються для одночасної доставки товарів до кількох торгових точок. Вони будуються з урахуванням географічного розташування точок, що обслуговуються оптовими складами. Для цього створюється карта розташування торгових точок, що дозволяє визначити можливі транспортні шляхи між населеними пунктами. Спочатку розробляється прямий маршрут, а потім кільцевий. Такий підхід дозволяє оптимізувати роботу транспортних засобів.

Оптові дистриб'юторські мережі, які здійснюють централізовану доставку товарів до роздрібних магазинів, мають точно визначити потребу в транспортних засобах та багаторазових складських контейнерах. Розрахунок потреби в транспорті ґрунтується на обсязі замовлень від роздрібних торговців, завантаженості транспортних засобів і середній кількості рейсів. Потреба в транспортних засобах повинна чітко відповідати графікам та маршрутам централізованого постачання товарів, встановленим оптовими базами.

Ключовим елементом організації централізованого постачання товарів є розробка технічних схем, які базуються на взаємопов'язаних транспортних системах. Все більше поширення набувають технічні плани транспортування товарів із використанням контейнерів та спеціального обладнання. Наприклад, це може бути збірка товарів у цехах і розміщення їх у контейнерах, пломбування контейнерів, доставка опломбованих контейнерів і супровідних документів на оптову базу. Кожен контейнер доставляється за узгодженим

маршрутом: процес включає збірку, фіксацію передачі товару водіями транспортних засобів, завантаження і закріплення контейнерів на кузові транспорту, доставку товару до торгових точок та фіксацію приймання-передачі товару.

1.3. Огляд та аналіз досліджень відомих вчених щодо організації перевезень будівельних матеріалів в умовах військових і кризових ситуацій

Питання оптимізації перевізного процесу часто пов'язують із такими ключовими технологічними аспектами, як вибір рухомого складу та оптимізація маршрутів.

Зокрема, в дисертації Р. Х. Імаметдінова на тему «Організація міжнародних перевезень великогабаритних і великовагових вантажів» [7] для досягнення зазначених цілей:

- Проведено порівняльний аналіз придатності різних видів транспорту для перевезення великогабаритних і великовагових вантажів.
- Досліджено механізми функціонування та взаємодії транспортних компаній під час перевезень.
- Вивчено перспективи розвитку галузей економіки, що є основними споживачами послуг з перевезення великогабаритних і великовагових вантажів, на основі чого здійснено прогнозування змін у структурі таких перевезень на найближчу перспективу.
- Розроблено методикку вибору виду транспорту для перевезення великогабаритних і великовагових вантажів, що дозволяє визначити найбільш ефективну схему перевезення залежно від ваги, розмірів і дальності перевезень.

– Запропоновано вдосконалення методики визначення терміну окупності транспортних засобів з урахуванням специфіки перевезення великогабаритних і великовагових вантажів.

– Окреслено конкретні рекомендації та запропоновано варіанти рішень для вирішення проблем перевезень таких вантажів, що стимулюють розвиток прогресивних методів доставки.

У дослідженні А. Л. Обухової [12] розглянуто низку важливих проблем, пов'язаних із перевезенням навалювальних вантажів (МВ). Основні труднощі, які виникають у цьому процесі, можна умовно поділити на кілька груп:

– Економічна недосконалість маршрутних перевезень — це означає, що існуючі маршрути доставки не завжди є оптимальними з точки зору витрат та ефективності.

– Неефективне використання порожніх транспортних засобів — у деяких випадках після виконання перевезення транспортні засоби залишаються порожніми, що призводить до додаткових витрат на їх транспортування.

– Безпека перевезень сипких вантажів у прямому та міждержавному сполученні — перевезення сипких вантажів вимагає дотримання специфічних стандартів безпеки, оскільки вони можуть бути небезпечними під час транспортування, особливо через міжнародні кордони.

– Затримки залізничного транспорту — це проблема, коли вантажовідправники чи вантажоодержувачі стикаються з затримками при доставці вантажів залізницею.

Однією з переваг перевезень навалювальних вантажів є можливість формування маршрутних перевезень, що дозволяє оптимізувати процес доставки. Однак це має і свої недоліки. Одним із них є неефективне використання порожніх вагонів, що вимагає оптимізації маршрутів і вантажопотоків для зменшення витрат.

А. В. Кулешов [7] пропонує рішення для цієї проблеми через інформатизацію процесу використання порожніх вагонів. Встановлення

моніторингу рухомого складу з моменту його надходження з портів і міждержавних станцій дозволить підвищити точність та ефективність даних, що використовуються для управління перевезеннями.

Також актуальною проблемою є своєчасне забезпечення перевізників та власників рухомого складу необхідними навантажувальними ресурсами. Для цього А. В. Кулешов пропонує застосування математичної моделі на основі задачі комівояжера, де вершини графа представляють вантажні станції, а ребра — сполучення між ними. Кожному ребру надається вага, що може бути відстанню, часом чи вартістю перевезення, а метою задачі є пошук найкоротшого або економічно вигідного маршруту.

Проте ця модель має деякі обмеження:

- Динамічність і невизначеність ситуації: Модель комівояжера зазвичай передбачає статичний набір точок, в той час як реальна ситуація з навантажувальними ресурсами змінюється в реальному часі.

- Урахування додаткових обмежень: Крім пошуку найкоротшого маршруту, на перевезення можуть впливати інші фактори, такі як місткість вагонів, типи рухомого складу та вимоги до завантаження і розвантаження, що ускладнює застосування цієї моделі.

- Незастосовність для великих обсягів даних: Задача може стати надто складною для обробки великих обсягів даних, що знижує ефективність алгоритму, особливо при великій кількості точок чи ресурсів.

Таким чином, для ефективної організації перевезень навалювальних вантажів необхідно вирішувати низку проблем, пов'язаних з оптимізацією маршрутів, інформатизацією процесів та врахуванням специфічних обмежень, що виникають у реальних умовах транспортування.

Дослідження Х. Feng, Р. Song, W. Yin, Х. Yin та R. Zhang [21] зосереджено на використанні технології контейнерних перевезень і аналізі переваг та викликів, пов'язаних з їх застосуванням. Вони звернули увагу на кілька ключових аспектів, таких як вартість, економія часу, скорочення викидів забруднюючих речовин і вподобання клієнтів. Для оцінки

ефективності контейнерних перевезень було запропоновано модель лінійного програмування зі змішаним цілим числом, що дозволяє отримати оптимальний план перевезень, який враховує фактор контейнеризації.

Щоб перевірити теоретичні висновки, дослідники провели чисельні експерименти на мультимодальній транспортній мережі річки Янцзи в Китаї. Результати показали, що контейнерні перевезення мають потенціал значно зменшити загальні транспортні витрати для логістичних компаній за певних параметрів перевезень.

Виклики контейнеризації в перевезеннях:

1. Вартість перевезень: Хоча контейнеризація може зменшити витрати в деяких випадках, для досягнення оптимального балансу між витратами і вигодами необхідно враховувати конкретні конфігурації параметрів (типи вантажів, відстань, мультимодальні зв'язки).

2. Економія часу: За допомогою контейнерних перевезень можна прискорити процес доставки завдяки стандартизованим контейнерам, які можна швидко обробляти на терміналах і легко транспортувати між різними видами транспорту.

3. Екологічні переваги: Зниження викидів забруднюючих речовин є важливим фактором, оскільки контейнеризація дозволяє оптимізувати логістику, зменшуючи кількість перевезень і забезпечуючи ефективніше використання транспорту.

Підвищення ефективності перевезення навалювальних вантажів (МВ) через контейнеризацію

Відповідно до досліджень Г. С. Пащенко та Ю. В. Шульдінера [14], для підвищення ефективності перевезення навалювальних вантажів в Україні пропонується використовувати контрейлери — спеціальні контейнери, які встановлюються на колеса автомобілів. Це дозволяє полегшити організацію контейнерних перевезень через митні кордони, оскільки контрейлери можуть швидко завантажуватись та вивантажуватись без необхідності використання спеціального транспорту для контейнерів.

На сьогодні в Україні, а також за кордоном активно проводяться дослідження, спрямовані на вдосконалення контрейлерних перевезень. Це включає розробку:

- спеціального рухомого складу (контейнерів і транспортних засобів, що дозволяють швидко здійснювати перевантаження вантажів),
- термінальних технологій, які забезпечують ефективне завантаження та розвантаження контейнерів,
- митних процедур, які спрощують і пришвидшують перетин кордонів, що є важливим для швидкості і надійності перевезень, особливо в умовах міжнародної логістики.

Ці заходи мають сприяти збільшенню ефективності та зниженню витрат на перевезення, забезпечуючи зручний і швидкий процес перевезення товарів, що критично важливо в умовах сучасної логістики, де час і витрати відіграють ключову роль.

Таким чином, використання контейнеризації в перевезеннях, а також розвиток інфраструктури, пов'язаної з контейнерними перевезеннями (контрейлери, митні технології, рухомий склад), здатне забезпечити значні переваги для логістичних компаній, сприяючи підвищенню ефективності перевезень і зниженню їхніх витрат.

Дослідження А. М. Котенка, П. С. Шилаєва та А. В. Світличної [5] розглядає економічну доцільність контрейлерних перевезень з точки зору витрат, що виникають під час перевантажувальних операцій на пунктах відправлення та прибуття. Вони пропонують порівнювати ці витрати з витратами на транспортування «власної ваги» (коли контрейлер є частиною вантажного модуля, а водії та інший персонал перевозяться в автомобілях). Це дозволяє оцінити ефективність використання контрейлерів у порівнянні з іншими варіантами транспортування.

Витрати на транспортування "власної ваги":

1. Витрати на паркування та обробку транспортних засобів: Це витрати на тимчасове зберігання і підготовку транспортних засобів до перевезення на терміналах.

2. Витрати на охорону транспортних засобів на терміналах: Оскільки контрейнери є високоякісними одиницями транспорту, їх охорона є важливою для забезпечення безпеки вантажу.

3. Технічне обслуговування спеціальних транспортних засобів: До цієї категорії належать витрати на регулярне обслуговування та ремонт контрейнерів і рухомого складу.

4. Безпека контрейнерних поїздів на маршрутах: Це витрати, пов'язані з забезпеченням безпеки перевезень по всіх маршрутах, включаючи охорону, контроль руху та інші заходи.

5. Обслуговування контрейнерів на технічних станціях: Це витрати на технічне обслуговування і перевірку контрейнерних поїздів, що проходять через спеціалізовані станції.

6. Платежі за експлуатацію вантажних автомобілів: Включає витрати на використання поїздів для транспортування контрейнерів, включаючи обслуговування локомотивів.

Для розрахунку вартості перевезення використовується відношення дедвейту (вага транспортного засобу без вантажу) до загальної ваги в контрейнері. Це дозволяє визначити, як перевезення порожніх контейнерів впливає на загальну вартість перевезення.

Однак, методика, запропонована авторами, не враховує ряд додаткових витрат, що є важливими для повної оцінки економічної доцільності контрейнерних перевезень:

– Амортизація контрейнерів і вантажних модулів: Витрати на знос та старіння транспортних засобів з часом.

– Витрати на ремонт та обслуговування контрейнерів: Оскільки контрейнери використовуються на довготривалих маршрутах, регулярне обслуговування і ремонт є важливими для забезпечення безперебійної роботи.

- Оплата за користування терміналами: Витрати на використання спеціалізованих терміналів для завантаження та розвантаження контрейлерів.
- Страхування: Витрати на страхування контрейлерів, вантажу та інших ризиків, пов'язаних з перевезеннями.
- Митні збори: У випадку міжнародних перевезень, необхідно враховувати митні збори, що також збільшують загальні витрати.

Оскільки методика не враховує всі ці додаткові витрати, це може призвести до заниженої оцінки реальних витрат на контрейлерні перевезення. В результаті, перевезення може виглядати штучно вигіднішим, ніж є насправді, і це може вплинути на прийняття рішень щодо вибору оптимальних транспортних засобів і методів перевезення.

Розрахунок економічної доцільності контрейлерних перевезень важливий для прийняття обґрунтованих рішень в транспортній логістиці, але необхідно вдосконалювати методи розрахунку, включаючи всі можливі витрати та їх вплив на загальну вартість. Таким чином, для точнішої оцінки вартості контрейлерних перевезень потрібно враховувати не лише основні витрати, а й супутні, які можуть значно змінити фінансову картину.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СПЕЦИФІКИ ЛОГІСТИЧНИХ І ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ДОСТАВЦІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У МІСТІ ЛУЦЬК

2.1. Чинники, що впливають на вибір транспортних засобів для перевезень у межах Луцька

В Україні регулярно проводиться велика кількість будівельних і ремонтних робіт, а будівельні матеріали необхідно заповувати і транспортувати одночасно. Щоб правильно і якісно перевозити такі вантажі, важливо враховувати категорію, до якої вони відносяться, оскільки сьогодні існує величезна різноманітність будівельних матеріалів. Вони відрізняються не тільки масою і габаритами, а й іншими важливими технічними параметрами, які необхідно враховувати під час розроблення способів доставки.

На сьогодні не існує єдиних основних правил перевезення всіх видів будівельних матеріалів. Тому необхідно ретельно проаналізувати деталі перевезення кожного виду будівельного вантажу, зокрема доступні варіанти доставки.

Від того, який матеріал необхідно перевезти, залежить і вибір техніки.

1. До сипучих вантажів належать вантажі, які можуть легко розсипатися і мають вільну поверхню під час перебування у вантажному відсіку. Це можуть бути як натуральні сипучі матеріали, такі як пісок, гравій, зерно, цемент, вугілля, цукор, як штучні матеріали, наприклад, пластмасові гранули, керамічні порошки, кокс і т.д. До сипучих вантажів також відносяться рідини і газоподібні речовини, які можуть втратити свою форму при транспортуванні і мають вільну поверхню у вантажному відсіку. Перевезення сипких вантажів потребує особливої уваги до їх упаковки,

укладання, фіксації та вибору транспортних засобів, щоб запобігти їх розсипанню та забезпечити безпеку перевезення.



Перевезення сипких вантажів автотранспортом має свої особливості, які потрібно враховувати під час планування та здійснення цього виду транспортування. Нижче наведено деякі з них:

- Необхідність використання спеціалізованих транспортних засобів: для перевезення сипких вантажів необхідні вантажівки, оснащені спеціальними кузовами, які забезпечують надійну фіксацію та захист вантажу від розсипання та пошкоджень під час транспортування.

- Вимоги до упаковки: сипучі вантажі необхідно упаковувати відповідно до вимог, щоб вантаж не розсипався під час перевезення та не створював загрози для безпеки дорожнього руху.

- Обмеження за вагою: перевезення сипких вантажів на автотранспорті обмежується вагою вантажу, який може бути перевезений в одній машині. При перевантаженні можлива не лише штрафна відповідальність, а й загроза безпеці на дорозі.

- Необхідність дотримання правил та норм перевезення: перевезення сипких вантажів має відбуватися відповідно до законодавства та правил перевезення певних вантажів. Порушення цих правил може спричинити штрафи та серйозні наслідки.

- Контроль за завантаженням та розвантаженням: під час перевезення сипких вантажів необхідно ретельно контролювати процес завантаження та розвантаження, щоб запобігти розсипанню вантажу та нанесенню пошкоджень.

- Підготовка маршруту та врахування особливостей дорожньої інфраструктури: при плануванні маршруту необхідно враховувати особливості дорожньої інфраструктури, щоб вибрати найбільш безпечний та комфортний шлях для перевезення вантажу.

- Необхідність використання додаткових засобів безпеки: під час перевезення сипких вантажів необхідно використовувати додаткові засоби безпеки, такі як спеціальні стрічки та кріплення, які забезпечують надійну фіксацію вантажу в кузові.

Для перевезення сипких вантажів використовують різні види транспорту залежно від обсягу, маси та властивостей вантажу, а також умов перевезення. Розглянемо деякі з найпоширеніших транспортних засобів для перевезення сипких вантажів:

Автомобіль-самоскид: це найбільш поширений вид транспорту для перевезення сипких вантажів на короткі відстані. Самоскиди обладнані кузовом, який може розвантажуватись задньою частиною за допомогою гідравлічної системи. Вони зазвичай використовуються для перевезення будівельних матеріалів, піску, гравію, землі та інших сипких вантажів.

2. Особливої уваги потребує вибір транспорту для транспортування рідких будівельних матеріалів. Так, доставка бетону - це важливий етап будь-якого будівельного проекту. Транспортування цього матеріалу має свої особливості, пов'язані з його фізико-хімічними властивостями. Від правильної організації процесу залежить не тільки якість виконаних робіт, а і їхня своєчасність.

Транспортування впливає на якість матеріалу та загалом на процес будівництва. Тому так важливо враховувати наступні моменти:

- Вибір транспорту. Щоб зберегти однорідність бетону, під час перевезення його потрібно постійно перемішувати. Тому для цього найкраще підходить автобетонозмішувач. Самоскиди найчастіше використовують для перевезення будматеріалу на невеликі відстані. Вибір типу транспорту залежить від обсягу замовлення, умов доступу до будівельного майданчика та відстані.



- Розрахунок часу доставки. Залежно від марки й типу суміші, температури навколишнього середовища та умов транспортування час не має перевищувати 2,5-3 години. У разі затримок матеріал може втратити свою пластичність та стати непридатним для будівництва.

- Організація процесу розвантаження. Перед прибуттям на будівельний майданчик необхідно підготувати під'їзд для автобетонозмішувача та спеціальних засобів для транспортування суміші до місця укладання. Затримки можуть призвести до порушення будівельного процесу і додаткових фінансових витрат.

- Дотримання нормативів й стандартів. Варто переконатися, що постачальник має необхідні сертифікати якості щодо перевезення будівельних матеріалів.

Щоб бути впевненими в контролі перевезення, варто приділити увагу всім цим аспектам та довіритись професіоналам.

Транспортування бетону — відповідальний процес, який вимагає правильної організації та дотримання всіх нормативів і стандартів. Це дозволяє уникнути багатьох проблем під час будівництва і забезпечує успішне виконання будь-якого проєкту.

3. Цеглу, бруківку і плитку перевозять в упаковці і закріпленими на дерев'яних палетах. Так матеріали фіксують, щоб несподіванки у дорозі їх не пошкодили. По будівельному майданчику або на невеликі дистанції подібні матеріали транспортують навантажувачами.

Цегла - популярний будівельний матеріал. Він міцний, забезпечує оптимальну подачу повітря, взимку зберігає в приміщенні тепло, влітку - прохолоду. Попит на цеглу зростає в будівельний сезон, який припадає на теплу пору року. Навіть на будівництвах невеликих масштабів потрібно багато цегли, тому що вона складає основу будівлі, тому перевезення цегли зазвичай організують окремо від інших будматеріалів.

Цегла - досить специфічний матеріал. Він міцний, але в разі некваліфікованого перевезення можна отримати биту та колоту цеглу.

Цеглу можна перевозити двома способами:

Навалом - тобто без групування і крапчасті матеріалу. Цеглу просто укладають в самоскиди або вантажівки та везуть на місце будівництва. Такий спосіб вимагає набагато менше трудовитрат і сил під час завантаження і розвантаження та, відповідно, дешевше обходиться замовникові. Але таке перевезення незмінно закінчується тим, що частина матеріалу стає просто непридатною для використання.

У транспортній тарі. Це другий, більш організований спосіб транспортування цегли. В цьому випадку цегляні блоки перевозяться у піддонах і палетах - простих конструкціях з одинарним настилом дощок і нижніми перекладинами. Цегли укладають на них під кутом 45 ° до центру, що не дає їм випасти з упаковки. На один палет 1,2x0,8 метра поміщається до 450 штук одинарної або облицювальної цегли і до 290 штук полуторної або

подвійної. Кожен піддон витримує вантаж до 1,5 тонн, тому завантаження й розвантаження цегли зазвичай здійснюється за допомогою спецтехніки.

Спосіб перевезення залежить від цілей використання цегли. Якщо необхідно перевезти цеглу, яка буде використана в основі цегляної кладки, то тут ще допустиме транспортування навалом: при хоча б мінімальній акуратності сильних пошкоджень матеріалу можна уникнути. Але якщо необхідно перевезти облицювальну цеглу, тобто декоративну, якою будуть прикрашати будівлю зовні, то краще скористатися спеціальною тарою, тому що в цьому випадку важливо зберегти зовнішній вигляд цегли.

Дуже важливо підібрати для перевезення цегли відповідний автомобіль в автопарку компанії-перевізника. Вибирати машину потрібно виходячи з ваги і обсягу вантажу. Всі палети повинні бути заповнені, бо їх завантаження з неповними рядами заборонено.



Всі допоміжні матеріали, необхідні для транспортування цегли (піддони, бруски, стрічкові огорожі, спеціальні кріплення), повинна надавати компанія-продавець.

4. З цементом дещо складніше, суміш потребує перемішування й особливого температурного режиму. Але на цей випадок є цементовози, що підтримують необхідні умови.

Цемент – один із найпоширеніших будматеріалів. Для його перевезення на місце проведення робіт потрібні спеціальні машини. Кращим варіантом доставки буде напівпричіп цементовоз. Він вміщує великий обсяг вантажу, а також має значні експлуатаційні показники. З його допомогою навантаження і вивантаження сировини, що перевозиться, стає простим, маловитратним завданням.

Цементовози - сучасні машини, які служать для оперативного перевезення цементного матеріалу та інших речовин, що застосовуються в будівництві з підприємства на місце проведення робіт або склад. Подібні автомобілі мають безліч плюсів:

- простота вантажно-розвантажувальних операцій;
- мінімум залишків цементу у ємності;
- безпечне застосування;
- практичність;
- значні експлуатаційні показники;
- довговічність навіть за умов посиленого застосування.

Вивантаження матеріалу, що перевозиться автомобілем може здійснюватися самопливом або з використанням пневморозвантаження.



5. Для перевезення сухих упакованих сумішей вантажний транспорт буде вдалим вибором. Тільки важливо впевнитися що вони ізольовані від вологи.

Для процесу розвезення вантажів визначено, що найбільш підходящими є транспортні засоби з вантажопідйомністю близько 1,5 тонни. Вибір марки транспортного засобу для перевезення лакофарбових виробів у роздрібну мережу міста Луцьк для ТОВ «Веніса» базується на кількох важливих критеріях:

1. Придатність для перевезення конкретного типу вантажу:

Перш за все, необхідно врахувати, чи підходить транспортний засіб для перевезення певного виду вантажу (сипучі, навальні, рідкі, контейнерні, швидкопсувні, крихкі тощо).

2. Розмір партії вантажу:

Транспортний засіб має відповідати габаритам партії вантажу. Тому важливо підібрати автомобіль, у якого кузов і вантажопідйомність відповідають необхідному обсягу перевезень.

3. Економічна ефективність інвестиційного проекту:

Вибір марки транспортного засобу також ґрунтується на порівнянні витрат і доходів від перевезень. Оцінюються показники ефективності інвестиційного проекту, зокрема чистий приведений дохід, індекс доходності, термін окупності та внутрішня норма доходності. Транспортний засіб, який дасть найбільші значення цих показників і має найменший термін окупності, вважається найбільш підходящим для перевезень, за умови, що він відповідає вимогам щодо виду вантажу, обсягу партії тощо.

4. Собівартість перевезень:

Важливо також враховувати собівартість перевезення однієї тонни вантажу, собівартість пробігу 1 км або витрати на годину роботи транспортного засобу залежно від типу перевезень (міські чи міжміські). Зокрема, загальна вартість вантажних перевезень є універсальним показником, що відображає ефективність перевізного процесу в логістичній системі.

При порівнянні двох або більше марок транспортних засобів для одного маршруту перевага зазвичай віддається тому автомобілю, який має найнижчі економічні показники, описані вище.

2.2. Аналіз проблем і викликів у транспортуванні будівельних вантажів у Луцьку в умовах військового стану

З початком війни значно змінилися адресні маршрути доставки, оскільки раніше розроблені маршрути стали неефективними через зміну ситуації на фронті та в країні загалом. Це вимагало негайного перегляду географічної конфігурації маршрутів доставки. Крім того, часті сповіщення про повітряні тривоги серйозно впливають на ефективність економіки. Під час тривоги більшість підприємств вимушена зупиняти виробничі процеси, що створює додаткові економічні труднощі.

У цей складний час державні органи мають виконати низку важливих завдань: спростити процеси отримання ліцензій, лібералізувати податкову та митну політику, а також забезпечити нову організацію матеріально-технічного забезпечення для військових потреб. Однак, незважаючи на складні економічні та безпекові умови, багато українських компаній продовжують працювати безперебійно. Вони переключились на доставку гуманітарних вантажів. Наприклад, компанія ТОВ «Веніса» здійснила понад 120 гуманітарних рейсів як по Україні, так і по території місті Луцьк, доставляючи продукти, ліки, одяг, боєприпаси та військові припаси. Хоча компанія перевозить ці вантажі безкоштовно, вона часто вимагає заправки вантажівок або відшкодування витрат.

У той же час, ланцюги поставок вимагають постійної перебудови через зростаючі витрати, що виникають у процесі доставки. Наприклад, вартість доставки в межах України в деяких випадках сьогодні в п'ять разів вища за довоєнну. Ціна перевезення визначається рядом факторів: швидкістю транспортування (особливо в умовах евакуації підприємств), відсутністю вільного транспорту, небезпекою маршрутів, обмеженнями на поповнення запасів палива в прифронтових зонах, а також нестачею водіїв.

Брак водіїв є однією з найбільших проблем, оскільки багато працівників транспортних компаній сьогодні служать у Збройних силах України або перебувають на окупованих територіях. Через це м. Луцьк відчуває критичний дефіцит водіїв вантажних транспортних засобів. Щоб вирішити цю проблему, уряд дозволив водіям з правами класу В керувати вантажівками (до 7,5 тонн) під час війни. Крім того, водіям призовного віку дозволено перетинати кордон за спеціальними документами, щоб забезпечити стабільність перевезень для всіх секторів економіки, зокрема для гуманітарних та військових вантажів.

Наразі в Луцьку відсутній єдиний універсальний підхід до всіх учасників логістичного ринку, оскільки кожна ситуація розглядається індивідуально для розробки найбільш вигідних механізмів для обох сторін. Однією з найбільших проблем є дефіцит вільних складських площ, особливо в західному регіоні.

Крім того, багато компаній прагнуть знайти склади ближче до великих міст, що дозволило б знизити витрати на доставку товарів.

Для класифікації ризиків транспортного обслуговування використовуються загальні принципи, зокрема: характер обліку (зовнішній або внутрішній), можливість передбачення (прогнозовані чи непередбачувані), рівень фінансових втрат (незначні, критичні чи катастрофічні), тривалість дії (постійні або тимчасові), а також об'єкт виникнення (ризики окремих операцій, різних напрямків діяльності чи загальні ризики діяльності). Ці принципи дозволяють створити системний підхід до управління ризиками у сфері вантажних перевезень [1].

На сьогоднішній день діяльність з виявлення, аналізу та оцінки ризиків вантажних перевезень автомобільним транспортом ще не отримала належної уваги. Ускладнення логістичних процесів часто призводить до ризикових ситуацій, які вимагають ретельного управління ризиками, щоб мінімізувати негативні наслідки для бізнесу.

Основними способами мінімізації ризиків у вантажних перевезеннях є:

- Диверсифікація — розподіл вантажів між кількома перевізниками або маршрутами для зниження ймовірності виникнення збитків.
- Передача ризику — передача ризику однією стороною (наприклад, перевізником) іншій стороні (наприклад, страховій компанії) через укладання контракту.
- Лімітування — встановлення обмежень на максимальний розмір можливих збитків.
- Страхування — укладення договору страхування, який покриває певні ризики.
- Усунення ризику — відмова від певних видів діяльності, що мають високий рівень ризику [2].

У рамках страхування відповідальності перевізника чи професійної відповідальності страховими випадками можуть бути:

- шкода, завдана життю та здоров'ю третіх осіб,

- втрата або пошкодження майна, що перевозиться.

Ризики можна поділити на дві категорії щодо можливості їх страхування:

1. Ризики, які можуть бути застраховані (наприклад, збитки від пошкодження вантажу, аварії), і для яких страховик може компенсувати частину або всю величину втрат.

2. Ризики, які не підлягають страхуванню (наприклад, певні операційні чи стратегічні ризики), і які можуть бути джерелом додаткового прибутку для компаній, що працюють у цих сферах [5].

За даними транспортної компанії «Транс-Атлас», для зменшення ризику пошкодження або недостачі вантажу рекомендується:

- грамотно упакувати та маркувати вантаж,
- організувати перевезення з урахуванням особливостей вантажу,
- укладати договори страхування вантажу,
- підбирати відповідний транспорт для конкретного виду вантажу,
- забезпечити професіоналізм при складуванні, навантаженні, розвантаженні та закріпленні вантажів під час транспортування [6].

Ці заходи дозволяють значно знизити ймовірність виникнення ризиків, покращити ефективність транспортних операцій та забезпечити безпеку вантажів у процесі перевезень.

Функціонування транспортного сектора України в умовах сучасної економічної ситуації вимагає передбачення та запобігання кризовим явищам, а також зменшення негативного впливу внутрішніх і зовнішніх факторів. У зв'язку з цим важливим кроком для підвищення фінансової надійності страхової компанії є впровадження ефективної системи управління ризиками в її діяльність. Це дозволить не тільки мінімізувати можливі втрати, а й покращити стійкість компанії до несприятливих змін на ринку, забезпечуючи її здатність ефективно реагувати на кризові ситуації та зміни в економічному середовищі.

РОЗДІЛ 3

ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У М. ЛУЦЬК

3.1. Постановка транспортної задачі для оптимізації перевезень будівельних матеріалів в умовах Луцька

Транспортування невеликих партій вантажів вимагає вирішення завдань, що належать до класу кінцевих оптимізаційних задач. Однак їх розв'язання є складнішим порівняно з масовими перевезеннями.

Загалом, задачу маршрутизації можна сформулювати таким чином: задано розташування відправників і отримувачів, кількість вантажу, що підлягає транспортуванню, рухомий склад, транспортні мережі і навіть умови руху по цих мережах. Необхідно визначити впорядковану множину пунктів, що формують маршрут, так, щоб доставка вантажів за цим маршрутом забезпечила оптимальне значення цільової функції. Важливо також, щоб вимоги до організації транспортного процесу враховували фактор часу. У логістичних (збірних) маршрутах, коли товари доставляються в i -й пункт, фактичне завантаження транспортних засобів часто буває меншим.

Якщо фактичне завантаження транспортних засобів невелике, то задача маршрутизації стає складною математичною задачею, яку можна вирішити лише за допомогою методів математичного моделювання. Така задача полягає у визначенні набору точок транспортного контура та порядку їх відвідування. Математична задача визначення кільцевого маршруту відома в двох основних варіантах: «задача комівояжера» та «задача доставки».

Задача комівояжера передбачає наявність n міст, які необхідно об'їхати. Комівояжер починає свій шлях з одного з міст і відвідує кожне з них лише один раз. Оскільки відстані між містами можуть бути різними, загальна відстань, яку доведеться пройти, залежить від порядку відвідування міст.

Завдання полягає в тому, щоб знайти такий порядок, при якому сумарна відстань буде найменшою.

У «задачі постачальника» потрібно створити один маршрут, що охоплює всі пункти, тоді як у «задачі доставки» маршрути можуть бути кілька, і кожен з них закритий для відправника. Оптимальний маршрут — це той, який дає критичне значення цільової функції, що визначається відповідно до поставленої мети. Цільова функція може включати варіації основних критеріїв оптимізації, таких як пройдена відстань, час у дорозі, вантажообіг або транспортні витрати.

Планування маршрутів повинно здійснюватися з урахуванням того, що вантажопідйомність транспортних засобів має бути достатньою для обсягу товару, який потрібно доставити до кожного споживача. Крім того, загальна довжина всіх маршрутів повинна бути мінімальною, що дозволить досягти оптимального використання транспортних ресурсів.

Для планування маршрутів перевезення дрібнопартійних вантажів необхідно виконати кілька ключових етапів:

1. Визначення GPS-координат:

Необхідно знайти GPS-координати для розташування центрального складу та пунктів доставки товарів у місті Луцьку за допомогою сервісу Google Maps.

2. Обсяг вантажу:

Потрібно розрахувати обсяги вантажів для кожного споживача в кілограмах.

3. Параметри доставки вантажу:

Потрібно врахувати наступні умови:

- Кількість пунктів доставки: 18.
- Середня швидкість автомобіля: 35 км/год.
- Час на навантаження 1 кг товару: 0,026 хв.
- Час на розвантаження 1 кг товару: 0,030 хв.

- Додатковий час на заїзд до кожного пункту розвантаження: 15 хв.
 - Додатковий час на заїзд до центрального складу: 20 хв.
 - Максимальна кількість пунктів доставки: 100.
 - Максимальний час для обробки маршруту: 480 хв.
4. Вибір транспортного засобу:

Для перевезення вантажу загальним обсягом 4300 кг необхідно обрати відповідний транспорт. Враховуючи статистичні дані та рівень завантаження доріг, для перевезень призначено автомобіль вантажопідйомністю 1500 кг.

5. Тип вантажу:

Організація доставки здійснюється для таких вантажів, як сухі будівельні суміші, фасований цемент та лакофарбові вироби, що потребують специфічних умов транспортування.

Цей підхід дозволяє ефективно організувати доставку товарів, враховуючи всі технічні й логістичні аспекти, що забезпечують оптимальне використання ресурсів та зниження транспортних витрат.

Розвиток збутових мереж є важливим чинником оптимізації логістичної діяльності ТОВ «Веніса» . Розвиваючи збутову систему в напрямку оптимізації маршрутів постачання своєю продукції кожне окреме підприємство має змогу створювати якісні передумови у підвищенні ефективності матеріальних потоків. Тому розглянемо модель оптимізації системи збуту на прикладі ТОВ «Веніса» .

Вдосконалення системи розподілу товарів припускає скорочення кількості посередників, концентрацію максимальних товарних запасів на великих складах, впровадження комплексних схем механізації і автоматизації складських і вантажно-розвантажувальних робіт, основаних на наскрізному транспортуванні вантажів в тарі-обладнанні і на піддонах.

З вихідного пункту, в якому розташовується розподільчий склад ТОВ «Веніса», необхідно доставити вантажі 12 одержувачам. Координати вихідного пункту: $x_0 = 10$, $y_0 = 15$. Грузомісткість транспортного засобу 1500

шт. Координати і обсяг попиту одержувачів представлені в наступній таблиці.

Таблиця 3.1

i	x_i	y_i	q_i	i	x_i	y_i	q_i
1	17	15	450	7	4	14	250
2	6	15	400	8	17	2	200
3	13	3	400	9	12	22	450
4	9	20	200	10	6	12	300
5	19	7	150	11	19	17	475
6	8	8	450	12	12	8	550

В даній таблиці x_i, y_i - координати i -го одержувача, q_i - обсяг попиту i -го одержувача, шт.

Потрібно побудувати оптимальну схему розвезення вантажів одержувачам, при якій сумарний пробіг автотранспорту буде мінімальним.

Розглянемо метод Кларка-Райта для вирішення задачі оптимізації доставки товару клієнтам ТОВ «Веніса». Місцезнаходження складу і 12 одержувачів, а також обсяг поставок кожному клієнту наведені на рис. 3.1. На цьому рисунку вказана вихідна схема розвезення товару.

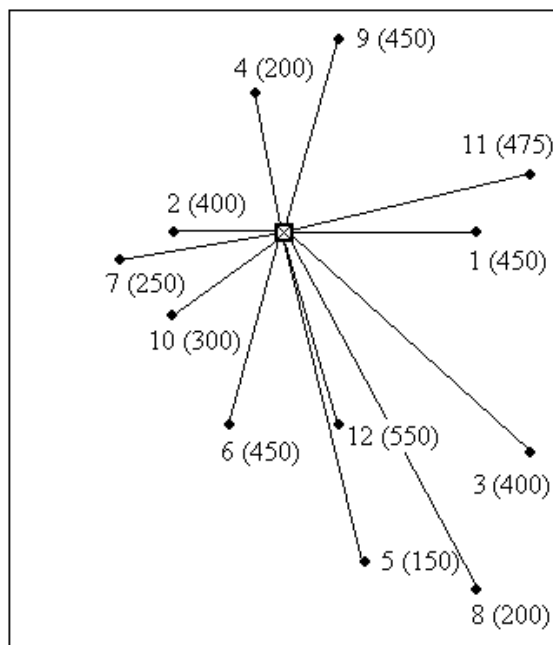


Рис. 3.1. Вихідна схема доставки

Згідно вихідної схемою, для доставки вантажу кожному окремому одержувачу організується окремий маршрут. Наприклад, водій завантажує в кузов партію 450 шт. і везе її в пункт 1, там розвантажується, потім

повертається на базу, бере другу партію 400 шт. і везе її в пункт 2 і т.д.

Таким чином, вихідна схема розвезення включає в себе тільки радіальні маршрути руху автомобіля, причому кількість радіальних маршрутів співпадає з кількістю одержувачів. В даному випадку, схема розвезення складається з 12 радіальних маршрутів.

Суть методу Кларка-Райта полягає в тому, щоб, відштовхуючись від вихідної схеми розвезення, по кроках перейти до оптимальної схемою розвезення з кільцевими маршрутами. З цією метою вводиться таке поняття, як кілометровий виграш.

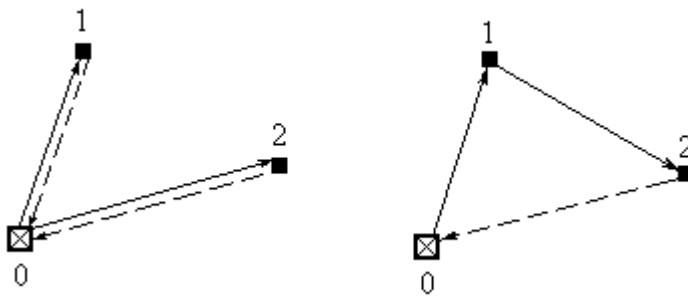


Рис. 3.2. Схеми розвозки вантажу

На рис. 3.2 відображені дві схеми розвезення. Схема розвезення А (ліворуч) забезпечує доставку вантажів в пункти 1 і 2 по радіальних маршрутах. У цьому випадку сумарний пробіг автотранспорту дорівнює:

$$L_A = d_{01} + d_{10} + d_{02} + d_{20} = 2d_{01} + 2d_{02}$$

Схема розвезення В передбачає доставку вантажів в пункти 1 і 2 по кільцевому маршруту. Тоді пробіг автотранспорту становить:

$$L_B = d_{01} + d_{12} + d_{02}$$

Схема В за показником пробігу автотранспорту дає, як правило, кращий результат, ніж схема А. І тому при переході від схеми А до схеми В отримуємо наступний кілометровий виграш:

$$S_{12} = L_A - L_B = d_{01} + d_{02} - d_{12}$$

У загальному випадку ми маємо кілометровий виграш:

$$S_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij}$$

де S_{ij} - кілометровий виграш, одержуваний при об'єднанні пунктів i і j ,

км; d_{0i} , d_{0j} - відстань між оптовою базою і пунктами і та j відповідно, км; d_{ij} - відстань між пунктами і та j, км.

Тепер повернемося до нашого прикладу. Розрахуємо відстані між пунктами 0, 1 і 3 за формулою:

$$d_{01} = \sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2} = \sqrt{(10-17)^2 + (15-15)^2} = 7,0_{\text{км}}$$

Аналогічно отримуємо, що $d_{03} = 12,37$ і $d_{13} = 12,65$.

Тоді для пунктів 1 і 3 отримуємо кілометровий вигравш:

$$S_{13} = 7 + 12,37 - 12,65 = 6,72 \approx \mathbf{6,7 \text{ км.}}$$

Отримані значення заносимо в наступну таблицю, де представлені відстані між пунктами d_{ij} (права верхня частина матриці) і кілометрові вигравші s_{ij} (ліва нижня частина матриці):

Таблиця 3.2

Матриця відстаней і кілометрових вигравшів

		Матриця відстаней (d_{ij}), км											
Матриця кілометрових вигравшів (s_{ij}), км	0	7,0	4,0	12,4	5,1	12,0	7,3	6,1	14,8	7,3	5,0	9,2	7,3
	0,0	1	11,0	12,6	9,4	8,2	11,4	13,0	13,0	8,6	11,4	2,8	8,6
	0,0	0,0	2	13,9	5,8	15,3	7,3	2,2	17,0	9,2	3,0	13,2	9,2
	0,0	6,7	2,5	3	17,5	7,2	7,1	14,2	4,1	19,0	11,4	15,2	5,1
	0,0	2,7	3,3	0,0	4	16,4	12,0	7,8	19,7	3,6	8,5	10,4	12,4
	0,0	10,8	0,8	17,2	0,7	5	11,0	16,6	5,4	16,6	13,9	10,0	7,1
	0,0	2,9	4,0	12,6	0,3	8,3	6	7,2	10,8	14,6	4,5	14,2	4,0
	0,0	0,0	7,8	4,2	3,4	1,6	6,2	7	17,7	11,3	2,8	15,3	10,0
	0,0	8,8	1,7	23,0	0,2	21,4	11,2	3,2	8	20,6	14,9	15,1	7,8
	0,0	5,7	2,1	0,6	8,8	2,8	0,0	2,0	1,4	9	11,7	8,6	14,0
	0,0	0,6	6,0	6,0	1,6	3,1	7,8	8,3	4,9	0,6	10	13,9	7,2
	0,0	13,4	0,1	6,4	3,9	11,3	2,3	0,0	8,9	7,9	0,3	11	11,4
	0,0	5,7	2,1	14,6	0,0	12,3	10,6	3,4	14,2	0,6	5,1	5,1	12

3.2. Моделювання оптимальних транспортних маршрутів для мінімізації витрат і часу доставки

Тепер, скористаємося алгоритмом Кларка-Райта. Тут наводиться тільки покрокове описання алгоритму. Розрахунку згідно з даним алгоритмом

наведені в табл.3.9 і відповідних коментарях до неї.

Крок 1. На матриці кілометрових виграшів знаходимо осередок (i^*, j^*) з максимальним кілометровим виграшем S_{\max} :

$$S_{\max} = \max_{i,j} s(i, j) = s(i^*, j^*)$$

При цьому повинні дотримуватися наступні три умови:

- 1) пункти i^* і j^* не входять до складу одного і того ж маршруту;
- 2) пункти i^* і j^* є початковим і / або кінцевим пунктом тих маршрутів, до складу яких вони входять;
- 3) осередок (i^*, j^*) чи не заблокована (тобто розглядалася на попередніх кроках алгоритму).

Якщо вдалося знайти таку осередок, який задовольняє трьом зазначеним умовам, то перехід до кроку 2. Якщо не вдалося, то перехід до кроку 6.

Крок 2. Маршрут, до складу якого входить пункт i^* , позначимо як маршрут 1. Відповідно, маршрут, до складу якого входить пункт j^* , позначимо як маршрут 2. Введемо такі умовні позначення:

$N = \{1, 2, \dots, n\}$ - безліч одержувачів; N_1 ($N_1 \subset N$) - підмножина пунктів, входять до складу маршруту 1; N_2 ($N_2 \subset N$) - підмножина пунктів, що входять до складу маршрута 2.

Очевидно, що $i^* \in N_1$, $j^* \in N_2$ и $N_1 \cap N_2 = \emptyset$ (згідно кроку 1, умова 1).

Розрахуємо сумарний обсяг поставок за маршрутами 1 і 2:

$$q_1 = \sum_{k \in N_1} q_k \quad \text{та} \quad q_2 = \sum_{k \in N_2} q_k$$

де q_k - обсяг попиту k -го пункту, шт (див табл. 3).

Крок 3. Перевіримо на виконання такої умови:

$$q_1 + q_2 \leq c$$

де c - вантажомісткість автомобіля, шт.

Якщо умова виконується, то перехід до кроку 4, якщо ні - до кроку 5.

Крок 4. Виробляємо об'єднання маршрутів 1 і 2 в один загальний

кільцевий маршрут Х. Будемо вважати, що пункт i^* є кінцевим пунктом маршруту 1, а пункт j^* - початковим пунктом маршруту 2. При об'єднанні маршрутів 1 і 2 дотримуємося наступні умови:

- послідовність розташування пунктів на маршруті 1 від початку і до пункту i^* не змінюється;
- пункт i^* зв'язується з пунктом j^* ;
- послідовність розташування пунктів на маршруті 2 від пункту j^* і до кінця не змінюється.

Крок 5. Повторюємо кроки 1-4 доти, поки при черговому повторенні не вдасться знайти S_{\max} , який задовольняє трьом умовам з кроку 1.

Крок 6. Розраховуємо сумарний пробіг автотранспорту.

Хід послідовного вирішення задачі представлений в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Розв'язок методом Кларка-Райта

№ п/п	Шаг 1			УМОВИ			Шаг 2		Шаг 3	Шаг 4	
	i^*	j^*	S_{\max}	1	2	3	q_1	q_2	$q_1+q_2 \leq c?$	№ маршрута	Маршрут
				5	6	7					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	8	3	23,0	+	+	+	200	400	+	1	0-3-8-0
2	8	5	21,4	+	+	+	600	150	+	1	0-3-8-5-0
3	5	3	17,2	-	+	+	-	-	-	-	-
4	12	3	14,6	+	+	+	550	750	+	1	0-12-3-8-5-0
5	12	8	14,2	-	-	+	-	-	-	-	-
6	11	1	13,4	+	+	+	475	450	+	2	0-1-11-0
7	6	3	12,6	+	-	+	-	-	-	-	-
8	12	5	12,3	-	+	+	-	-	-	-	-
9	11	5	11,3	+	+	+	925	1300	-	-	-
10	8	6	11,2	+	-	+	-	-	-	-	-
11	5	1	10,8	+	+	+	1300	925	-	-	-
12	12	6	10,6	+	+	+	1300	450	-	-	-
13	11	8	8,9	+	-	+	-	-	-	-	-
14	9	4	8,8	+	+	+	450	200	+	3	0-9-4-0
15	8	1	8,8	+	-	+	-	-	-	-	-
16	6	5	8,3	+	+	+	450	1300	-	-	-
17	10	7	8,3	+	+	+	300	250	+	4	0-7-10-0
18	11	9	7,9	+	+	+	925	650	-	-	-
19	7	2	7,9	+	+	+	550	400	+	4	0-2-7-10-0
20	10	6	7,8	+	+	+	950	450	+	4	0-2-7-10-6-0

Інтерпретувати результати можна наступним чином:

Ітерація 1. Об'єднуємо два радіальні маршрути: 0-8-0 (обсяг доставки 200 шт.) і 0-3-0 (обсяг доставки 400 шт.) в загальний кільцевий маршрут (під № 1) 0-8-3-0 (обсяг доставки 600 шт.). При цьому сумарний пробіг автотранспорту скорочується на 23,0 км.

Ітерація 2. До кільцевого маршруту № 1 – 0-8-3-0 (600 шт.) приєднуємо радіальний маршрут 0-5-0 (150 шт.). При цьому пункт 5 приєднуємо до пункту 8, внаслідок чого одержуємо нову структуру кільцевого маршруту 0-5-8-3-0 (750 шт.). Сумарний пробіг автотранспорту скорочується ще на 21,4 км.

Відзначимо важливість дотримання послідовності пунктів в кільцевому маршруті: саме 0-5-8-3-0, а не 0-5-3-8-0 або 0-8-3-5-0. Якщо $i^* = 5$ і $j^* = 8$, то після об'єднання вони повинні стояти на маршруті один за одним.

Ітерація 3. Об'єднання пунктів 3 і 5 забезпечило б виграш в 17,2 км. Але це об'єднання неможливе, оскільки обидва пункти вже входять до складу кільцевого маршруту №1 – 0-5-8-3-0, а об'єднувати можна пункти тільки з різних маршрутів. Таким чином, констатуємо порушення умови 1 і переходимо до наступної ітерації.

Ітерація 4. До кільцевого маршруту № 1 – 0-5-8-3-0 (750 шт.) приєднуємо радіальний маршрут 0-12-0 (150 шт.). При цьому пункт 12 приєднуємо до пункту 3, внаслідок чого одержуємо нову структуру кільцевого маршруту 0-5-8-3-12-0 (1300 шт.). Сумарний пробіг автотранспорту скорочується на 14,6 км.

Ітерація 5. Пункти 12 і 8 не об'єднуємо, оскільки вони вже входять до складу кільцевого маршруту 1 (порушується умова 1).

Ітерація 6. Об'єднуємо два радіальні маршрути: 0-11-0 (475 шт.) і 0-1-0 (450 шт.) в загальний кільцевий маршрут (під № 2) 0-11-1-0 (925 шт.). При цьому сумарний пробіг автотранспорту скорочується на 13,4 км.

Ітерація 7. Пункти 3 і 6 не можна об'єднати унаслідок порушення умови 2. Пункт 3 входить до складу кільцевого маршруту 1, і в цьому маршруті він займає «проміжне» положення, тобто він пов'язаний з пунктами 8 і 12: 0-5-8-3-12-0. Радіальний маршрут 0-6-0 можна б було приєднати до кільцевого

маршруту 1 з боку його «крайніх» пунктів – 5 або 12, але до «проміжних» пунктів 3 і 8 його приєднати не можна.

Ітерації з 8 по 20 повторюють ту ж логіку міркувань, що і в попередніх 7 ітераціях. Відзначимо тільки, що на ітераціях 9, 11, 12, 16 і 18 об'єднання не проводиться тільки внаслідок порушення умови $q_1 + q_2 \leq c$.

Ітерації з 21 по 60 вже не мають сенсу, оскільки їх виконання вже не спричинить за собою зміну плану доставки продукції.

Сумарний кілометровий виграш становить:

$$S = 23,0 + 21,4 + 14,6 + 13,4 + 8,8 + 8,3 + 7,9 + 7,8 = 105,3 \text{ км}$$

а загальний пробіг автотранспорту, відповідно:

$$L_1 = L_0 - S = 195 - 105,3 = 89,7 \text{ км}$$

Графічно оптимальна схема розвезення представлена на рис. 3.3.

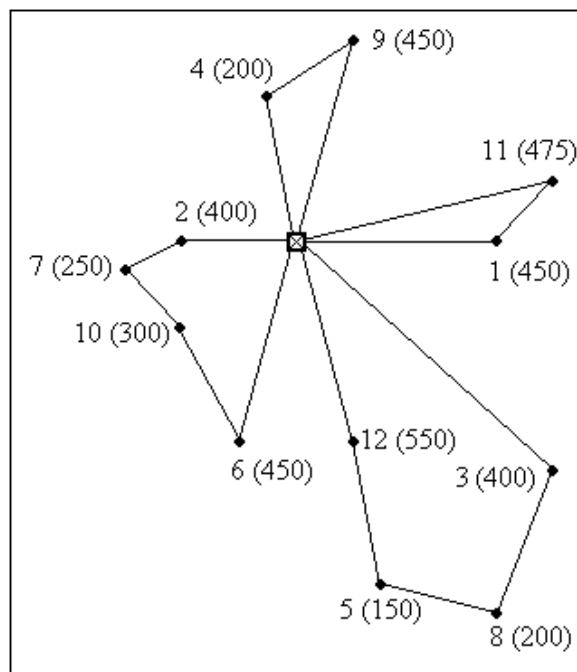


Рис. 3.3. Оптимальна схема доставки товару

Як видно, оптимальна схема розвезення включає в себе чотири кільцевих маршрути (замість первинних 12 радіальних маршрутів).

3.3. Приклади розв'язання транспортної задачі для перевезень у м. Луцьк з урахуванням місцевих обмежень і умов

Сумарний пробіг автотранспорту можна також визначити за такою формулою:

$$L = \sum_{i=1}^r L_i$$

де L_i - протяжність i -го маршруту, км; r - кількість маршрутів.

Розглянемо, наприклад, кільцевий маршрут 0-3-8-5-12-0. Протяжність маршруту визначається:

$$L_1 = d_{0,12} + d_{12,3} + d_{3,8} + d_{8,5} + d_{5,0} = 7,3 + 5,1 + 4,1 + 5,4 + 12,0 = 33,9 \text{ км.}$$

Аналогічно розраховуємо протяжність інших маршрутів. Результати розрахунків зведені в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4

Результат розв'язку задачі оптимізації доставки товару

№ п/п	Маршрут	Обсяг поставки, шт	Пробіг, км
1	0-12-3-8-5-0	1300	33,9
2	0-1-11-0	925	19,0
3	0-9-4-0	650	16,0
4	0-2-7-10-6-0	1400	20,8
Всього		4275	89,7

Таким чином, в результаті оптимізації постачання продукції в розподільчій мережі методом Кларка-Райта встановлено, що у ТОВ «Веніса» існуватиме можливість постачати продукцію по 4 кільцевих маршрутах замість 12 радіальних, при цьому відстань перевезень повинна скласти 89,7 км, замість 156 км, а обсяг постачання продукції становитиме 4275 одиниць продукції.

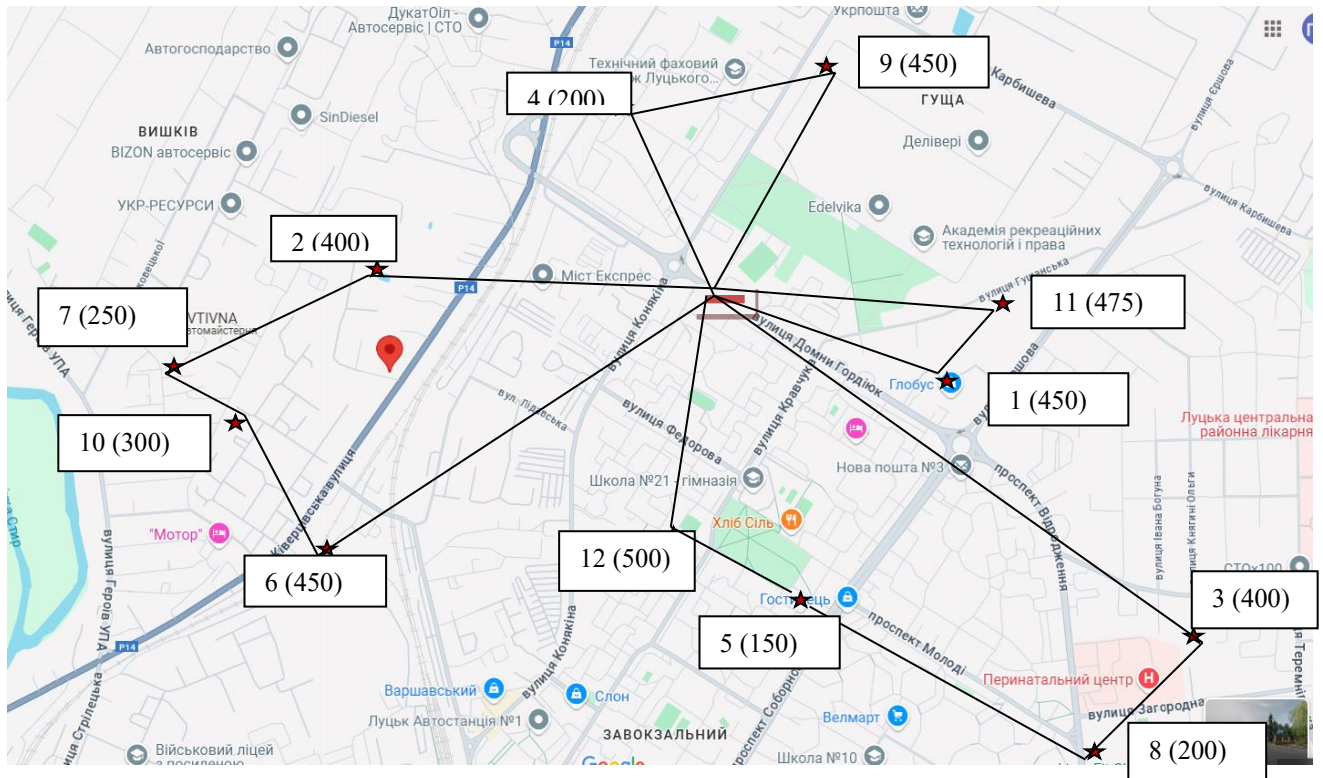


Рис. 3.4. Оптимальна схема доставки товару основним оптовим клієнтам ТОВ «Веніса»

Прогнозні обсяги реалізації в результаті реалізації проекту оптимізації системи постачання ТОВ «Веніса» показано у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Прогнозні обсяги діяльності проекту з оптимізації системи постачання ТОВ «Веніса», тис. грн.

Період	Оптимістичний сценарій				Песимістичний сценарій			
	Обсяг продажу	ПДВ	Собівартість	Чистий дохід	Обсяг продажу	ПДВ	Собівартість	Чистий дохід
1 рік	3288	1856,1	1431,9	1231,9	2432,5	238,7	883,4	310,3
2 рік	3771,3	1714,2	2057,1	1557,1	2504,2	250,7	927,6	325,9
3 рік	3854,9	1769,9	2085	1585	2579,4	263,2	973,9	342,2

4 рік	3942,6	1828,4	2114,2	1614,2	2658,3	276,4	1022,6	359,3
5 рік	4034,7	1889,8	2144,9	1644,9	2741,3	290,2	1073,8	377,3

Динаміка прибутку від реалізації ТОВ «Веніса» за проектом 2 показана на рис. 3.8.

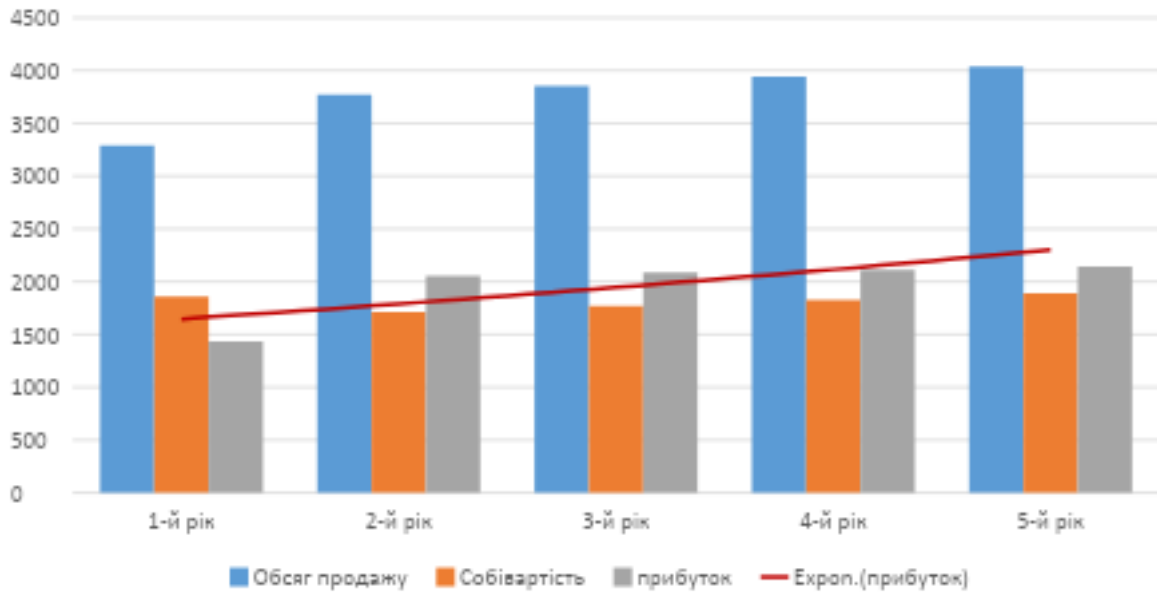


Рис. 3.5. Прогнозні обсяги прибутку від реалізації при оптимізації системи постачання ТОВ «Веніса»

Проведемо аналіз ефективності запропонованого проекту в збутовій системі ТОВ «Веніса».

Таблиця 3.6

Оцінка ефективності проекту з оптимізації системи постачання

Показник	роки					
	0	1	2	3	4	5
Інвестиції	-200					
Чисті грошові надходження оптимістичний сценарій		52,44	61,06	70,11	79,62	89,60
Чисті грошові надходження песимістичний сценарій		35,19	42,95	51,10	59,65	59,65
Кумулятивний чистий грошовий потік песимістичний сценарій	-200	-147,6	-86,5	-16,4	63,2	152,8
Кумулятивний чистий грошовий потік оптимістичний сценарій	-200	164,81	121,86	70,76	11,10	48,55
Період окупності проекту за оптимістичним сценарієм, років	1,23					

Період окупності проекту за песимістичним сценарієм, років	3,18					
Фактор поточної вартості (10%)	1	0,9091	0,8264	0,751	0,683	0,621
Поточна вартість за оптимістичним сценарієм	-200	47,7	50,5	52,7	54,4	55,6
Поточна вартість за песимістичним сценарієм	-200	32,0	5,5	38,4	40,7	37,1
Чистий приведений дохід за оптимістичним сценарієм	-200	-152,3	-101,9	-49,2	5,2	60,8
Чистий приведений дохід за песимістичним сценарієм	-200	-168,0	-132,5	-94,1	-53,4	-16,3
Коефіцієнт доходності	0,30					

Отже, проведений аналіз дає змогу зробити висновок про те, що для ТОВ «Веніса» в рамках удосконалення системи збуту підприємства більш доцільним є проект оптимізації системи постачання. Прогнозні обсяги реалізації в результаті реалізації даного проекту мають більш суттєвий рівень, період окупності значно нижчий, а отриманий чистий дохід перевищує аналогічний показник за першим проектом.

Чистий прибуток має високу показники проекту як за оптимістичним, так і за песимістичним сценарієм. Період окупності проекту за оптимістичним сценарієм є більш коротким, а за песимістичним сценарієм альтернативний проект може не окупитися. Чистий приведений дохід згідно проекту оптимізації системи постачання є вищим за показники альтернативного проекту. Коефіцієнт доходності проекту організації дистриб'юторської мережі суттєво перевищує рівень альтернативного проекту.

В результаті дослідження альтернативних проектів удосконалення збутової системі ТОВ «Веніса» обрано оптимізацію системи постачання як більш ефективну.

Отже, підсумовуючи сказане, можна стверджувати, що удосконалення системи збуту досліджуваного підприємства буде забезпечене за рахунок оптимізації системи постачання ТОВ «Веніса»

РОЗДІЛ 4

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У М. ЛУЦЬК

4.1. Сучасні інформаційні технології для управління логістичними процесами в умовах міста

Управління транспортною логістикою є ключовим елементом у забезпеченні ефективності логістичних процесів. Воно охоплює планування, організацію, контроль та управління транспортними ресурсами, а також координацію всіх етапів логістичного ланцюга — від постачання та виробництва товарів до їх доставки і зберігання. Основною метою управління транспортною логістикою є зниження логістичних витрат і підвищення рівня задоволеності клієнтів через забезпечення швидкої, надійної та якісної доставки товарів та послуг.

Ефективне управління транспортною логістикою сприяє оптимальному використанню ресурсів, таких як транспортні засоби, паливо, трудові ресурси та інші матеріальні ресурси. Воно забезпечує своєчасну доставку товарів, оптимізацію маршрутів, зменшення часу на перевантаження і розвантаження вантажів, а також раціональне використання транспорту. Крім того, автоматизація операцій, ідентифікація та управління потенційними ризиками є важливими складовими цієї діяльності.

Завдяки ефективному управлінню досягається підвищення продуктивності і зниження витрат, таких як витрати на транспортування, складське зберігання та операційні витрати. Це також дозволяє забезпечити збереження і розширення клієнтської бази, покращує конкурентоспроможність і репутацію компанії. Адекватне управління транспортною логістикою дозволяє бізнесу швидко реагувати на зміни в

ринкових вимогах чи непередбачувані обставини, що в кінцевому підсумку сприяє зростанню ефективності підприємства та підвищенню його конкурентоспроможності на ринку.

Одним із ключових напрямків використання сучасних технологій в управлінні транспортною логістикою є автоматизація та оптимізація логістичних процесів, а також впровадження систем моніторингу та управління транспортними засобами. Використання спеціалізованих програм і систем управління дозволяє значно пришвидшити і спростити процес планування та координації поставок, а також забезпечує більш ефективну і оперативну реакцію на проблеми чи затримки, що можуть виникнути під час перевезень.

Однією з найбільш перспективних технологій у цій сфері є застосування систем штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання. Ці технології мають можливість обробляти великі обсяги даних, що дозволяє на основі аналізу виявляти можливості для оптимізації транспортних процесів, знижувати витрати та підвищувати загальну ефективність і якість логістичних операцій. За допомогою таких систем можна автоматично генерувати рекомендації щодо вибору найбільш ефективних маршрутів, розподілу ресурсів, а також виявлення й усунення потенційних проблем у процесі транспортування.

Основні системи штучного інтелекту, їх функціональні можливості та призначення, представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Системи штучного інтелекту

Системи штучного інтелекту	Назва системи	Призначення
Системи машинного навчання	TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn, Keras, Caffe, Theano, Microsoft Cognitive Toolkit, Apache Mahout, OpenAI Gym	Прогнозування попиту на транспортні послуги Оптимізація маршрутів Управління транспортними потоками Управління ризиками Аналіз поведінки пасажирів Обробка зображень та відео Аналіз вартості та прибутковості

Нейронні мережі	Рекурентні нейронні мережі (RNN), згорткові нейронні мережі (CNN), глибокі нейронні мережі (DNN), рекурсивні нейронні мережі (Recursive Neural Networks, RecNN), мережі з довготривалою пам'яттю (Long-Short Term Memory Networks, LSTM), рекурентні згорткові нейронні мережі (Recurrent Convolutional Neural Networks, RCNN), мережі прямого поширення (Feedforward Neural Networks, FNN), мережі з асоціативною пам'яттю (Associative Memory Networks)	Визначення оптимальних маршрутів Прогнозування попиту на транспорт Аналіз поведінки пасажирів Прогнозування затримок Визначення порушень Оптимізація системи обслуговування Прогнозування аварійних ситуацій Аналіз даних датчиків та камер Визначення оптимальних місць для зупинок Прогнозування часу прибуття транспорту Аналіз кліматичних умов
Системи голосового керування	Amazon Alexa, Google Assistant, Apple Siri	Керування функціями автомобіля (навігація, мультимедіа, клімат контроль) Комунікаційний зв'язок
Системи геолокації	GPS (Global Positioning System), Beidou Navigation Satellite System, Galileo	Відстеження місцезнаходження транспортних засобів Відстеження пробок на дорогах Визначення оптимального маршруту
Системи розпізнавання осіб	SAFR by RealNetworks, FaceFirst, NEC NeoFace, VisionLabs	Ідентифікація пасажирів Ідентифікація водіїв Ідентифікація потенційних злочинців чи порушників
Системи прогнозування трафіку	Google Maps, Waze, INRIX, TomTom Traffic, HERE Traffic	Надання інформації про трафік Планування маршрутів Оптимізація проїзду Зменшення затримок
Системи керування парком транспортних засобів (Fleet Management Systems, FMS)	Fleetio, Geotab, Verizon Connect, TomTom, Telematics, Trimble, Omnitracs, Samsara	Відстеження місцезнаходження та стану транспорту Моніторинг витрат палива Управління маршрутами Моніторинг продуктивності водіїв Управління обслуговуванням транспорту

Системи машинного навчання мають потенціал для вирішення широкого спектра завдань у сфері транспортної логістики, зокрема для навчання моделей, які можуть аналізувати дані про попит на транспортні

послуги та прогнозувати майбутній попит. Це дозволяє враховувати різні фактори, такі як сезонні коливання, свята, важливі заходи та інші соціально-економічні аспекти. Крім того, завдяки сенсорам і камерам, що моніторять рух транспорту на дорогах і в містах, системи машинного навчання можуть обробляти великі обсяги даних. На основі цих даних створюються моделі, що дозволяють визначати оптимальні маршрути, час відправлення та прибуття, а також прогнозувати можливі затори та затримки.

Це може значно покращити якість транспортних послуг, знизити навантаження на дорожню інфраструктуру, оптимізувати витрати на паливо та скоротити час доставки. Крім того, такі моделі дозволяють зменшити затори на дорогах і підвищити ефективність руху транспортних засобів.

Окремо варто відзначити бібліотеку для глибокого навчання TensorFlow, розроблену компанією Google. Ця бібліотека може бути використана для аналізу поведінки пасажирів на громадському транспорті. Обробляючи дані з камер та сенсорів, TensorFlow допомагає визначити патерни поведінки пасажирів, наприклад, частоту відвідувань, типи квитків, час подорожі тощо. На основі цього створюються моделі, що можуть передбачити попит на певні маршрути та послуги, що сприяє покращенню якості транспортного обслуговування.

Окрім машинного навчання, для прогнозування, класифікації та розпізнавання даних можна використовувати нейронні мережі, які дозволяють аналізувати транспортні процеси та виявляти важливі закономірності. Це дає змогу покращити ефективність управління транспортною логістикою, оптимізувати планування і прийняття рішень. Нейронні мережі можуть також передбачати несприятливі події, такі як затори, аварії або зміни погодних умов, що дозволяє вживати превентивні заходи і коригувати маршрути, аби мінімізувати вплив цих факторів на логістичні операції.

Важливим аспектом є також забезпечення безпеки в управлінні транспортною логістикою. Це досягається завдяки системам голосового керування, які дозволяють водіям взаємодіяти з транспортними системами

через голосові команди. Це допомагає уникати відволікань під час руху, зберігаючи концентрацію водія і знижуючи ризик ДТП. Також голосові системи полегшують комунікацію між водіями, логістичними координаторами та іншими учасниками процесу, сприяючи ефективній координації та зменшенню затримок.

Крім того, система супутникової навігації Galileo, розроблена Європейським Союзом і Європейським космічним агентством (ESA), забезпечує високу точність і надійність визначення місцезнаходження. Вона також надає інформацію про небезпечні ділянки, дорожні роботи, обмеження швидкості та погодні умови. Ця система дозволяє водіям отримувати важливі дані, щоб зменшити ризики та вжити відповідних заходів для забезпечення безпеки, що робить її незамінним інструментом у керуванні транспортними операціями.

Для контролю за присутністю та годинами роботи персоналу в логістичних центрах або на транспортних майданчиках широко застосовуються системи розпізнавання осіб. Ці системи дозволяють ефективно встановлювати робочі графіки, контролювати продуктивність та забезпечувати дотримання процедур. Окрім того, вони можуть автоматично ідентифікувати транспортні засоби та їх водіїв, наприклад, при в'їзді на склад, а також перевіряти осіб, що працюють на вантажних терміналах або складах. Це забезпечує надійний контроль за доступом і допомагає уникнути шахрайства, підробки документів та несанкціонованого доступу до транспортних засобів чи об'єктів логістики. Такі системи також знижують ймовірність людських помилок, прискорюють обробку вантажів та підвищують безпеку, своєчасно виявляючи потенційні загрози.

Для покращення планування маршрутів, оптимізації проїзду та зменшення заторів і затримок на дорогах активно використовуються системи прогнозування трафіку. За допомогою GPS та інших датчиків ці системи аналізують дані про дорожній рух, погодні умови та інші чинники в реальному

часі, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо маршрутів і зменшувати час на дорозі.

Ефективність управління транспортною логістикою значною мірою залежить від стану автопарку, продуктивності водіїв і якості комунікації між водіями та диспетчерами. Для автоматизації цих процесів використовуються системи управління автопарком (Fleet Management Systems, FMS). Такі системи дозволяють не лише ефективно контролювати рух транспорту та планувати оптимальні маршрути для доставки товарів, але й здійснювати моніторинг поведінки водіїв — аналізувати стиль водіння, використання гальм, швидкість та інші показники. Це допомагає покращити безпеку на дорозі, знизити ризик аварій, зменшити знос транспортних засобів і підвищити ефективність роботи.

Стан автопарку безпосередньо впливає на безпеку руху, адаптивність до змін у транспортних умовах, продуктивність і загальну вартість експлуатації, що в свою чергу впливає на прибутковість компанії та ефективність логістичних процесів.

Системи управління парком транспортних засобів, такі як TomTom Telematics, забезпечують ефективний моніторинг руху автопарку, зокрема контролюють швидкість, пробіг, використання палива, а також здійснюють аналітику, що дозволяє оперативно визначати потребу в технічному обслуговуванні транспортних засобів, включаючи перевірку мастила та заміну деталей. Завдяки цим системам можна також отримувати своєчасні сповіщення про необхідність проведення технічних процедур, що сприяє збереженню працездатності транспорту і запобігає несподіваним поломкам.

Щодо оптимізації управління транспортною логістикою, TomTom Telematics пропонує зручні інструменти для комунікації між диспетчерами та водіями, що полегшує взаємодію всередині команди. Це дозволяє ефективно координувати рух транспорту, передавати оновлення про зміни в маршрутах або давати інструкції водіям, а також отримувати зворотний зв'язок.

Крім того, системи керування автопарком можуть бути інтегровані з іншими сучасними технологіями, зокрема системами геолокації, голосового керування та прогнозування трафіку. Така інтеграція дозволяє забезпечити комплексний контроль над автопарком, покращуючи точність планування маршрутів, моніторинг стану транспорту в реальному часі та своєчасне реагування на зміни дорожньої ситуації.

4.2. Використання GPS, RFID та інших систем для контролю і оптимізації маршрутів в Луцьку

Ефективне планування маршрутів є ключовим фактором для компаній, які здійснюють вантажні перевезення. Програмне забезпечення для оптимізації маршрутів вантажівок використовує передові алгоритми та дані в реальному часі для створення найефективніших маршрутів. Завдяки такому підходу можна значно підвищити ефективність автопарку та забезпечити прибутковість бізнесу. Планування маршруту є важливим завданням для водіїв вантажівок і менеджерів автопарків, адже це дозволяє визначити найкоротший, найшвидший або найбільш економічний маршрут для доставки товару.

Програмне забезпечення для планування маршрутів вантажівок має безліч переваг для логістичних і транспортних компаній, дозволяючи оптимізувати процеси, знизити витрати і підвищити ефективність. Розглянемо деякі основні переваги такої технології:

1. Покращення ефективності та продуктивності

Програмне забезпечення для маршрутизації вантажівок дозволяє створювати оптимізовані маршрути, враховуючи відстань і час доставки. Це допомагає зменшити час в дорозі, уникнути непотрібних об'їздів і підвищити продуктивність. Також система може визначати найближчі заправні станції,

що дозволяє водіям планувати зупинки для заправки на найвигідніших точках, знижуючи витрати на паливо та зменшуючи час простоїв.

2. Економія витрат

За допомогою програмного забезпечення для планування маршрутів можна значно зменшити витрати на паливо. Це досягається завдяки оптимізації маршрутів, що зменшує кількість поїздок і затримок, а також дозволяє ефективно планувати заправки. Зменшення витрат на паливо знижує загальні експлуатаційні витрати та підвищує рентабельність бізнесу.

3. Покращене обслуговування клієнтів та своєчасна доставка

Ефективне планування маршрутів вантажівок безпосередньо впливає на якість обслуговування клієнтів, оскільки програмне забезпечення дозволяє враховувати часові вікна та пріоритети доставки. Забезпечення своєчасної доставки товару підвищує задоволення клієнтів, зміцнює ділові відносини і сприяє розвитку бізнесу. В результаті компанія отримує конкурентну перевагу, оскільки клієнти більше довіряють тим компаніям, які гарантують точні терміни доставки.

4. Підвищення продуктивності автопарку

Інструменти для планування маршрутів дозволяють ефективно організувати зупинки та доставку вантажів, що сприяє більшій кількості перевезень за визначений період. Це дозволяє максимізувати використання автопарку, підвищуючи його продуктивність та зменшуючи години водіння, що позитивно впливає на продуктивність водіїв та знижує втому.

5. Покращена безпека водія та транспортного засобу

Завдяки програмному забезпеченню для планування маршрутів можна враховувати не тільки ефективність доставки, але й безпеку маршруту. Система дозволяє уникати небезпечних ділянок доріг або складних умов руху, що знижує ризик аварій. Це також допомагає мінімізувати знос транспортного засобу, забезпечуючи безпечні і ефективні маршрути, що, в свою чергу, захищає водіїв і покращує загальну безпеку.

У результаті інтеграція програмного забезпечення для планування маршрутів вантажівок в роботу транспортних компаній дозволяє значно підвищити ефективність, знизити витрати, покращити обслуговування клієнтів та забезпечити безпеку вантажів і водіїв.

Управління ланцюгом постачання має кілька різних визначень, але найбільш точно суть цього поняття передає таке визначення: це сукупність трьох або більше учасників (організацій чи приватних осіб), які безпосередньо залучені до переміщення продукції, послуг, фінансів і/або інформації від джерела до кінцевого споживача.

SCM-системи можна поділити на дві основні підсистеми: планування логістичних ланцюгів (Supply Chain Planning, SCP) та виконання логістичних ланцюгів (Supply Chain Execution, SCE). Згідно з визначенням з Gartner IT glossary, SCP – це процес, орієнтований на майбутнє, який координує активи для збалансування попиту і пропозиції через оптимізацію доставки товарів, послуг та інформації від постачальника до споживача. Класичні системи планування включають методи оптимізації, такі як планування продажів і операцій, спільне планування (включно з прогнозуванням), інвентаризація, керування постачальниками, виробниче планування, планування подій, інвентарне планування, планування попиту, дистрибуційне планування, розробка стратегічної мережі, постачальницьке планування, стратегія оптимізації інвентаризації, планування виробничих потужностей. Згідно з тим же джерелом, SCE – це системи, орієнтовані на виконання конкретних процесів, таких як управління складами (WMS), управління транспортуванням (TMS), управління глобальною торгівлею (GTM), підтримка прийняття рішень в реальному часі, а також забезпечення видимості ланцюгів постачання. Система WMS включає в себе управління працею, складськими приміщеннями, поверненнями і контролем інвентарю. TMS охоплює управління внутрішніми і мультимодальними перевезеннями, а GTM-система включає відповідність вимогам торгівлі, глобальну логістику, управління замовленнями, а також фінансове управління в межах глобальної торгівлі.

Ланцюги постачання можуть мати три рівні складності:

1. Прямі (Direct supply chain)
2. Розширені (Extended supply chain)
3. Кінцеві (Ultimate supply chain)

Прямі ланцюги постачання включають тільки постачальника і споживача. Розширені ланцюги включають також постачальників постачальників і споживачів споживачів. Кінцеві ланцюги охоплюють всі організації та осіб, залучених у всі етапи потоку продуктів, фінансів, інформації та послуг від початкового постачальника до кінцевого споживача.

Система управління ланцюгами постачання включає три основні складові:

1. Структурна мережа ланцюгів постачання.
2. Бізнес-процеси ланцюгів постачання.
3. Компоненти управління ланцюгами постачання.

Структурна мережа ланцюгів постачання охоплює кілька аспектів: учасників ланцюга постачання, структурні характеристики мережі та різні типи взаємозв'язків між процесами. Учасниками ланцюга постачання є всі організації, компанії та приватні особи, які так чи інакше взаємодіють з постачальниками або споживачами, починаючи від моменту створення продукту і до його доставки кінцевому споживачеві. Учасників можна поділити на дві основні групи: первинних та підтримуючих (за визначенням Девенпорта, 1993). До первинних належать всі самостійні компанії, які здійснюють операційну чи управлінську діяльність, додаючи вартість у бізнес-процеси, що спрямовані на виробництво конкретного продукту для певного споживача чи ринку. Підтримуючими є компанії, що надають ресурси, інфраструктуру та інформацію для підтримки первинних учасників, наприклад, власники складів, орендарі транспортних засобів і т.д.

Структурні виміри мережі мають важливе значення при аналізі, описі та управлінні ланцюгами постачання. Вони можуть бути горизонтальними, вертикальними або відображати горизонтальну позицію центральної компанії

у кінцевих точках ланцюга постачання. Перший вимір, горизонтальна структура, показує кількість рівнів у ланцюгу постачання. Ланцюг може бути довгим, з багатьма рівнями, або коротким, з кількома рівнями. Другий вимір, вертикальна структура, відображає кількість постачальників або споживачів, які належать до кожного рівня. Третій вимір стосується горизонтальної позиції компанії всередині ланцюга постачання. Це означає, що компанія може бути розташована або біля кінцевого споживача, або близько до джерела постачання, або знаходитися посередині ланцюга.

Бізнес-процеси ланцюгів постачання є важливою складовою SCM-системи. Управління невизначеністю попиту, продуктивністю постачальників і ефективністю виробничих процесів є критично важливими для успіху цієї системи. Для кращого розуміння цих процесів учасники GSCF визначили основні бізнес-процеси в ланцюгах постачання:

- Управління взаємовідносинами з клієнтами.
- Управління клієнтським сервісом.
- Виконання замовлень.
- Управління виробничими потоками.
- Закупівлі.
- Розробка продукту та комерціалізація.
- Повернення товарів.

Третю складову SCM-системи становлять компоненти управління ланцюгами постачання. Для успішного функціонування SCM-системи виділено наступні основні компоненти:

- Планування та контроль.
- Робоча структура.
- Організаційна структура.
- Структура потоку продукції.
- Структура обробки інформаційних потоків.
- Методи управління.
- Структура влади та лідерства.

- Культура та ставлення.

Після аналізу ключових складових SCM-систем важливо звернути увагу на сучасні методи їх реалізації. Зараз на ринку логістичних послуг значну роль відіграють онлайн-сервіси, які пропонують широкий спектр послуг для управління та планування ланцюгів постачання. На прикладі кількох компаній, таких як Transporeon Group, ABM Inventory і Blue Yonder, можна виділити спільні методи оптимізації логістичних процесів за допомогою програмного забезпечення.

Ці платформи надають наступні пакети послуг:

1. Система пошуку вантажів.
2. Система планування попиту.
3. Система управління складами.
4. Система управління вантажними перевезеннями.
5. Система мережевого проектування.

Система пошуку вантажів відіграє важливу роль, забезпечуючи користувачів актуальною та динамічною інформацією, необхідною для прийняття стратегічних рішень у процесах закупівель. Однією з основних переваг є надання ринкових інсайтів, що дає можливість компаніям приймати обґрунтовані рішення щодо початку тендерів, вибору напрямків для переваги і визначення найбільш підходящого методу закупівлі — тактичного, стратегічного або комбінованого. Користувачі можуть адаптувати свої стратегії закупівель в реальному часі, оперативно реагуючи на зміни на ринку і оптимізуючи підхід для досягнення максимальної ефективності.

Система планування попиту – це процес прогнозування і управління попитом на товари або послуги на певний період часу. Основною метою є забезпечення оптимального рівня запасів і ресурсів для задоволення потреб клієнтів вчасно, а також уникнення надмірних або недостатніх запасів. Завдяки використанню даних про історичний попит, ринкові тенденції та інші чинники, компанії можуть ефективно планувати виробництво, закупівлю і постачання продукції. Цей процес є важливою частиною стратегічного

управління ланцюгом постачання і дозволяє компаніям адаптуватися до змін попиту, знижуючи витрати та оптимізуючи операційну діяльність.

Система управління складами – це сервіс, що дозволяє вирішити проблеми неефективних процесів на складі, які виникають через відсутність своєчасної інформації, наприклад, про час прибуття товарів, завантаження чи розвантаження, або через ручне оформлення документів водіями. Ця система допомагає менеджерам складу ефективно координувати і оптимізувати рух товарів, впроваджуючи такі процеси: розумне бронювання з урахуванням потужностей та логістичних вимог (наприклад, потреба в зберіганні товарів у холодильних камерах, групування товарів, тип транспортного засобу), а також автоматизовані рішення для розрахунку часу, необхідного для виконання складських операцій в реальному часі. Використання таких систем може зменшити час, витрачений на обробку, на 30–40%.

Система управління вантажними перевезеннями безперешкодно інтегрує заплановані події з поточними подіями, надаючи необхідні інструменти для оптимізації процесів. Ця система забезпечує централізовану точку доступу до всієї інформації про перевезення, що отримується через платформу управління транспортом, що спрощує операції і підвищує ефективність. Оскільки вантажні перевезення є складною операцією, яка включає різні форми, розміри та методи транспортування, висока точність, вміння прогнозувати та передбачувати є ключовими чинниками. Глобальні ланцюги постачання потребують платформи, яка дозволяє логістичним командам легко перемикатися між різними режимами транспорту або комбінувати їх, забезпечуючи повний огляд і контроль над усім процесом.

Для експедиторів вантажів та їх надійних перевізників ця система створює ефективне, повністю цифрове та безпечне операційне середовище. Платформа спрощує делегування відвантажень субпідрядникам на пізніших етапах, одночасно забезпечуючи прозорість і видимість на всьому шляху транспортування. Приклад програмного забезпечення компанії Transporeon Group показаний на рисунку 3.

Зважаючи на складність логістичних процесів, платформа пропонує перший в галузі інструмент для планування та виконання маршрутів, що використовує штучний інтелект. Цей інструмент не тільки оптимізує маршрути для вантажівок, але й дозволяє диспетчерам заощаджувати час. Він забезпечує ефективне управління маршрутами, паркуванням, перетинами кордонів, міжмодальними перевезеннями, заправкою та перервами, при цьому відповідаючи вимогам регулювання.

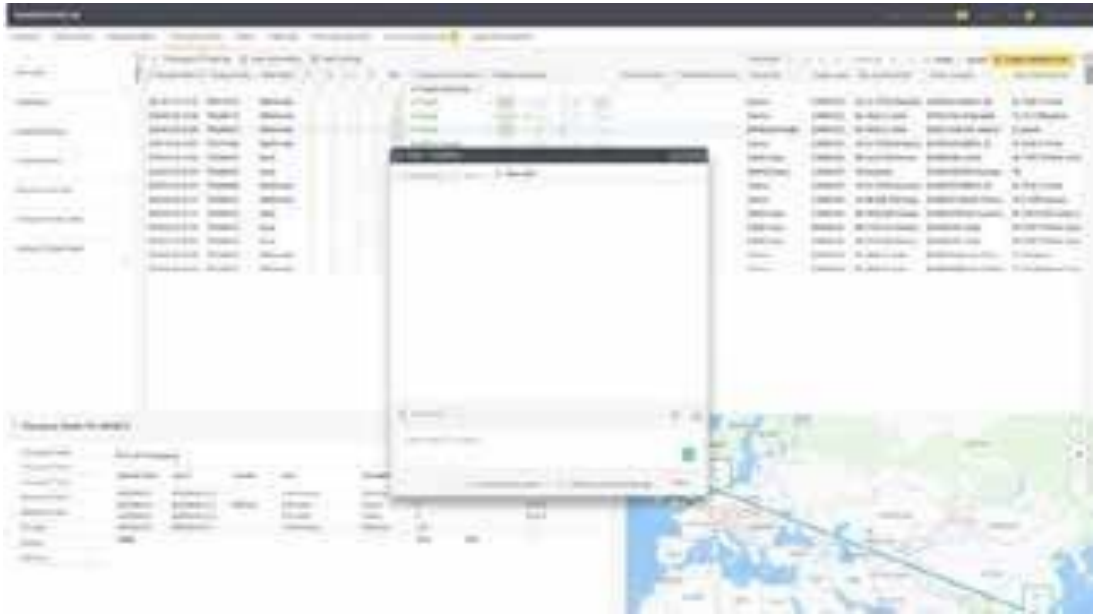


Рис. 4.1. Програмне забезпечення для створення таблиці транспортних замовлень.

Система мережевого проектування — це сервіс, який надає можливості для оцінки, розробки та оптимізації ланцюгів постачання. Вона створює середовище для моделювання, яке може адаптуватися до різних масштабів і складності ланцюгів постачання, дозволяючи реагувати на стратегічні виклики. Це може бути моделювання всього ланцюга — від постачання матеріалів до готової продукції, або зосередження на окремих вузьких місцях, що постраждали від нещодавніх перебоїв. В умовах швидких змін на ринках і конкурентних умовах оптимізація ланцюгів постачання перетворюється з разової події на регулярний процес, який може проводитись навіть щотижня. На рисунку 4.2 зображено програмне забезпечення компанії Blue Yonder.



Рис. 4.2 Програмне забезпечення, призначене для проєктування ланцюжків постачання

Метод системи відстеження полягає у зборі інформації про переміщення вантажів або транспортних засобів від постачальника до споживача протягом усього ланцюга постачання. Збір даних про географічне місцезнаходження здійснюється в реальному часі за допомогою спеціальних пристроїв, що розташовані безпосередньо в кабіні водія або на вантажі. Зібрана інформація використовуватиметься для моніторингу маршруту водія, планування подальших логістичних процесів та для визначення орієнтовного часу прибуття (ETA). Використання таких систем дозволяє вирішити кілька важливих завдань:

1. Спрощення планування ланцюгів постачання, оскільки будь-який учасник ланцюга може точно розрахувати пройдений та залишковий шлях. Це забезпечує реалізацію принципу "Just-in-time", що дозволяє підтримувати оптимальний рівень запасів на складі, відповідно до попиту, та уникати надмірних витрат на логістичні процеси.

2. Контроль місцезнаходження автомобіля або товару в режимі реального часу, що позитивно впливає на координацію між учасниками логістичних процесів і підвищує рівень довіри.

3. Зменшення ризику угону вантажу чи автомобіля, а в разі викрадення — полегшується їх пошук.

4. Спрощення контролю за робочими годинами водіїв відповідно до вимог законодавства.

Бездротова мережа сенсорів (Wireless Sensor Network, WSN) — це система, що складається з незалежних пристроїв, що взаємодіють через частину інфраструктури Інтернету. Вона має інтелектуальну структуру, що дозволяє здійснювати ефективне збирання даних. Однією з ключових технологій бездротових сенсорних мереж є радіочастотна ідентифікація (RFID). Вона дозволяє швидко і точно збирати інформацію та інтегрувати її з традиційними інтернет-системами. Режими комунікації в таких мережах включають взаємодію між різними об'єктами, а також між об'єктами і людьми, що робить віртуальний світ сенсорної мережі більш реальним. Використання бездротових сенсорних мереж у логістиці відкриває нові можливості для розвитку цієї галузі, роблячи процес транспортування "розумним" і перетворюючи управління логістичною інформацією в інтелектуальний процес (Цзізціюнь, 2018).

Ідентифікація за допомогою радіочастотних міток (RFID) — це система бездротової передачі унікальних серійних номерів для ідентифікації об'єктів або осіб за допомогою радіохвиль. Існують два основні підходи в цій технології: споживання енергії та передача даних (як одночасно, так і по черзі). У випадку чергової передачі енергія надається від транспондера, після чого передається інформація. Системи моніторингу, засновані на таких технологіях, допомагають забезпечити точне відстеження та управління логістичними процесами.

Системи моніторингу RFID складаються з двох основних компонентів: транспондера та базової станції (антени). Базова станція випромінює енергію, яку захоплює електронний чіп (тег), для подальшої передачі інформації. Чіп зазвичай зберігає близько 2000 байтів даних за стандартом, що достатньо для відстеження вантажів у ланцюгах постачання. Мітки можуть мати різні форми,

такі як картки, капсули або диски. Принцип роботи RFID-системи зображений на рисунку 4.3.

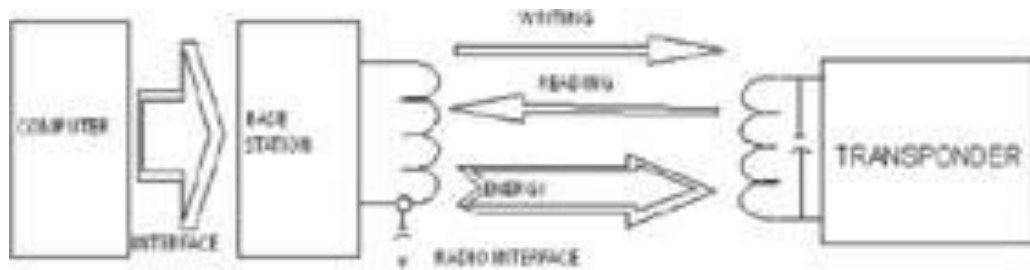


Рис. 4.3 Принцип роботи RFID-систем

Комп'ютер, обладнаний спеціальним проміжним програмним забезпеченням (middleware), збирає дані з зчитувачів (readers), обробляє їх і передає до кінцевої системи. Проміжне програмне забезпечення є важливим елементом у функціонуванні RFID-систем. Базова станція з'єднана з зовнішнім комп'ютером за допомогою провідного інтерфейсу, в той час як комунікація між базовою станцією та транспондером здійснюється через радіоінтерфейс, який працює на спеціальній частоті

Автором було проведено всебічний аналіз численних програмних засобів, які безпосередньо пов'язані з темою дипломної роботи. Ось деякі з них:

- Trust Track — це система, що об'єднує два компоненти: основне програмне забезпечення для офісів транспортних компаній, яке інтегрується з усім автопарком, та мобільний додаток для водіїв, доступний у Google Play і Apple Store для планшетів і смартфонів. Водій отримує повну інформацію про завдання, може переглядати деталі маршруту, повідомляти про завершення етапів доставки і автоматично отримувати оновлення з новими даними. Система самостійно розраховує оптимальні маршрути та відображає їх на карті, дозволяючи коригувати маршрути, урахувавши різноманітні фактори, такі як платні дороги, обмеження для конкретного виду транспорту тощо. Також передбачено вибір між найшвидшим маршрутом або найбільш збалансованим варіантом.

- АВМ Rinkai TMS — програма для планування оптимальних маршрутів доставки для сегментів B2B, B2C та транспортних компаній. Система використовує принцип динамічного планування, розраховуючи всі можливі варіанти маршрутів з мінімальними затратами, враховуючи обмеження, часові вікна для доставки, сумісність товарів, послідовність завантаження та інші фактори. Програма також дозволяє управляти швидкісним режимом (зокрема, враховуючи пробки, погодні умови) та додавати нові замовлення в уже сформовані маршрути.

- Relog — система, що автоматично планує маршрути з оптимальною завантаженістю транспортних засобів. Підходить для компаній з автопарком більше 5 машин. Це веб-система та мобільний додаток, що дозволяє управляти логістикою та відслідковувати рух водіїв у реальному часі. Також система дозволяє керівникам логістики моделювати різні варіанти дій та оцінювати їх результати.

- ANT-Logistics — хмарний сервіс для автоматизації транспортної логістики та планування оптимальних маршрутів. Включає можливість GPS-моніторингу транспортних засобів через GPS-трекери або мобільні телефони, а також формує маршрути з урахуванням різних обмежень.

- Система управління транспортом — частина структури Supply Chain Management. Ця система дозволяє розраховувати вартості перевезень різними видами транспорту, відслідковувати терміни доставок і надавати миттєву інформацію про місцезнаходження вантажу. В Україні впроваджується система «From-Door-To-Door», яка забезпечує доставку товару від відправника до кінцевого клієнта. Ця програма інтегрує новітні підходи до транспортної політики, забезпечуючи ефективну транспортно-торгівельну інфраструктуру.

Кожен з цих програмних засобів має свої специфічні функції та можливості, що дозволяють оптимізувати процеси планування, доставки та моніторингу транспортних засобів, що значно підвищує ефективність управління транспортною логістикою.

4.3. Впровадження автоматизованих систем контролю за перевезеннями для будівельних вантажів

Система GPS-моніторингу базується на використанні глобальної навігаційної супутникової системи, яка включає мережу супутників, що передають сигнали для визначення місцезнаходження, швидкості, часу та напрямку руху транспортного засобу. Ці сигнали приймаються GPS-трекерами, які обробляють інформацію, надаючи як дані в реальному часі, так і історичні навігаційні дані про маршрути транспортних засобів.

Супутникові сигнали GPS обробляються спеціальними приймачами, які не лише визначають точне місцезнаходження, але й можуть обчислювати швидкість та час руху, забезпечуючи точний моніторинг вантажного транспорту. Космічний сегмент системи GPS складається з 27 супутників, з яких 24 є активними, а 3 – резервними. Ці супутники обертаються навколо Землі та постійно передають радіосигнали, що дозволяє приймачам отримувати точну інформацію про їхнє місцезнаходження.

З комерційної точки зору GPS-пристрої зазвичай використовуються для реєстрації положення транспортних засобів під час їхнього руху по маршруту. Відстеження може здійснюватися в двох основних режимах:

1. Пасивне відстеження – дані зберігаються всередині самої системи GPS, без регулярної передачі інформації.
2. Активне відстеження – система передає інформацію до централізованої бази даних через модем у GPS-блоці на регулярній основі.

Визначення місцезнаходження транспортних засобів, вантажів та інших цінних об'єктів є важливою і затребуваною функцією в багатьох сферах. Ці системи дозволяють ефективно управляти маршрутами транспорту, підвищувати безпеку автотранспорту, а також сприяють оперативному пошуку у разі викрадення транспортного засобу.

Згідно з визначенням, запропонованим Міжнародним консультативним комітетом по радіо (МККР), системи автоматичного визначення місця розташування транспортних засобів (AVL – Automatic Vehicle Location systems) забезпечують автоматичне визначення місця перебування транспортного засобу в межах заданої географічної зони внаслідок його переміщення.

Система AVL (Automatic Vehicle Location) зазвичай складається з кількох основних компонентів, що працюють разом для забезпечення ефективного моніторингу та управління рухомими об'єктами. Ці компоненти включають:

1. Підсистема визначення місця розташування – відповідає за отримання інформації про місцезнаходження транспортних засобів через GPS або інші технології позиціонування.
2. Підсистема передачі даних – забезпечує передачу даних про місцезнаходження до центральної бази даних або диспетчерського центру.
3. Підсистема управління та обробки даних – здійснює обробку отриманих даних, їх збереження та виведення в реальному часі для подальшого аналізу або прийняття рішень.

Класифікація AVL систем за їхнім призначенням:

1. Диспетчерські системи – ці системи забезпечують централізоване спостереження за рухомими об'єктами в реальному часі, дозволяючи диспетчерам контролювати місцезнаходження транспортних засобів в межах певної географічної зони. Такі системи застосовуються для моніторингу патрульних машин, транспорту в містах, а також для пошуку викрадених автомобілів.
2. Системи дистанційного спостереження – ці системи дозволяють віддалено відслідковувати рух транспортних засобів за допомогою спеціального обладнання, встановленого на транспорті. Такі технології часто використовуються для супроводу цінних вантажів або контролю за переміщенням вантажів.

3. Системи відновлення маршруту – ці системи допомагають визначити маршрут або місця перебування транспортного засобу на основі отриманих даних після того, як транспорт завершив свій шлях. Вони також можуть бути використані для збору статистики про маршрути руху і переміщення транспортних засобів.

Реалізація AVL систем може включати різні технології для точного визначення місцезнаходження, такі як GPS, глонасс-системи, супутникові станції та мобільні пристрої для передачі та відображення інформації. В залежності від масштабів географічної зони, на якій працює система, можуть застосовуватися різні методи передачі даних, від мобільних мереж до супутникових каналів.

Таким чином, системи AVL є важливим інструментом для управління транспортом, забезпечення безпеки вантажів та ефективного моніторингу руху, що дозволяє компаніям значно підвищити ефективність своїх операцій.

В залежності від розміру географічної зони, на якій функціонує система AVL, вона може бути класифікована на кілька типів:

1. Локальна система – має обмежений радіус дії, зазвичай використовується для систем дистанційного супроводу, де контроль здійснюється в межах невеликої території.

2. Зональна система – охоплює територію певного населеного пункту, області або регіону. Цей тип системи найбільш поширений для міського або регіонального моніторингу.

3. Глобальна система – має велику територію покриття, що може охоплювати кілька держав, континентів або навіть всю планету.

З технічної точки зору, важливими параметрами для систем AVL є точність визначення місцезнаходження і періодичність оновлення даних. Ці показники залежать від розміру зони, на якій працює система. Чим менша зона дії, тим вища повинна бути точність визначення місцезнаходження. Наприклад:

- Для зональних систем (в межах міста) достатньою є точність в межах 100–200 метрів.
- Деякі спеціалізовані системи вимагають точності до кількох метрів.
- Для глобальних систем точність може бути в межах кількох кілометрів.

Що стосується частоти оновлення інформації, то для зональних диспетчерських систем ідеальною є періодичність оновлення даних про місцезнаходження раз на хвилину. Для систем дистанційного супроводу вимагається більша частота оновлення, оскільки ці системи використовуються для постійного моніторингу та супроводження транспортних засобів в реальному часі.

Таким чином, вибір технічних характеристик системи AVL безпосередньо залежить від її призначення і територіального охоплення.

Використання GPS-технології надає суттєві переваги, зокрема у сфері транспорту та логістики. Вона сприяє підвищенню ефективності роботи та точності доставки, що безпосередньо впливає на результати діяльності компанії. Зараз GPS є важливим інструментом у багатьох сферах, але особливу роль він відіграє в транспорті. Зокрема, у поєднанні з системою транспортного менеджменту (TMS) GPS стає ще більш потужним інструментом для оптимізації логістичних процесів.

TMS — це спеціалізоване програмне рішення для логістичних компаній, яке автоматизує та оптимізує роботу, знижуючи витрати часу та зусиль. Це інструмент, що включає різноманітні функції для управління та планування, що значно покращує продуктивність завдяки автоматизації процесів, що раніше потребували "ручного" виконання. Важливою складовою ефективності TMS є її здатність інтегруватися з іншими технологіями, такими як GPS. Завдяки такій інтеграції, системи TMS стають ще потужнішими, даючи змогу

відслідковувати реальний рух транспорту, що значно підвищує їхню ефективність.

Основним завданням TMS є організація логістичних процесів та надання актуальної інформації для управлінських рішень. GPS у такій системі допомагає диспетчерам більш ефективно планувати маршрути, оскільки вони можуть бачити точне місце перебування водіїв у реальному часі. Це дозволяє не лише полегшити контроль за рухом вантажів, але й дає змогу оперативно реагувати на зміни в маршрутах або несподівані ситуації.

Технологія GPS значно покращує якість відстеження транспортних засобів та вантажів. Вона дозволяє визначати не лише місце знаходження автомобіля, але й напрямок його руху, швидкість, а також прокладений маршрут. Це дає можливість краще організувати робочі процеси, зменшити витрати на паливо та забезпечити точність і своєчасність доставок.

GPS дає низку переваг для логістичних компаній, зокрема:

- Підвищення ефективності управління автопарком.
- Зменшення паперової роботи і автоматизація збору даних.
- Покращення контролю за доставкою вантажів.
- Вищий рівень безпеки та зменшення ризиків, пов'язаних з викраденням транспортних засобів.

Інтеграція GPS в TMS-рішення не є складною і може бути здійснена за допомогою спеціальних програмних рішень. Така інтеграція дозволяє поєднати функції GPS відстеження з управлінням транспортними процесами в одному інтерфейсі. Це забезпечує зручність для всіх учасників процесу, від диспетчерів до водіїв, і допомагає максимально ефективно організувати робочі процеси, спрощуючи управління та забезпечуючи високу продуктивність.

Завдяки інтеграції GPS з TMS компанії отримують низку незаперечних переваг:

1. Більш ефективний моніторинг автопарку: Ви отримуєте точні дані про місце знаходження та рух транспортних засобів, що дозволяє оптимізувати доставку вантажів і знижувати витрати на паливо.

2. Покращена організація процесів: Завдяки автоматизованим функціям управління, зменшується час на адміністративні завдання, що підвищує продуктивність.

3. Зниження витрат: З інтегрованою GPS-системою можна зменшити "паперову" роботу і полегшити обробку даних.

4. Полегшення умов роботи для водіїв: Водії отримують точні маршрути і можуть краще планувати свій день, що зменшує стрес і покращує безпеку на дорогах.

Інтеграція GPS в TMS також є фінансово вигідною, оскільки дозволяє зменшити витрати, підвищити ефективність та збільшити прибутковість компанії в довгостроковій перспективі.

РОЗДІЛ 5

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ ДОСТАВЦІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У ЛУЦЬКУ

5.1. Пропозиції з оптимізації маршрутів перевезення будівельних матеріалів у межах міста

Масові вантажі створюють специфічні проблеми при обробці та транспортуванні через свій великий об'єм і вагу. Ефективне управління навалочними вантажами вимагає детального розуміння властивостей матеріалів, що перевозяться, а також застосування відповідних методів зберігання, обробки і транспортування для забезпечення безпеки і ефективності всього процесу доставки.

Процес доставки навалочних вантажів включає кілька етапів, які спрямовані на забезпечення безпечного і ефективного транспортування. По-перше, важливо правильно класифікувати тип навалочного вантажу, який перевозиться. Це дозволяє вантажовідправникам визначити необхідне обладнання для обробки вантажу, вимоги до його зберігання та врахувати потенційні небезпеки. По-друге, слід розробити детальний план завантаження і розвантаження вантажу. Цей план включає вибір оптимальних методів завантаження, визначення послідовності завантаження і забезпечення безпеки під час транспортування.

Вибір відповідних транспортних засобів і навантажувально-розвантажувальних механізмів є важливим етапом для формування ефективних транспортно-технологічних схем доставки масових вантажів. Транспортні засоби та навантажувальні механізми повинні бути спеціально підібрані відповідно до типу вантажу, який буде перевозитися.

В умовах воєнного стану в Україні, після російської агресії, постає особливо важливе завдання — відновлення та ремонт пошкоджених будівель. Це завдання неможливо вирішити без використання автомобільного транспорту, який є ключовим для перевезення будівельних матеріалів до місць відновлення та ремонту інфраструктури.

Актуальність вантажоперевезень у сучасному суспільстві неухильно зростає і продовжуватиме зростати. Це зумовлено зростанням потреб людства, адже сьогодні кожен може замовити доставку будь-якого вантажу — від дрібних товарів, вагою лише кілька грамів, до великих та важких предметів. Практично все, що використовують люди, потребує транспортування з одного місця на інше. Це робить вантажоперевезення надзвичайно важливими і їх відсутність може призвести до серйозних наслідків [2-9].

Витрати на транспортування вантажів є складовою частиною транспортних витрат, що включаються до загальної вартості будівництва і значною мірою впливають на її рівень. Особливо це стосується доставки будівельних матеріалів автомобільним транспортом, що є досить витратним процесом. Тому зменшення вартості доставки будівельних матеріалів стає важливим завданням сьогодення. Це зменшення можна досягти шляхом раціональної організації процесу доставки, що є основною метою цієї дипломної роботи — підвищення ефективності доставки будівельних вантажів у місті Луцьк.

Транспортування будівельних матеріалів є важливою логістичною послугою, що забезпечує переміщення ресурсів для будівельних проектів. Працівники на будівельних майданчиках постійно потребують різноманітних матеріалів для виконання своїх завдань, тому транспортні послуги для перевезення будівельних ресурсів є надзвичайно актуальними. Матеріали, що використовуються для будівництва, мають різні властивості, і завдяки доступності та розгалуженій мережі доріг доставка будівельних вантажів можливе в будь-який куточок міста. Автомобільні вантажні перевезення дозволяють перевозити широкий спектр будівельних матеріалів, таких як

дерево, цемент, цегла, сухі будівельні суміші, залізобетонні вироби, пластик, скло та сталь. Транспортні компанії надають послуги з доставки будівельних та оздоблювальних матеріалів, що є необхідними для успішної реалізації будівельних проектів.

Будівельні матеріали часто транспортуються за допомогою тентованих автомобілів, але найефективнішим та економічно вигідним варіантом є використання самоскидних автомобілів, що підходять для 80 % будівельних вантажів завдяки своїй низькій вартості доставки. В окремих випадках для підтримки необхідного температурного режиму використовується ізотермічний тип кузова, що особливо важливо для транспортування лакофарбових матеріалів, які потребують підтримки стабільної температури. Для перевезення будівельних матеріалів великих розмірів, таких як труби, арматура, шпали, залізобетонні вироби, використовують фургони з відкритими напівпричепами, які оснащені додатковими пристроями, зокрема конкерами, ланцюгами та стрічками.

Вибір транспорту для перевезення будівельних вантажів є важливим і залежить від різноманіття вантажів та доступних транспортних засобів. Оскільки асортимент будівельних матеріалів дуже широкий, важливо правильно підібрати не тільки тип, але й марку транспортного засобу, що буде найкраще відповідати умовам перевезення. Транспортні компанії зазвичай класифікують вантажі для транспортування на основі таких критеріїв, як сумісність з конкретними типами транспортних засобів, проблеми з їх завантаженням, витрати на обробку, схильність до псування та інші фактори.

Усі ці аспекти мають велике значення для ефективності перевезень будівельних вантажів, тому працівники автомобільного господарства повинні ретельно враховувати їх при організації перевезень. Особливо це важливо для транспортування навалочних вантажів, які є специфічними за своєю природою. Навалочні вантажі перевозяться без упаковки, оскільки їх упакувати або це є недоцільно, або неможливо. Специфіка таких перевезень вимагає використання спеціалізованих транспортних засобів та ретельної

організації процесу транспортування. При цьому компанія або перевізник повинні суворо дотримуватись норм і правил транспортування таких вантажів, щоб уникнути втрат чи пошкоджень вантажу під час перевезення.

Структурно-логічні схеми є потужним інструментом для наочного та стиснутого відображення основних етапів вирішення наукової проблеми. Вони надають матеріал у структурованій формі, що дозволяє чітко продемонструвати ключові питання через схеми, графіки, креслення, формули або рівняння. Кожна схема має свій символ або опорний сигнал, який виступає узагальненим образом, що поєднує окремі питання в єдину цілісну картину.

Використання таких схем у наукових дослідженнях дозволяє досягти кількох важливих результатів:

1. Швидкість і ефективність навчання:
 - Реалізація принципу великоблочного уявлення знань, що дає змогу скоротити час на викладення та узагальнення матеріалу.
 - Активізація пізнавальної діяльності, завдяки застосуванню моніторингу якості знань.
2. Систематизація і зв'язки:
 - Структурно-логічні схеми допомагають систематизувати знання, даючи можливість бачити логічні зв'язки між різними питаннями та проблемами, що вивчаються.
 - Це сприяє розвитку мислення, зокрема творчого, та активізує самостійну пізнавальну діяльність.
3. Ефективність у навчанні:
 - Схеми дозволяють скоротити час на засвоєння теоретичного матеріалу, надаючи можливість для індивідуальної самостійної роботи студентів при глибшому опрацюванні окремих частин дослідження.
 - Вони також допомагають студентам виконувати завдання, які орієнтовані на розвиток майбутньої професійної діяльності.

Таким чином, структурно-логічні схеми є потужним засобом організації навчального процесу, що забезпечує глибоке розуміння матеріалу, ефективне засвоєння знань і розвиток критичного мислення.

Для вирішення задачі підвищення ефективності доставки навалочних вантажів у міських умовах була розроблена структурно-логічна схема, що охоплює основні етапи удосконалення процесу доставки. Ця схема включає такі ключові завдання:

1. Розробка транспортно-технологічної схеми доставки — створення ефективного процесу транспортування навалочних вантажів, враховуючи типи вантажу, умови доставки та обмеження міського середовища.

2. Вибір рухомого складу та маршрутизація перевезень — оптимізація вибору транспортних засобів відповідно до вимог перевезення і визначення найбільш ефективних маршрутів.

3. Узгодження та механізація навантажувально-розвантажувальних робіт — організація та автоматизація процесів завантаження та розвантаження для зменшення часу і підвищення ефективності.

4. Проведення експериментальних досліджень — випробування запропонованих рішень у реальних умовах для оцінки їх ефективності.

5. Обробка та аналіз результатів моделювання — аналіз отриманих даних з експериментальних досліджень та моделювання, зокрема визначення найбільш вигідних варіантів.

6. Розробка практичних рекомендацій — на основі отриманих результатів формулюються конкретні рекомендації для покращення процесу доставки.

7. Визначення ефективності прийнятих рішень — оцінка результатів прийнятих рішень з точки зору економічної доцільності, зниження витрат і підвищення якості доставки.

Ця структурно-логічна схема дозволяє комплексно підходити до вирішення проблеми доставки навалочних вантажів, забезпечуючи

систематичний аналіз і реалізацію ефективних заходів для оптимізації транспортних процесів.

Для досягнення визначеної мети потрібно виконати наступні ключові етапи:

1. Аналіз існуючих методів доставки навалочних вантажів:
 - Ідентифікація проблем, пов'язаних з підвищенням ефективності доставки через оптимізацію організації перевезень, вибору транспорту та маршрутів.
 - Оцінка можливостей удосконалення процесу перевезень шляхом раціоналізації навантажувально-розвантажувальних робіт, вибору правильного рухомого складу та механізаційних заходів.
 - Визначення основних факторів, що впливають на ефективність доставки навалочних вантажів.
2. Розробка математичної моделі процесу доставки:
 - Визначення та врахування варіативності змінних і факторів, які впливають на ефективність доставки.
 - Формулювання критеріїв, що дозволяють оцінити ефективність процесу доставки з урахуванням різних змінних параметрів.
3. Моделювання процесу доставки:
 - Аналіз процесу доставки як набору операцій, включаючи навантаження, розвантаження, транспортування вантажу і координацію дій учасників процесу.
 - Оцінка результатів моделювання для визначення шляхів поліпшення та оптимізації.
4. Оцінка ефективності запропонованих рішень:
 - Розрахунок потенційних ефектів від впровадження запропонованих змін у процес доставки.

- Формулювання практичних рекомендацій щодо вибору ефективних засобів механізації, марок транспорту, оптимальних маршрутів і вдосконалення співпраці учасників процесу доставки.

Ці етапи дозволяють розробити комплексне рішення для підвищення ефективності доставки навалочних вантажів в міських умовах.

5.2. Економічне обґрунтування впровадження запропонованих заходів для підвищення ефективності перевезень

Стратегія вдосконалення транспортної логістики повинна базуватися на оптимізації ключових процесів, таких як управління запасами, маршрутизація, вантажні операції, служба доставки та інші. Впровадження таких змін дозволить знизити зайві витрати, скоротити час доставки та покращити якість обслуговування. Для цього рекомендується застосувати наступні організаційно-методичні заходи:

1. Застосування інформаційних технологій (ІТ): Використання сучасних програмних рішень, таких як системи для управління ланцюгами постачання (SCM), планування ресурсів підприємства (ERP), а також інтеграція з GPS-трекінгом для моніторингу та оптимізації маршрутів, дозволяють значно підвищити ефективність логістичних процесів. ІТ-рішення сприяють автоматизації планування, моніторингу та аналізу, забезпечуючи швидке реагування на зміни і зниження помилок, що виникають при ручному управлінні. Це дозволяє зменшити витрати на управління запасами, оптимізувати логістику перевезень та зменшити час доставки.

2. Навчання та розвиток персоналу: Підвищення кваліфікації співробітників через тренінги та курси з логістики, нових технологій та управлінських практик допоможе не тільки покращити індивідуальні навички працівників, але й забезпечити виконання оптимальних практик управління

всіма етапами логістичного процесу. Це також підвищить здатність персоналу адаптуватися до нових методів і технологій, що дозволить поліпшити якість обслуговування клієнтів і знизити можливі помилки при виконанні завдань.

3. Постійний моніторинг результатів та коригування планів: Враховуючи системний підхід до управління, важливо регулярно відстежувати результати виконання логістичних операцій, виявляти відхилення від запланованих показників та своєчасно вносити корективи. Це допоможе забезпечити належну адаптацію до змін у зовнішньому середовищі та покращити ефективність роботи підприємства.

Мурашин алгоритм у транспортній логістиці

Ураховуючи нові підходи в плануванні маршрутів, варто звернути увагу на мурашину логістику, яка базується на мурашиному алгоритмі. Цей алгоритм моделює поведінку мурах, які швидко знаходять оптимальний шлях до джерела їжі, адаптуючись до змін навколишнього середовища. Ідея полягає в тому, що мурахи можуть змінювати маршрут, якщо існують більш короткі або ефективніші варіанти, реагуючи на зміну умов навколишнього середовища (наприклад, на затори на дорогах або непередбачувані обставини).

Цей алгоритм є дуже перспективним для маршрутизації транспортних засобів, оскільки він дозволяє автоматично знаходити найкоротші і найефективніші маршрути з урахуванням численних змінних (трафік, погодні умови, типи доріг та інше). Використання мурашиного алгоритму в транспортній логістиці дозволяє значно покращити ефективність доставки, знижуючи час на шляху та витрати на паливо, що у свою чергу підвищує економічні показники та знижує вплив на навколишнє середовище.

Загалом, вдосконалення транспортної логістики через використання ІТ-технологій, професіоналізацію персоналу та інтеграцію передових алгоритмів (як от мурашиний алгоритм) здатне забезпечити суттєве зниження витрат, підвищення ефективності доставки та значне покращення якості обслуговування клієнтів.



Рис. 5.1. Приклад мурашиної логістики

Мурашин алгоритм, який вперше був досліджений європейськими вченими в середині 90-х років, з того часу отримав широке застосування для вирішення складних комбінаторних задач, включаючи такі важливі проблеми, як проблема комівояжера, оптимізація маршрутів вантажівок, графічне розфарбовування, квадратична задача призначення, оптимізація мережевого графа, календарне планування та багато інших. Завдяки своїй здатності адаптуватися до змін і знаходити найкращі рішення в умовах мінливого середовища, мурашиний алгоритм став основним інструментом для вирішення складних логістичних та оптимізаційних задач.

Мурашина логістика є потужним методом для динамічної оптимізації розподілених процесів у нестационарних системах, таких як:

1. Маршрутизація в логістиці: Мурашиний алгоритм дозволяє ефективно вирішувати задачу маршрутизації вантажівок, особливо в умовах постійних змін (наприклад, пробки, зміни погодних умов, аварії або ремонтні роботи на дорогах). Це дозволяє розробити найбільш оптимальні маршрути, враховуючи такі фактори, як відстань, час доставки та вартість палива.

2. Телемунікації: Алгоритм застосовується для оптимізації розподілу ресурсів у мережах телекомунікацій, де необхідно швидко адаптувати маршрути даних до змін у мережевому навантаженні або збоїв у системах. Він дозволяє мінімізувати затримки та знижувати ймовірність переривання зв'язку.

3. Інші сфери: Мурашина логістика також успішно застосовується для вирішення завдань календарного планування (наприклад, складання графіків роботи або організація виробничих процесів), розфарбовування графів (які можуть бути корисні для вирішення проблем з оптимізацією розподілу ресурсів або управлінням завданнями) та в оптимізації мережевих графів для вирішення задач на побудову ефективних інфраструктурних систем.

Мурашина логістика може бути застосована в різних сферах, таких як:

- Транспортна логістика: для оптимізації маршрутів доставки товарів, зменшення витрат на перевезення та скорочення часу доставки.
- Енергетика та телекомунікації: для оптимізації мереж і забезпечення стабільного та ефективного функціонування систем передачі даних.
- Управління виробничими процесами: для покращення планування робочих змін, розподілу ресурсів та ефективності виробничих ліній.
- Інші сфери: зокрема, у галузях, що потребують постійного адаптивного планування та оптимізації процесів у реальному часі, таких як сфера охорони здоров'я, складські системи та інші.

Переваги застосування мурашиної логістики

1. Адаптивність: Мурашина логістика здатна швидко реагувати на зміни у середовищі, автоматично знаходячи нові оптимальні маршрути або рішення, навіть якщо умови постійно змінюються.

2. Ефективність: Алгоритм дозволяє вирішувати складні комбінаторні задачі з мінімальними затратами часу та ресурсів.

3. Масштабованість: Мурашина логістика може бути застосована як до невеликих логістичних систем, так і до великих масштабів, таких як оптимізація цілих транспортних мереж або телекомунікаційних систем.

Мурашина логістика і мурашині алгоритми стали важливим інструментом для вирішення складних задач у транспортній логістиці та інших галузях. Завдяки їхній здатності адаптуватися до змінних умов і шукати

оптимальні рішення в реальному часі, вони стають важливими для забезпечення високої ефективності та гнучкості в процесах маршрутизації, планування та управління ресурсами. Технологія має величезний потенціал для подальшого вдосконалення і розвитку сучасних логістичних і технологічних систем.

В умовах військового стану, коли звичні логістичні системи можуть бути порушені в результаті екстремальних подій, **мурашина логістика** стає надзвичайно актуальним інструментом для організації ефективних і адаптивних процесів постачання. Військові конфлікти, стихійні лиха або інші надзвичайні ситуації можуть істотно ускладнити доставку товарів, зокрема через блокування традиційних шляхів доставки, зміни в інфраструктурі або безпекові проблеми. Саме тому здатність мурашиних алгоритмів адаптуватися до нових умов і знаходити оптимальні маршрути в умовах постійних змін є дуже важливою.

Завдання при використанні мурашиної логістики в умовах військового стану

1. Визначення оптимального маршруту:

- У випадку збоїв або часткового руйнування інфраструктури традиційних транспортних шляхів мурашина логістика може швидко знаходити нові, більш безпечні маршрути доставки.

- Алгоритм може адаптуватися до змін, таких як знищення доріг, блокування мостів або введення обмежень у певних регіонах, забезпечуючи альтернативні шляхи.

2. Розрахунок оптимального графіку руху транспорту:

- В умовах, коли час доставки є критичним (наприклад, доставка гуманітарної допомоги або військових вантажів), мурашина логістика може оптимізувати не тільки маршрути, але й графіки доставки, враховуючи часові вікна, зміни в дорожньому русі, погодні умови та інші змінні фактори.

- Алгоритм може допомогти прогнозувати і розраховувати найбільш безпечний і швидкий графік руху, що критично важливо для зменшення часу доставки в небезпечних умовах.

3. Визначення оптимального обсягу постачання:

У випадку обмежених ресурсів або порушених каналів постачання, мурашина логістика може допомогти визначити оптимальний обсяг вантажів для доставки в кожному з маршрутах, гарантуючи, що постачання буде виконано з урахуванням поточних обмежень.

У порівнянні з іншими технологіями, використання мурашиних алгоритмів в рамках спеціалізованого програмного забезпечення має низку значних переваг:

1. Зрозумілий інтерфейс:

- Програмне забезпечення має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє легко взаємодіяти з системою навіть тим, хто не є експертом у сфері логістики або програмування.

- Це особливо важливо в умовах обмеженого часу та стресових ситуацій, коли оператори повинні швидко розрахувати оптимальні маршрути і прийняти рішення.

2. Доступність для будь-якого користувача:

- Програма дозволяє будь-якому користувачеві комп'ютера розраховувати маршрути доставки, не потребуючи спеціальних технічних знань або глибоких навичок роботи з програмним забезпеченням.

- Це знижує залежність від технічних фахівців і дозволяє забезпечити оперативне виконання завдань.

3. Інтеграція з бухгалтерськими системами:

- Логістичні операції часто супроводжуються значними бухгалтерськими та фінансовими процесами, такими як облік витрат на перевезення, нарахування податків та зборів, облік вантажів тощо.

- Програмне забезпечення "мурашина логістика" легко інтегрується з існуючими бухгалтерськими системами, що дозволяє автоматизувати багато з цих процесів, підвищуючи ефективність та знижуючи ймовірність помилок.

Зважаючи на специфіку умов військового стану, де необхідно швидко реагувати на зміни і знаходити нові оптимальні рішення в реальному часі, мурашина логістика пропонує важливі переваги для оптимізації постачання. Однак її ефективне застосування вимагає:

- Забезпечення належного рівня комунікацій для збирання даних про змінні умови в реальному часі.

- Адаптації алгоритмів до специфічних умов, таких як пошкоджені інфраструктури, обмеження безпеки або обставини бойових дій.

- Спрощення взаємодії між різними структурами (місцевими органами влади, транспортними компаніями, військовими підрозділами, постачальниками тощо), щоб усі зацікавлені сторони могли швидко і ефективно реагувати на зміни в планах.

Мурашина логістика є надзвичайно корисним інструментом для організації адаптивних та ефективних процесів доставки в умовах військового стану. Завдяки своїй здатності до динамічної оптимізації маршрутів та адаптації до змінних умов, вона допомагає знизити ризики, скоротити витрати та зберегти оперативність у критичних ситуаціях. Впровадження та інтеграція цієї технології в транспортні та логістичні компанії дозволить суттєво підвищити їх здатність до реагування на екстремальні ситуації та забезпечити стабільність постачання в умовах нестабільності.

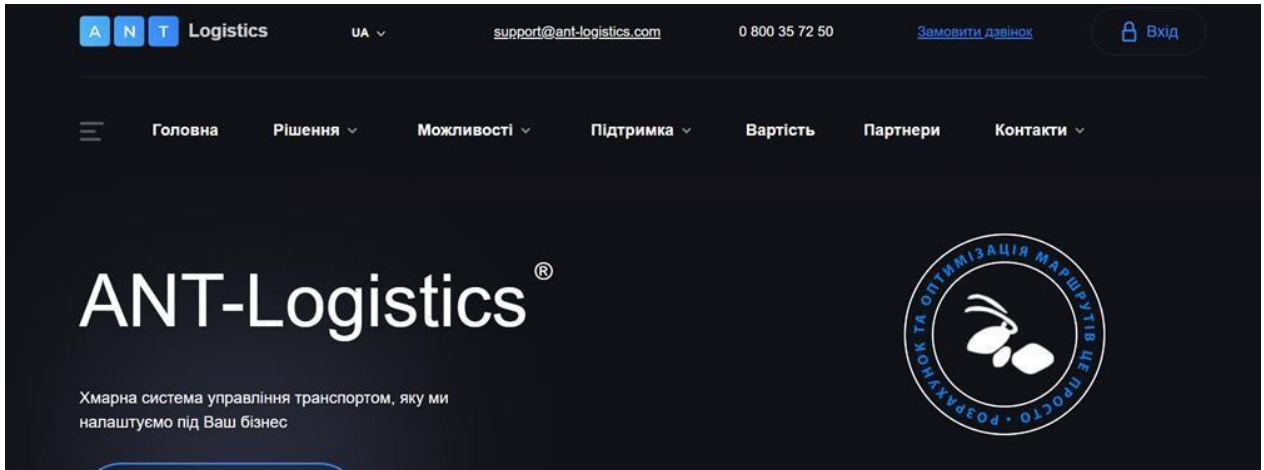


Рис.5.2. Інтерфейс програми «мурашина логістика»

Джерело: [<https://ant-logistics.com/uk/main.html>]

Основні напрямки вдосконалення транспортної логістики на основі «мурашиної логістики», табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні напрямки вдосконалення транспортної логістики

Напрямок	Дії	Характеристика
Управління запасами	Раціональне планування та контроль запасів товарів.	Забезпечує оптимальне використання складських приміщень, зниження витрат на утримання запасів та уникнення браку або затримок у постачанні.
Маршрутизація	Визначення оптимальних маршрутів доставки	Дозволяє зменшити витрати на паливо, скоротити час доставки та підвищити ефективність використання транспортних засобів
Управління транспортними засобами	Ефективне планування та контроль за використанням автопарку	Ремонт та обслуговування транспортних засобів дозволяє підтримувати їх у готовності до роботи та забезпечувати безперебійну доставку

Примітка: розроблено автором

Для оцінки вартості реалізації комплексу заходів щодо вдосконалення транспортної логістики за допомогою програми "мурашина логістика" в ТОВ «Веніса», необхідно врахувати кілька ключових складових, що включають в себе програмне забезпечення, навчання персоналу, адаптацію системи, інтеграцію з іншими системами, а також витрати на обслуговування та оновлення.

Таблиця 5.2 – Вартість впровадження програми «мурашина логістика»

Назва пакету послуг	Вартість пакету за місяць	Характеристики
Базовий	400	від 1 машини на маршруті; необмежено точок в маршруті; мобільний додаток; відслідковування через GPS; імпорт/експорт файлів інтеграції: CRM, SMS; обмін даними; прогноз заторів; online підтримка
Розширений	600	від 6 машин/маршрутів; необмежено точок в маршруті мобільний додаток; відслідковування через GPS; імпорт/експорт файлів; інтеграції: CRM, SMS; API для обміну даними; прогноз заторів; графічні DashBoards; контроль температури; події та сповіщення; контроль доставки; пріоритет в доопрацюваннях; виділений оператор підтримки
Корпоративний	Індивідуально для кожного контрагента	увесь функціонал пакету – розширений: індивідуальний тарифний план, персональна підтримка

Згідно з проведеним дослідженням та впровадженням програмного забезпечення «мурашина логістика» в ТОВ «Веніса», вдалося досягти значних покращень у транспортній логістиці.

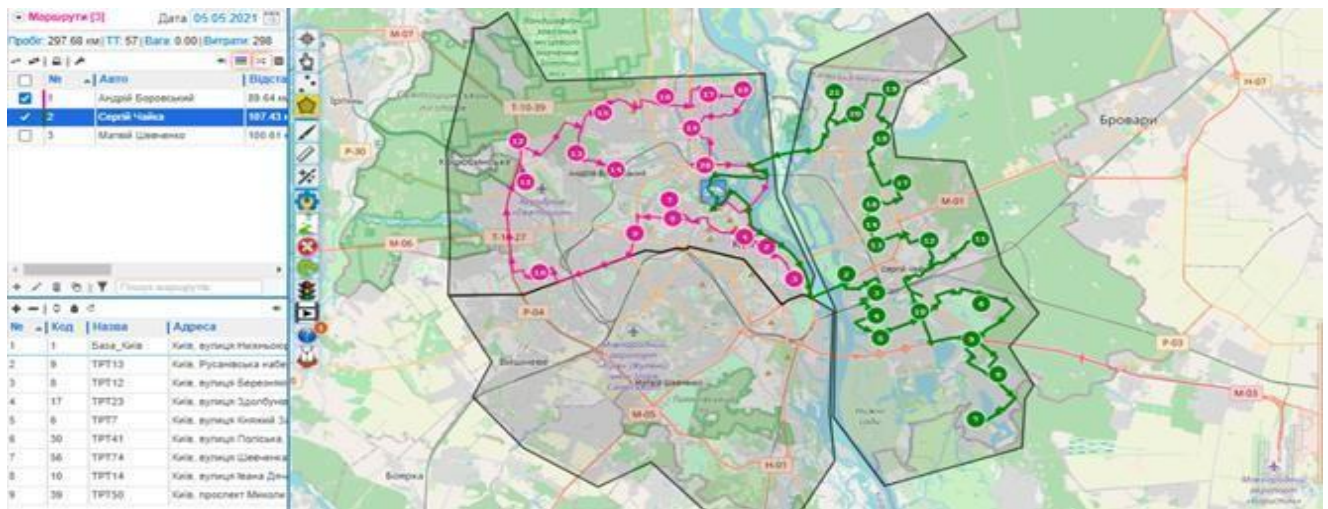


Рис. 5.2. Приклад роботи програми «мурашина логістика»

Це програмне забезпечення дозволило автоматизувати численні процеси, що позитивно вплинуло на ефективність та економічність роботи підприємства. Ось кілька основних результатів та висновків:

Основні результати впровадження «мурашиної логістики»:

1. Автоматизація управління транспортною логістикою: Завдяки використанню сучасних інформаційних технологій вдалося автоматизувати управлінські процеси, що суттєво прискорило обробку даних та підвищило точність планування маршрутів. Це також покращило комунікацію між відділами підприємства та партнерами, зменшило кількість помилок і забезпечило більш ефективну взаємодію на всіх етапах.

2. Оптимізація маршрутів та зниження витрат: Завдяки використанню програми для планування маршрутів вдалося суттєво скоротити витрати на паливо і час доставки. Точне планування маршрутів дозволило зменшити навантаження на транспортні засоби і підвищити ефективність використання ресурсів, що сприяло зниженню операційних витрат.

3. Покращення координації з партнерами: Впровадження «мурашиної логістики» сприяло налагодженню тіснішої співпраці з постачальниками та іншими партнерами. Програма дозволяє обмінюватися даними в реальному часі, спільно планувати доставку і враховувати інтереси всіх учасників ланцюга постачання. Це зменшило час на узгодження поставок і забезпечило безперебійне постачання товарів.

4. Підвищення якості обслуговування клієнтів: Завдяки швидкому та точному плануванню маршрутів, а також більш ефективному використанню транспортних засобів, компанія змогла скоротити час доставки. Це сприяло підвищенню рівня задоволеності клієнтів та їх лояльності.

- Впровадження інформаційних технологій дозволило оптимізувати час обробки даних та знизити кількість помилок, що позитивно позначилося на конкурентоспроможності компанії.

- Оптимізація витрат на транспортування дозволила знизити загальні операційні витрати, що підвищило економічну ефективність підприємства.

- Покращена координація з партнерами сприяла стабільності в ланцюзі постачання, навіть в умовах змін у логістичних процесах.

Перспективи розвитку:

1. Інтеграція з іншими системами: Програма може бути доповнена новими модулями, наприклад, інтеграцією з системами обліку запасів або програмами для управління складами. Це дозволить ще більше вдосконалити управління ресурсами та забезпечити більш ефективне планування.

2. Розвиток мобільних рішень: Впровадження мобільних додатків для водіїв і менеджерів дозволить відслідковувати маршрути в реальному часі і швидше реагувати на непередбачувані ситуації. Це ще більше підвищить ефективність роботи і дозволить скоротити час відгуку на зміни в умовах транспортування.

Впровадження «мурашиної логістики» в ТОВ «Веніса» суттєво підвищило ефективність логістичних процесів компанії, знизило витрати, покращило якість обслуговування клієнтів та зміцнило конкурентні позиції на ринку. Цей комплекс заходів є важливим кроком у стратегічному розвитку компанії і надає можливість для подальшого зростання та вдосконалення на ринку.

5.3. Оцінка ефективності використання транспортної задачі і сучасних логістичних систем у практиці транспортних підприємств Луцька

Автоматизація діяльності підприємства за допомогою ANT.LOGISTSCS (ERP) є тим інструментом, використання якого допомагає задовольнити всім вимогам і міжнародним правилам ведення бізнесу в цілому. Дані системи дають змогу отримати такі додаткові вигоди:

- виключити паперовий документообіг і досягти дотримання цілісності даних, використовуваних у всіх бізнес-процесах підприємства;

- забезпечити своєчасне надання інформації всім службам підприємства;
- обмежити доступ до даних, і тим самим виключити шахрайство та надання неправдивої інформації;
- значно скоротити час на підготовку детальної звітності, що, у свою чергу, дозволить службовцям на підприємстві заощадити кошти на складання звітів, їхню перевірку і аудит незалежними компаніями;
- надати можливість керівництву та власникам підприємства своєчасно ухвалювати правильні управлінські рішення, засновані на якісній інформації.

Для впровадження проекту пропонується вибрати фірму Innoware, яка є провідною компанією, що спеціалізується на:

- впровадженні систем управління підприємством (ERP) на базі продуктів Microsoft Dynamics™ AX, Microsoft Dynamics™ NAV;
- впровадженні систем управління проектами та портфелем проектів на базі продуктів Microsoft® Office Project, Microsoft® Office Project Server, Microsoft® Office Project Portfolio Server;
- постановці управлінського обліку на підприємствах у відповідності з міжнародними стандартами фінансової звітності в рамках ERP-проектів;
- ІТ-консалтингу.

Головними критеріями оцінки роботи компанії є досягнення цілей проектів, а також безумовний успіх цих проектів. За останні роки успішність ERP-проектів, реалізованих Innoware, досягла 98%.

До стандартних функцій впровадження запланованої ANT.LOGISTSCS на інноваційній основі можна віднести:

- підвищення рівня автоматизації управлінської праці;
- оптимізація внутрішньої складської логістики;
- автоматизація процесів планування потреби, закупівель та складського обліку товарів і матеріально-технічних ресурсів;
- ведення управлінського, податкового і бухгалтерського обліку (єдине введення даних);
- облік основних засобів ТОВ «Веніса» ;

- управління персоналом, розрахунок заробітної плати;
- отримання об'єктивної, своєчасної інформації, що відповідає фактичним результатам діяльності ТОВ «Веніса» (складання різноманітних аналітичних звітів).

Важливим параметром будь-якого інвестиційного проекту є величина та напрямки капіталовкладень. Проект впровадження автоматизованої ANT.LOGISTSCS ТОВ «Веніса» передбачатиме наступні капіталовкладення:

- вартість сервера для розміщення бази даних ANT.LOGISTSCS – 15 тис.грн.;
- вартість пристрою безперебійного живлення – 1,5 тис.грн.;
- комп'ютерні меблі – 2 тис.грн.;
- вартість програмного забезпечення системи управління ресурсами підприємства – 350 тис.грн.;
- вартість навчання персоналу – 10 тис.грн.

Ряд робіт, пов'язаних з налаштуванням існуючих комп'ютерів підприємства, встановленням програмного забезпечення тощо планується виконати зусиллями працівників ІТ-відділу ТОВ «Веніса». Таким чином сукупний обсяг інвестицій у інноваційний проект впровадження автоматизованої ANT.LOGISTSCS ТОВ «Веніса» складає 378,5 тис.грн., з яких підлягатимуть амортизації 368,5 тис.грн. Джерелами таких інвестиційних витрат слугуватимуть власні кошти підприємства.

Основними фінансовими ефектами від реалізації проекту впровадження автоматизованої ANT.LOGISTSCS ТОВ «Веніса» будуть:

- економія на заробітній платі та сплаті єдиного внеску на загальнообов'язкове соціальне страхування по вивільненим працівникам;
- економія за рахунок оптимізації обсягів закупівлі матеріальних цінностей, елімінації спроб їх розкрадання.

Розрахунок економії на заробітній платі та сплаті єдиного внеску на загальнообов'язкове соціальне страхування по вивільненим працівникам за перший рік реалізації заходу подамо у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Економія по вивільненим працівникам за перший рік реалізації інноваційного проекту впровадження автоматизованої ANT.LOGISTSCS TOB «Веніса» *

Відділ	Кількість вивільнених працівників, ос.	Зарплата одного працівника відділу, грн./міс.	Сукупна економія на зарплаті відділу за рік, грн./рік	Економія на внеску на загальнообов'язкове соціальне страхування за рік, грн./рік	Разом економія, грн./рік
Відділ матеріально-технічного забезпечення	1	4500	54000	19872	73872
Бухгалтерія	2	6000	144000	52992	196992
Разом	3		198000	72864	270864

Реалізація проекту передбачається з 2015 року. Протягом інших років реалізації проекту величина заробітної плати та відрахувань на загальнообов'язкове соціальне страхування за усталеною на підприємстві практикою буде зростати на 5 %.

Крім того до додаткових ефектів реалізації проекту, фінансові параметри яких важко визначити можна віднести:

- підвищення оперативності та якості інформації для прийняття ефективних управлінських рішень;
- зниження рівнів коефіцієнтів зносу основних засобів та нематеріальних активів компанії;
- позитивний психологічний ефект застосування прогресивної технології організації управлінської праці на персонал товариства.

Важливою статтею витрат та параметром грошового потоку проекту є амортизаційні відрахування за основними засобами та нематеріальними активами проекту. Розрахунок таких сум здійснимо відповідно до вимог Податкового кодексу за умови нарахування амортизації за прямолінійним методом та виходячи з мінімальних термінів (крім програмного забезпечення, для якого, зважаючи на його вартість та строк експлуатації, доцільно встановити термін амортизації у 5 років) та подамо у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Розрахунок амортизаційних відрахувань за проектом впровадження автоматизованої ANT.LOGISTSCS TOB «Веніса» *

Об'єкт	Вартість об'єкта, тис.грн.	Група основних засобів за Податковим кодексом	Мінімальний термін експлуатації за Податковим кодексом, р.	Річна величина амортизаційних відрахувань (вартість об'єкта / термін експлуатації), тис.грн.
1. Сервер	15	4*	2	7,5
2. Комп'ютерні меблі	2	6	4	0,5
3. Пристрій безперебійного живлення	1,5	4*	2	0,75
4. Програмне забезпечення ANT.LOGISTSCS	350	4*	2 (Буде прийнято 5)	70

До складу поточних витрат по експлуатації ANT.LOGISTSCS TOB «Веніса» належатимуть:

- доплата існуючому працівнику ІТ-відділу за адміністрування ANT.LOGISTSCS та пов'язана з цим додаткова сума внеску на загальнообов'язкове соціальне страхування;

- амортизаційні відрахування за основними засобами проекту;

- плата за оновлення нормативної бази ANT.LOGISTSCS компанії-розробнику;

- адміністративні витрати.

У таблиці 5.5 подамо розрахунок обсягу поточних витрат на функціонування ANT.LOGISTSCS.

Таблиця 5.5 - Динаміка обсягу поточних витрат по експлуатації ANT.LOGISTSCS TOB «Веніса» , тис.грн.*

Показник	Значення за:				
	1-ий рік	2-ий рік	3-ій рік	4-ий рік	5-ий рік
1. Додаткова оплата праці	1	1,05	1,10	1,16	1,22
2. Додаткова сума внеску на загальнообов'язкове соціальне страхування	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45

3. Амортизація основних засобів проекту	78,75	78,75	70,5	70,5	70
4. Плата за оновлення нормативної бази ANT.LOGISTSCS компанії-розробнику.	12	14	15	16	17
5. Адміністративні витрати	12	15	15	15	15
Сукупні поточні витрати на функціонування ANT.LOGISTSCS	104,12	109,19	102,01	103,08	103,66

Отже, проект автоматизації складської системи ТОВ «Веніса» передбачає закупівлю та впровадження програмного забезпечення, яке дозволить налагодити документообіг, автоматизувати процеси планування потреби, закупівель та складського обліку товарів; ведення управлінського, податкового і бухгалтерського обліку, управління персоналом, розрахунку заробітної плати. На перший рік реалізації проекту витрати повинні скласти 104,12 тис. грн., у наступні 4 роки потрібно витратити 417,94 тис. грн. Оцінимо ефективність пропонованого інноваційного проекту для діяльності підприємства.

В інвестиційній діяльності економічну ефективність визначають шляхом порівняння вигод, одержаних у процесі експлуатації об'єктів інвестування і сукупних затрат на здійснення інвестицій. Вигоди від реалізації інвестиційного проекту акумулюються у показнику грошового потоку від проекту. Грошовий потік від реалізації проекту, своєю чергою, складається з чистого прибутку від реалізації проекту (у нашому випадку приріст чистого прибутку в результаті економії) та амортизаційних відрахувань по необоротних активах проекту. У таблиці 5.6 здійснимо розрахунок обсягів чистого прибутку від експлуатації ANT.LOGISTSCS.

Таблиця 5.6 - Динаміка обсягу чистого прибутку від реалізації проекту впровадження ANT.LOGISTSCS на складі ТОВ «Веніса», тис.грн.*

Показник	Значення за:				
	1-ий рік	2-ий рік	3-ій рік	4-ий рік	5-ий рік
1. Економія на зарплаті та єдиному внеску на загальнообов'язкове соціальне страхування по вивільненим працівникам	270,86	284,40	298,62	313,55	329,23

2. Економія за рахунок оптимізації обсягів закупівлі матеріальних цінностей, елімінації псування та спроб їх розкрадання	1	1,2	1,5	1,7	2
3. Сукупні поточні витрати на функціонування ANT.LOGISTSCS (з таблиці 3.3)	104,12	109,19	102,01	103,08	103,66
4. Прибуток до оподаткування (р.1 + р.2 – р.3)	167,74	176,42	198,11	212,17	227,57
5. Податок на прибуток	31,87	28,23	31,70	33,95	36,41
6. Чистий прибуток (р.4 – р.5)	135,87	148,19	166,42	178,22	191,16

* власні розрахунки

У практиці інвестиційного аналізу доцільність капіталовкладень визначається такими показниками, як чиста теперішня вартість, індекс доходності, термін окупності та внутрішня ставка доходності інвестицій. У таблиці 3.5 здійсимо розрахунок показника чистої теперішньої вартості проекту (NPV – net present value) - інтегрального індикатора ефективності інвестицій, що визначається як:

$$NPV = \sum_{i=1}^n (CF_i - I_i) * \alpha_i$$

, де CF_i - грошовий потік на i -ту дату оцінки; I_i - інвестиційні витрати проекту на i -у дату; α_i - коефіцієнт дисконтування для i -тої дати.

Де коефіцієнт дисконтування обчислюється, як:

$$\alpha_i = \frac{1}{(1 + R)^{i-1}}$$

,де R_i - ставка дисконту виражена десятковим дробом; i - порядковий номер дати аналізу параметрів проекту.

Для розрахунків оберемо основну ставку на рівні 20% річних.

Таблиця 5.7 - Розрахунок NPV проекту впровадження ANT.LOGISTSCS ТОВ «Веніса» за дисконтної ставки 20 %*

Параметр	Значення параметру на розрахункову дату						Разом
	почато к 1-го р.	кінець 1-го р.	кінець 2-го р.	кінець 3-го р.	кінець 4-го р.	кінець 5-го р.	
1. Обсяг чистого прибутку, тис.грн.	0	135,87	148,19	166,42	178,22	191,16	

2. Обсяг амортизаційних відрахувань, тис.грн.	0	78,75	78,75	70,5	70,5	70	
3. Обсяг грошового потоку, CF (р.1 + р.2), тис.грн.	0	214,62	226,94	236,92	248,72	261,16	
4. Обсяг інвестицій, I, тис.грн.	378,5						
5. Коефіцієнт дисконтування за ставки 20 %, α_i	1,000	0,833	0,694	0,579	0,482	0,402	
6. Дисконтовані грошові потоки, $CF * \alpha_i$ тис.грн.	0,000	178,85 1	157,59 7	137,10 4	119,94 8	104,95 4	69 8,4 5
7. Дисконтовані інвестиції, $I * \alpha_i$ тис.грн.	378,5	0	0	0	0	0	37 8,5
8. Чиста приведена вартість проекту, NPV_i тис.грн.	- 378,500	- 199,64 9	- 42,052	95,053	215,00 0	319,95 4	

Отже, чиста теперішня вартість проекту впровадження ANT.LOGISTSCS TOB «Веніса» становить: $NPV = 698,45 - 378,5 = 319,95$ тис.грн

При основній ставці дисконту у 20 % отримали значення $NPV > 0$, що свідчить про економічну доцільність реалізації проекту.

Для ілюстрації результатів розрахунків побудуємо рис. 5.3.

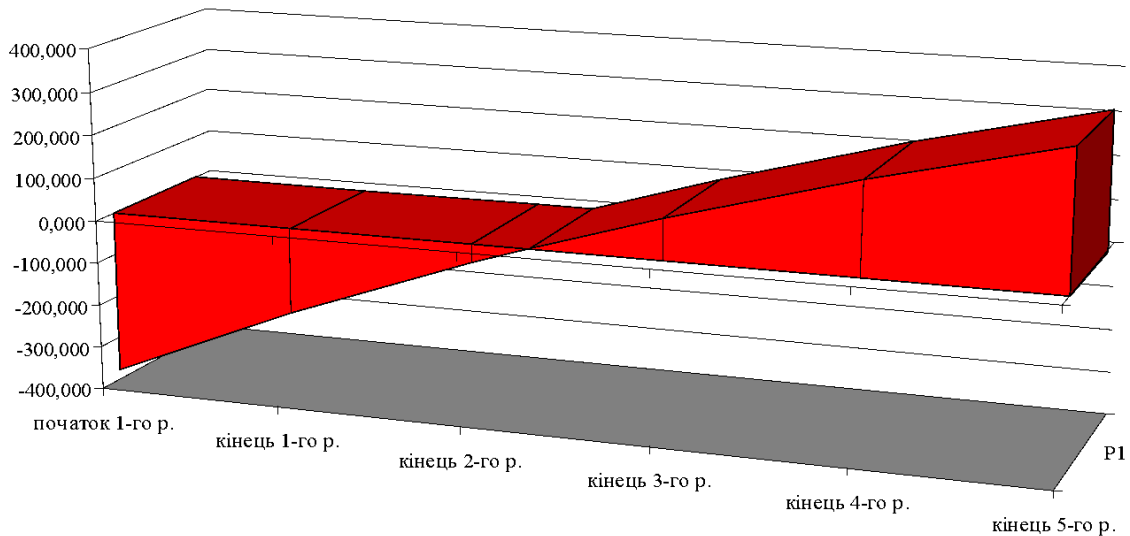


Рис. 5.3. Динаміка кумулятивного NPV проекту впровадження ANT.LOGISTSCS TOB «Веніса» по роках за ставки дисконту у 20%, тис.грн.*

На основі наведеної таблиці обчислимо інші індикатори ефективності проекту:

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n CF_i * \alpha_{di}}{\sum_{i=1}^n I_i * \alpha_{di}} = \frac{698,45}{378,5} = 1,845$$

✓ індекс доходності інвестицій: , що більше 1 і означає, що реалізація проекту економічно доцільна;

$$PBP = \frac{\sum_{i=1}^n I_i * \alpha_i}{\sum_{i=1}^m CF_i * \alpha_i / m} = \frac{378,5}{698,45 / 5} \approx 2,7 \text{ роки}$$

✓ термін окупності: , що менше 5 років і означає, що реалізація проекту економічно доцільна.

Важливим індикатором ефективності інвестиційного проекту є показник внутрішньої норми доходності (IRR – internal revenue rate). Внутрішня норма доходності (IRR) - це така ставка дисконту R, за якої дисконтована вартість грошових потоків за проектом дорівнює дисконтованій вартості інвестиційних витрат. По суті, значення IRR є фактичною нормою прибутковості проекту. Проект вважається економічно вигідним, якщо IRR перевищує мінімальний рівень доходності (ставку дисконту), установлений для цього проекту. Для того, щоб розрахувати рівень IRR необхідно мати додатне і від'ємне значення NPV, а також відповідні ставки дисконту. Тоді внутрішня норма доходності обчислюється за формулою:

$$IRR = R_M + \frac{NPV_{MR}}{NPV_{MR} + |NPV_{BR}|} * (R_B - R_M)$$

, де R_M, R_B - відповідно менша та більша за значенням ставка дисконту; NPV_{MR}, NPV_{BR} - відповідно значення NPV при меншій та більшій дисконтній ставці. Так як за дисконтної ставки у 20% ми отримали позитивне значення NPV (319,95 тис.грн.), то для знаходження внутрішньої норми доходності (IRR) проекту, також слід мати таке значення дисконту R, за якого чиста теперішня вартість проекту буде менша 0 ($NPV < 0$). Для цього збільшимо дисконтну ставку, наприклад до 60 % і знову обчислимо NPV у таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 - Розрахунок NPV проекту впровадження ANT.LOGISTSCS ТОВ «Веніса» за дисконтної ставки 60 %

Параметр	Значення параметру на розрахункову дату						
	початок 1-го р.	кінець 1-го р.	кінець 2-го р.	кінець 3-го р.	кінець 4-го р.	кінець 5-го р.	Разом
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Обсяг грошового потоку, CF (р.1 + р.2), тис.грн.	0	214,62	226,94	236,92	248,72	261,16	
2. Обсяг інвестиційних вкладень, I, тис.грн.	378,5						
3. Коефіцієнт дисконтування за ставки дисконту у 60 %, α_i	1,000	0,625	0,391	0,244	0,153	0,095	
4. Дисконтовані грошові потоки, $CF * \alpha_i$ тис.грн.	0,000	134,138	88,648	57,841	37,952	24,906	343,49
5. Дисконтовані інвестиції, $I * \alpha_i$ тис.грн.	378,5	0	0	0	0	0	378,5
6. Чиста приведена вартість проекту, кумулятивно, NPV_i тис.грн.	-378,500	-244,362	-155,713	-97,872	-59,920	-35,01	

Звідси чиста теперішня вартість проекту впровадження ANT.LOGISTSCS ТОВ «Веніса» за дисконтної ставки у 60 % становить:

$NPV_{R=60\%} = 343,49 - 378,5 = -35,01 \text{ тис.грн}$. Тобто знайшли таку ставку дисконту, за якою отримали негативне значення NPV. Далі обчислимо значення IRR за формулою:

$$IRR = 20 + \frac{319,95}{319,95 + |-35,01|} * (60 - 20) \approx 56,05\%$$

Отже, фактична доходність проекту впровадження ANT.LOGISTSCS ТОВ «Веніса» становить 56,05%, що перевищує основну ставку дисконту у 20%, що, своєю чергою, свідчить про економічну доцільність реалізації

проекту. З наведених розрахунків випливає, що усі обчислені показники ефективності свідчать про економічну доцільність реалізації запропонованого проекту.

ВИСНОВКИ

Аналіз системи управління вантажними перевезеннями показав, що система вантажних автомобільних перевезень у місті Луцьку потребує вдосконалення. Зокрема, було виконано такі ключові етапи:

- Обґрунтовано параметри моделі оптимального планування вантажних автомобільних перевезень;
- Визначено раціональні параметри для цієї моделі, що дозволяють покращити ефективність перевезень;
- Виконано планування маятникових маршрутів різної тривалості з метою забезпечення оптимального виконання вантажних перевезень;
- Розглянуто сучасні технології у транспортній сфері, зокрема можливості впровадження інформаційних технологій (ІТ) та інформаційних систем для управління вантажними перевезеннями;
- Проведено економічне обґрунтування прийнятих рішень та їх вплив на ефективність перевезень.

Таким чином, дослідження дало змогу виявити ключові напрямки для покращення управління вантажними перевезеннями в місті, зокрема через оптимізацію планування маршрутів і впровадження новітніх технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз сучасних міських логістичних систем ЄК Сальніков, ОП Калініченко IV Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ». Харків. С. 69-72.
2. Антонюк А. В., Бернага М. А., Ободзинська Т. В. Доцільність переходу українських підприємств на аутсорсинг логістичних послуг в умовах нестабільного середовища. URL: http://probleconomy.kpi.ua/pdf/2010_6.pdf
3. Бабенко, А. О. Теоретичні аспекти управління діяльністю логістичної компанії на підґрунті концепції управління ланцюгами поставок / А. О. Бабенко. // Сучасні інформаційні технології та системи в управлінні : зб. матеріалів I Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 19-20 квіт. 2018 р. / М-во освіти і науки України, ДВНЗ «Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана», Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка [та ін.] ; [редкол.: С. В. Устенко, С. К. Рамазанов, О. П. Степаненко та ін.]. – Київ : КНЕУ, 2018. – С. 28-29
4. Бакаєв О. О. Теоретичні засади логістики : Підручник. У 2-х т. Т. 2. / О. О. Бакаєв, О. П. Кутах, Л. А. Пономаренко. – К. : Фенікс, 2005. – 528 с.
5. Барилюк І. Збалансована система показників – основа стратегічного управління ресурсним потенціалом банківських установ. Формування ринкової економіки в Україні. 2019. № 19. С. 147–153.
6. Бібличенко В.В., Кужель В.П. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту [Електронний ресурс] // Розділ 1. Моделювання. Основні поняття – Режим доступу: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/avto6_bilichenko_modelyuvtehproces_avtotransportu/p2.html.
7. Вітлінський В. В., Скіцько В.І. Концептуальні засади моделювання та управління логістичним ризиком підприємства. Проблеми економіки. 2013. № 4. С. 246–253.

8. Головащенко О. Інформаційне забезпечення визначення логістичних витрат. Торгівля і ринок України. 2020. № 30. Т. 2. С. 399–404.
9. Гришко В. В., Гунченко М.В. Системний аналіз ризиків у логістичній діяльності промислового підприємства. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент. 2016. Вип. 17. С. 54–58.
10. Гуляницький Л.Ф., Павленко А.І. Динамічна задача пошуку найкоротшого шляху з додатковими умовами при побудові маршруту авіаперельотів. [Електронний ресурс] // Математичне моделювання в економіці, №2 – 2015. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/mmve_2015_2_6.pdf.
11. Гуляницький Л.Ф., Павленко А.І. Моделювання залежних від часу проблем пошуку оптимальних маршрутів: огляд. [Електронний ресурс] // Математичне моделювання в економіці, №1-2 – 2017. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/131908/08-Hulianytskyi.pdf?sequence=1>.
12. Е. Додонова. Информатика. [Електронний ресурс] // Информационные модели. Модели на графах. – 2013. – Режим доступу: <https://sites.google.com/a/gkl-kemerovo.ru/informatics/models/modeli-na-grafah>.
13. Ільченко Н. Б. Оцінювання логістичних ризиків підприємства торгівлі. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : Економіка і менеджмент. 2016. Вип. 15. С. 58–62.
14. Інноваційні технології в логістиці : навчальний посібник Т. О. Колодізева, Г. Р. Руденко. – Х.: Вид. ХНЕУ, 2013. – с. 168–176.
15. Калініченко, О. П.; Павленко, О. В.; Нефьодов, В. М. Оптимізація рішення задач оперативного планування вантажних перевезень на автомобільному транспорті. Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура, 2018, 142: 108-113.
16. Карий О. Інформаційне забезпечення управління логістичними витратами на підприємстві: автореф. дис. ... канд. екон. наук: спец. 08.06.01

«Економіка, організація і управління підприємствами»; НУ «Львівська політехніка». Львів, 2014. 23 с.

17. Кацьма, В. І. Сутність та роль логістичного управління в системі управління підприємством [Текст] / Васирина Іванівна Кацьма // Економічний аналіз : зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол. : В. А. Дерій (голов. ред.) та ін. – Тернопіль : Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету “Економічна думка”, 2016. – Том 23. – № 2. – С. 60-65.

18. Кирлик Н. Ю. «Штучний інтелект» та його використання в логістичних процесах. Актуальні проблеми економіки. 2021. № 9–10. С. 59-66. URL: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2021/12/9-10.21_topik_KyrlykN.Yu_59-66.pdf

19. Ключев С.О. Аналіз інтелектуальних транспортних систем / С.О. Ключев, А.Є. Сігонін // Глобалізація наукового і освітнього простору. Інновації транспорту. Проблеми, досвід, перспективи: збірник наукових праць конференції, 20 червня 2023 р. / відп. ред. Н.Б. Чернецька-Білецька. – Київ: СНУ ім. В. Даля, 2023. С. 81-84

20. Ключев С.О. Дослідження трансформації транспортної логістики в Україні в умовах індустрії 4.0 / С.О. Ключев, Б.В. Юров // Вісник СНУ ім. В. Даля. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2021. – Вип. № 4 (268). – С. 66–71.

21. Ковальська Л. Л. Логістичний менеджмент : навч. посіб. Луцьк : Волиньполіграф, 2012. 326 с.

22. Козенков Д., Фаїзова С. Адаптація BSC до практики управління металургійного підприємства. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2019. № 722. С. 362–368.

23. Кондратенко Н. О., Лобацов О.О. Інструменти управління та методи оцінки ризиків у логістичних системах. Комунальне господарство міст. 2012. № 102. С. 343–350.

24. Короткий Ю. В. Оцінка логістичних ризиків машинобудівного підприємства. Економічні науки. Серія: Облік і фінанси. 2014. № 11 (2). С. 159–167.
25. Кривов'язюк І. В. Актуальні проблеми сучасних логістичних систем та шляхи їх подолання. Збірник доповідей 11-ї міжн. наук.-практ. конф. “Проблеми підготовки професійних кадрів з логістики в умовах глобального конкурентного середовища” (м. Київ, 25-26 вер. 2013 р.). Київ: НАУ, 2013. С. 288–293.
26. Кривов'язюк І. В. Невизначеність і ризик як фактори зниження рівня надійності логістичних систем. Економічні науки. Серія “Економіка та менеджмент”. 2011. №8 (26). С. 166–181.
27. Кривов'язюк І. В. Управління надійністю логістичної системи підприємства. Л. : Манускрипт, 2012. 190 с.
28. Кривов'язюк І. В., Кулик Ю.М. Модель вибору логістичних стратегій в умовах кризового стану підприємства. Економіст. 2013. № 11. С. 57–61.
29. Крикавський Є. В. Логістичні системи : навч. посіб. Львів : Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. 264 с.
30. Крикавський Є. В. Логістичні системи : навч. посібн. / Є. В. Крикавський, Н. В. Чернописька. Львів : Вид. Національного університету "Львівська політехніка", 2009. 264 с.
31. Кулик Ю. М. Формування моделі управління ризиковими ситуаціями для забезпечення надійності логістичної системи підприємства. Економіка та держава. 2012. №5. С. 74–79.
32. Лаврененко В. Концепція ключових показників ефективності (КПІ) в управлінні підприємствами. Стратегія економічного розвитку України. 2020. № 26–27. С. 151–156.
33. Ларіна Р.Р. Логістика: навч. посіб. Донецьк : ДонДУУ, 2006. 277с.

34. Лещій Л. Інтеграція процесів стратегічного та оперативного управління на основі застосування збалансованої системи показників (BSC). Проблеми системного підходу в економіці. 2019. № 3. URL: http://www.nbuuv.gov.ua/e-journals/PSPE/2011_3/Leschiy_311.htm.
35. Лісова Н., Свірська Г. Стратегічна карта BSC: теорія і практика. Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Економічні науки». 2019. № 4 (Т. 2). С. 90–94.
36. Логістика: Конспекти лекцій з курсу. Л. : Видавництво Львівської комерційної академії, 2015. 96с.
37. Логістика: НМК для студентів економічних спеціальностей / упорядники О.О. Довженко, З.П. Дзуліт. К.: ВПЦ "Київський університет", 2017. 39 с.
38. Лопатін А., Іщенко Н. Значення використання штучного інтелекту при виборі постачальника у сучасних логістичних системах. ГРААЛЬ НАУКИ. 2021. С. 51–54.
39. Маруніч В.С., Мельниченко О.І., Смоліков О.М., Вакарчук І.М., Тарасенко О.В., Харченко О.І. Системний аналіз і логістика: навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. К.: НТУ, 2009. 272с.
40. Мурашина логістика [Електронний ресурс] // 2013. – Режим доступу: <https://ant-logistics.com/uk/main.html#>.
41. Нікшич С. Оцінювання слабоструктурованих складових логістичних витрат машинобудівних підприємств: автореф. дис. ... канд. екон. наук: спец. 08.00.04 «Економіка та управління підприємствами»; НУ «Львівська політехніка». Львів, 2018. 29 с.
42. Новаківський І.І. Застосування штучного інтелекту для управління інноваційними процесами у ланцюгах вартості / І.І. Новаківський, Г.В. Рачинська // Вісник НУ «Львівська політехніка». 2011. № 720. С. 303–309.

43. Новопісна К. Управління логістичними витратами на українських підприємствах. Схід: аналітичноінформаційний журнал. 2011. № 2(109). С. 52–57.
44. Павленко А. Моделювання і оптимізація маршрутів у транспортних мережах. [Електронний ресурс] // Київ, 2018. – Режим доступу: <http://incyb.kiev.ua/wp-content/uploads/2019/04/pavlenko-diser-finalna-1-edited.pdf>.
45. Рета М. Логістичні витрати: визначення, класифікація та облік. Бізнес-Інформ. 2012. № 8. С. 155–158.
46. Севідова В.В., Калініченко О.П. Застосування інформаційних технологій при доставці дрібно партійних вантажів у міських умовах. Збірник матеріалів 82-ї Міжнародної наукової конференції студентів. Секція транспортних технологій. Харків. ХНАДУ. 2020. С. 11-13.
47. Севідова В.В., Калініченко О.П. Застосування інформаційної системи для підвищення якості доставки дрібних партій вантажу Збірник наукових праць за матеріалами 2 міжнародної науково-практичної конференції «Комп'ютерні технології і мехатроніка». Харків. ХНАДУ. 2019. С.138-141
48. Севідова, В., Сальніков, Є., & Калініченко, О. (2023). Застосування діджиталтехнологій при доставці вантажу в міжнародному сполученні. Комунальне господарство міст, 3(177), 200–205. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-3-177-200-205>.
49. Талан М. В. Моделювання логістичних стратегій торговельних підприємств. Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Логістика». 2018. №633. С. 696-701.
50. Тарасюк Г., Рудківський О., Погайдак О. Ключові показники ефективності та оцінка логістичної стратегії підприємства. Соціально-економічні проблеми і держава. 2013. Вип. 2. С. 223–231. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Sepid_2013_2_24.pdf.

51. Тридід О. М., Таньков К. М. Логістичний менеджмент: навч. посіб. Харків: ВД «ІНЖЕК», 2015. 246 с.
52. Kalinichenko O., & Pavlenko O. (2023). Methodology for determining the rational technology for moving goods in the warehouse. *Municipal Economy of Cities*, 6(180), 231–236. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-6-180-231-236>.
53. Kliuiev S. Implementation of information technologies in transport and digitization of transport processes / S. Kliuiev, V. Kozhemiakina // Scientific papers of XV international scientific and practical conference “Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects”. – The Ministry of education and science of Ukraine, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University. – Kyiv. – 2023. – P. 15-18.
54. Pavlenko O., & Kalinichenko O. (2023). Methodology for determining an effective variant of warehouse operation technology when using highly manoeuvrable and energy-efficient multi-axle vehicles. *Municipal Economy of Cities*, 6(180), 244–249. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-6-180-244-249>
55. Salnikov Ye. K Kalinichenko O. P. Current state of digitalization of cargo transportation in city conditions. *Студентство. Наука. Іноземна мова: збірник наукових праць студентів, аспірантів та молодих науковців*. Харків : ХНАДУ, 2023. Вип. 15. Частина 2. с. 355-357.