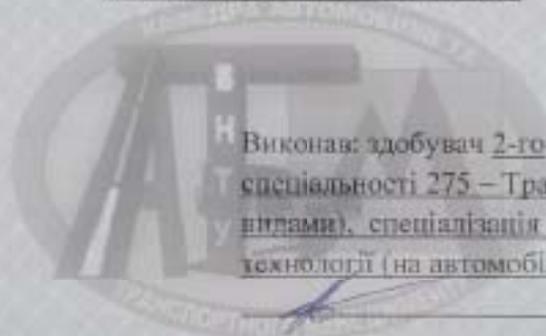


Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобіля та транспортного менеджменту

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

«Підвищення ефективності доставки продукції масового споживання  
автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю  
«Кондитер-С» місто Вінниця»



Виконав: здобувач 2-го курсу, групи 1ТТ-24м  
спеціальності 275 – Транспортні технології (за  
видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні  
технології (на автомобільному транспорті)  
Осовський Н.О.

Керівник: к.е.н., доцент каф. АТМ

Макарова Т.В.  
« 05 » 12 2025 р.

Оponent: к.т.н., доцент каф. ТАМ

Піонткевич О.В.  
« 09 » 12 2025 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

Цембал С.В.  
к.т.н., доц. Цембал С.В.  
« 09 » 12 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
здобувач знань – 27 – Транспорт  
спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)  
спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
світньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

«25» 09 2025 року

### ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Осовському Нікіті Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: Підвищення ефективності доставки продукції масового споживання автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «Кондитер-С» сто Вінниця.

рівняк роботи \_\_\_\_\_ Макарова Тамара Володимирівна, к.е.н., доцент.

тверджені наказом ВНТУ від «24» вересня 2025 року № 313.

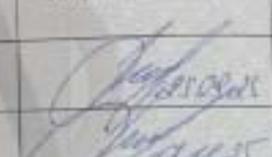
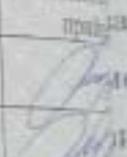
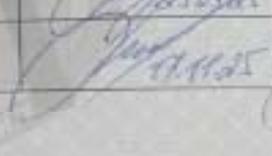
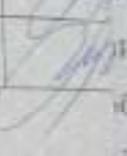
Строк подання здобувачем роботи: \_\_\_\_\_ 30.11.2025 р.

Вихідні дані до роботи: Проаналізувати інформаційні джерела щодо транспортної та логістичної діяльності ТОВ «Кондитер-С». Розглянути ефективні технології доставки вантажів. Дослідити сумісність вантажів під час перевезень з наступними значеннями ймовірностей: компрометації кондитерських виробів від взаємодії з олією – 0,12 та консервами – 0,02; від перевищення температури – 0,1; механічні пошкодження – 0,05; пошкодження від взаємодії олії та консервів – 0,01. Побудувати графік ймовірності пошкодження кондитерських виробів в залежності від частки змішаних вантажів; кількість поїздок  $N = 20$  тис.; поїздки зі змішаними вантажами змінюється від 0 до 1. Провести оцінювання ризику виникнення комбінацій продукції обмеженої сумісності. Для цих станів вантажу прийняти наступні значення інтенсивностей:  $\lambda=0,02$ ,  $\lambda=0,05$ ,  $\lambda=0,15$ . Сформулювати модель доставки вантажів через розподільчий центр. Визначити координати планування 1 розподільчого центру для відправлення вантажів; кількість пунктів призначення – 15 тижневий вантажопотік для 1 магазину – від 161 до 357 в.о.; прогнозований вантажообіг – 16 тис. т; добова вартість використання  $1\text{ м}^2$  вантажної площі зманованого складу – 8,3 ум. гр. од.; питома навантаження на  $1\text{ м}^2$  площі складу – 0,68 т/м<sup>2</sup>; витрати на будівництво складу – 900 тис. ум.гр.од.; постійні витрати на функціонування складу – 1301 тис. ум. гр. од.; вартість обробки 1 т вантажопотоку – 1,9 ум. гр. од. на добу. Провести маршрути руху. Порівняти 3 марки вантажних автомобілів.

4. Зміст текстової частини:
- 1 Аналіз доставки продукції з урахуванням логістичних і транспортних факторів
  - 2 Дослідження раціональних методів доставки вантажів автомобільним транспортом
  - 3 Розрахунок раціональної системи доставки продукції масового споживання
  - 4 Визначення ефективності запропонованих рішень

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням назви слайдів):
- 1-2 Тема, мета та завдання дослідження
  - 3 Характеристика діяльності підприємства
  - 4 Взаємозв'язок між фінансами та транспортом
  - 5 Аналіз відділу маркетингу та продажів
  - 6 Характеристика основних техніко-експлуатаційних показників роботи маршруту доставки вантажів
  - 7 Етапи доставки продукції
  - 8 Характеристика вантажів
  - 9 Аналіз організаційно-технічних показників роботи маршруту доставки вантажів з урахуванням вищезазначених показників
  - 10-12 Моделивання ефективності системи доставки
  - 13 Стратегія забезпечення ефективності системи доставки
  - 14 Розрахунок параметрів для обраної системи доставки вантажів автомобілем
  - 16 Розробка маршруту руху
  - 17 Аналіз результатів для обраної технології доставки
  - 18 Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	випередний захист
Розв'язання основної задачі	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ		

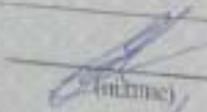
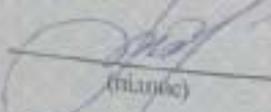
7. Дата видачі завдання « 25 » вересня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	25.09-29.09.2025
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	30.09-20.10.2025
3	Обґрунтування методів досліджень	30.09-20.10.2025
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-10.11.2025
5	Формування висновків по роботі, наукової помилки, практичної цінності результатів	11.11-16.11.2025
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	17.11-24.11.2025
7	Нормоконтроль МКР	25.11-30.11.2025
8	Попередній захист МКР	01.12-04.12.2025
9	Рецензування МКР	05.12-09.12.2025
10	Захист МКР	15.12.-17.12.2025

Здобувач

Керівник роботи

  
(підпис)  
  
(підпис)

Осовський Н.С.

Макарова Т.В.

## АНОТАЦІЯ

УДК 656.029

Осовський Н.О Підвищення ефективності доставки продукції масового споживання автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «Кондитер-С» місто Вінниця. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті), освітня програма – транспортні технології на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2025. 94 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 22 назва; рис.: 36; табл. 22.

У магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто заходи та методи забезпечення ефективної доставки продукції масового споживання у роздрібну мережі. Досліджено сумісність вантажів в процесі перевезень з урахуванням випадковості подій. Сформована модель вантажних перевезень з можливістю обслуговування додаткових заявок. Визначена ефективність запропонованих рішень.

Ілюстративна частина складається з 18 плакатів із результатами дослідження.

Ключові слова: вантажі, доставка, ймовірність подій, транспорт, модель, ефективність, технологія, автомобіль, розподільчий центр.

## ABSTRACT

UDC 656.029

Osovsky N.O. Increasing the efficiency of mass consumption product delivery by cars of the limited liability company "Confectioner-S" Vinnytsia city. Master's qualification work in the specialty 275 - Transport technologies (by types), specialization 275.03 - Transport technologies (in road transport), educational program - transport technologies in road transport. Vinnytsia: VNTU, 2025. 94 p.

In Ukrainian. Bibliography: 22 titles; fig.: 36; table. 22.

The master's qualification work considers measures and methods for ensuring effective delivery of mass consumption products to the retail network. The compatibility of goods during transportation is studied, taking into account the randomness of events. A model of freight transportation is formed with the possibility of servicing additional applications. The effectiveness of the proposed solutions is determined.

The illustrative part consists of 18 posters with the results of the study.

Keywords: cargo, delivery, probability of events, transport, model, efficiency, technology, automobile, distribution center.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	<b>4</b>
<b>1 АНАЛІЗ ДОСТАВКИ ПРОДУКЦІЇ З УРАХУВАННЯМ ЛОГІСТИЧНИХ І ТРАНСПОРТНИХ ФАКТОРІВ</b>	<b>7</b>
1.1 Характеристика логістичної та транспортної діяльності ТОВ «Кондитер-С»	7
1.2 Аналіз процесу доставки продукції масового споживання	17
1.3 Аналіз наукових праць щодо ефективних технологій доставки вантажів	25
1.4 Висновки за розділом 1	30
<b>2 ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ</b>	<b>32</b>
2.1 Науково-практичний аналіз сумісності вантажів масового споживання з урахуванням випадковості подій	32
2.2 Ймовірнісний аналіз ризикових комбінацій вантажів під час транспортування	36
2.3 Моделювання ефективної системи доставки вантажів	39
2.4 Висновки за розділом 2	52
<b>3 РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ПРОДУКЦІЇ МАСОВОГО СПОЖИВАННЯ</b>	<b>55</b>
3.1 Визначення координат розміщення розподільчого центру	55
3.2 Вибір організаційної форми для складських потужностей в системі доставки вантажів	58
3.3 Вибір раціонального автомобіля	63
3.4 Організація та механізація навантажувально-розвантажувальних робіт	67
3.5 Розробка технології та графіків доставки вантажів	69
3.6 Висновки за розділом 3	78
<b>4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ</b>	<b>80</b>
4.1 Вибір автомобіля за економічним критерієм	80
4.2 Розрахунок техніко-економічних параметрів кільцевого маршруту	84
4.3 Висновки за розділом 4	88

<b>ВИСНОВКИ</b>	3
<b>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	89
Додаток А Ілюстративна частина	95
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Ефективна доставка вантажів масового споживання автомобільним транспортом є ключовою умовою стабільного функціонування логістичних систем. Значні обсяги товарообігу, висока швидкість поповнення запасів та зростаючі вимоги до оперативності поставок формують суттєве навантаження на транспортну інфраструктуру. Від правильно налаштованого процесу перевезення залежить своєчасність постачання продукції до торговельних точок, рівень витрат, якість сервісу та конкурентна стійкість підприємств.

У реальних умовах робота транспортної ланки часто піддається впливу змінних факторів — сезонних коливань, затримок на маршрутах, цінових коливань на паливо, можливих пошкоджень вантажу чи збоїв у графіку. Тому при плануванні доставки доцільно не лише оптимізувати маршрути та витрати, а й враховувати певний ймовірнісний вплив непередбачених чинників, здатних вплинути на строки та якість транспортного обслуговування [1,2].

Удосконалення підходів до організації перевезень, підвищення надійності логістичних рішень та адаптація транспортної системи до можливих відхилень у процесі доставки сприятиме зменшенню ресурсних втрат і забезпеченню стабільного постачання товарів населенню. Таким чином, дослідження механізмів підвищення ефективності автомобільних перевезень вантажів масового споживання є актуальним.

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є розробка комплексу заходів з підвищення ефективності доставки товарів масового споживання автомобілями ТОВ «Кондитер С» з урахуванням факторів невизначеності у транспортній ланці.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- характеристика логістичної та транспортної діяльності ТОВ «Кондитер-С»;
- аналіз процесу доставки продукції масового споживання;

- моніторинг наукових праць щодо ефективних технологій доставки вантажів;
- дослідження сумісності вантажів з урахуванням випадковості подій;
- моделювання ефективної системи доставки вантажів;
- розрахунок координат розташування розподільчого центру та визначення вантажообігу «байдужості»;
- вибір раціонального рухомого складу та засобу механізації;
- обґрунтування та вибір маршрутів перевезень;
- розробка графіків доставки замовлених товарів у магазини району;
- визначення ефективності запропонованих рішень.

**Об'єкт дослідження** – транспортні процеси при переміщенні готової продукції підприємства.

**Предмет дослідження** – методи та моделі вибору й оцінки ефективної системи доставки вантажів.

**Методи дослідження.** Теорії імовірності та математичної статистики, теорії систем, логістики, спостереження.

**Новизна роботи** полягає у розробці багатокритеріальної корпоративної моделі, що забезпечує підвищення ефективності доставки товарів із врахуванням ймовірнісної оцінки сумісності вантажів у процесі автомобільних перевезень.

**Апробація результатів роботи.** Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на LV Всеукраїнській науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів підрозділів університету з участю працівників підприємств, ВНТУ.

**Вірогідність отриманих результатів** забезпечується: коректною постановкою задач дослідження, послідовним і чітким застосуванням математичних методів при їх рішенні; збігом результатів для окремих і граничних випадків з відомими з літератури рішеннями; узгодження між собою результатів, отриманих в різних розділах роботи.

**Практична значимість результатів дослідження** полягає в тому, що використання запропонованих методів дозволить формувати раціональні технології доставки вантажів, що сприятиме процесу мінімізації використання ресурсів та зниженню витрат на транспортування.

**Публікації.** Макарова Т.В., Слісченко В.В., Осовський Н.О. До питання планування автомобільних перевезень вантажів з урахуванням логістичних принципів. Матеріали LV Всеукраїнської науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів підрозділів університету з участю працівників підприємств, ВНТУ, 2025 [3].



## 1 АНАЛІЗ ДОСТАВКИ ПРОДУКЦІЇ З УРАХУВАННЯМ ЛОГІСТИЧНИХ І ТРАНСПОРТНИХ ФАКТОРІВ

### 1.1 Характеристика логістичної та транспортної діяльності ТОВ «Кондитер-С»

Товариство з обмеженою відповідальністю «Кондитер-С» займається виробництвом та торгівлею наступних продуктів харчування: кондитерських виробів (шоколад, цукерки, печиво, вафлі, карамель, рулети, зефір, халва тощо), консервів (рибних, овочевих, м'ясних). Також підприємство продає соняшникову олію, молочну продукцію (масло вершкове, сири, молоко, йогурти), макаронні вироби, чай, каву, мінеральну воду, пиво, слабоалкогольні напої, соки [4]. Відповідно до КВЕД зазначені наступні види діяльності:

- 46.34 Оптова торгівля напоями;
- 10.11 Виробництво м'яса;
- 10.82 Виробництво какао, шоколаду та цукрових кондитерських виробів;
- 46.39 Неспеціалізована оптова торгівля продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами.

ТОВ «Кондитер-С» є виробником зазначених вище товарів та дистриб'ютором більш широкого спектру продукції масового споживання. Компанія співпрацює з різними мережами магазинів оптової та роздрібною торгівлі та поставляє широкий спектр продуктів і напоїв по Вінниці, Вінницькій області та інших містах України. Персонал ТОВ «Кондитер-С» розвиває логістику та здійснює перевезення продукції автомобільним транспортом в різні торговельні мережі. Місцерозташування основного офісу ТОВ «Кондитер-С» знаходиться за адресою: Вінницька обл., місто Вінниця, вул. Лебединського, буд. 15 (рисунок 1.1).

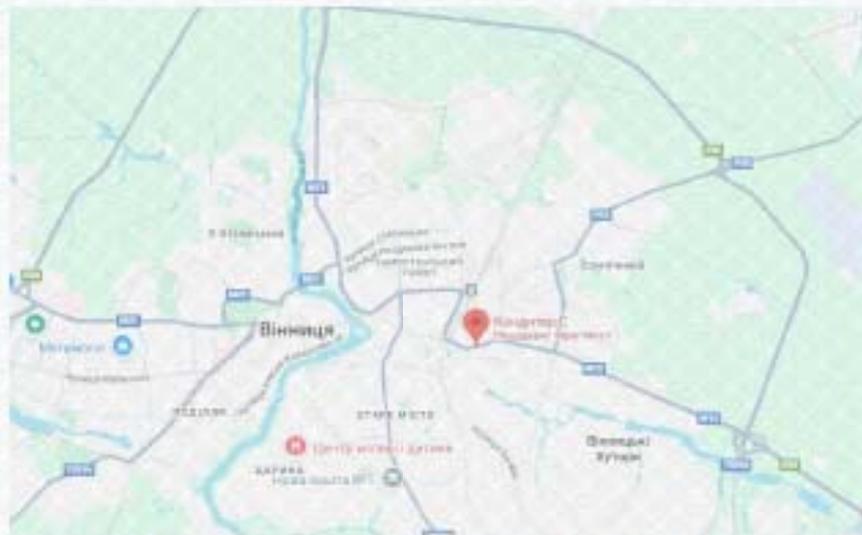


Рисунок 1.1 – Місцезорозташування офісу ТОВ «Кондитер-С»

В таблиці 1.1 наведені основні фінансово-економічні показники підприємства [5].

Таблиця 1.1 - Основні фінансово економічні показники підприємства

Рік	Дохід (виручка), грн.	Чистий прибуток / (збиток), грн.	Активи, грн.	Зобов'язання, грн.	К-ть працівників, осіб
2020	383 077 000	3 032 000 прибуток	80 192 000	85 727 000	—
2021	425 659 000	2 381 000 прибуток	100 349 000	103 503 000	195
2022	425 659 000	3 484 000 прибуток	101 242 000	101 318 000	близько 200
2023	567 744 000	3 484 000 прибуток	149 494 000	143 859 000	113
2024	608 180 000	- 719 000 (збиток)	142 105 000	138 189 000	109

Динаміка фінансово-економічних показників наведена на рисунку 1.2, а кількості персоналу на рисунку 1.3.

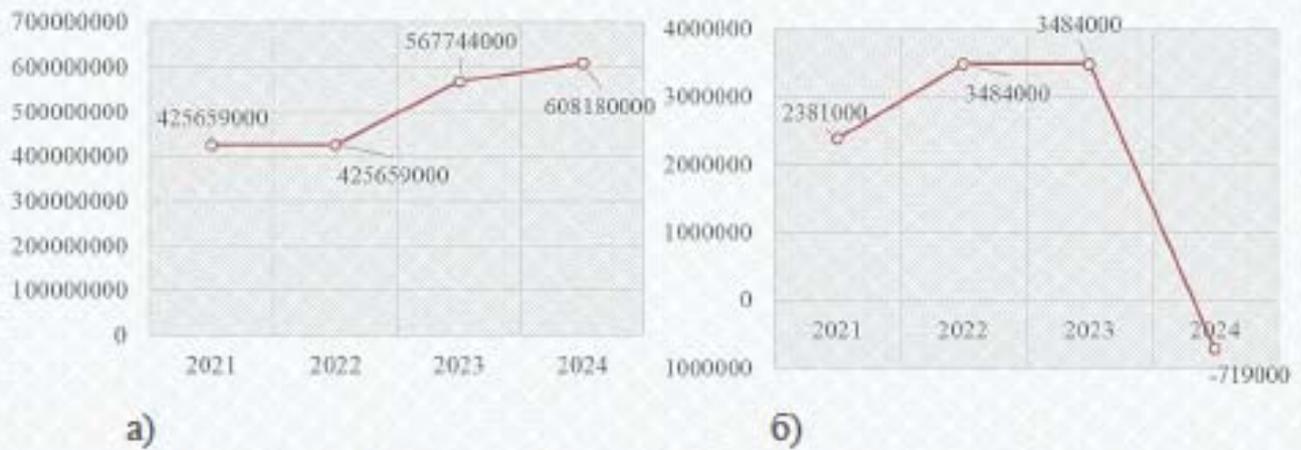


Рисунок 1.2 – Динаміка фінансово-економічних показників роботи підприємства за 5 років: а – доходи, б - прибутки

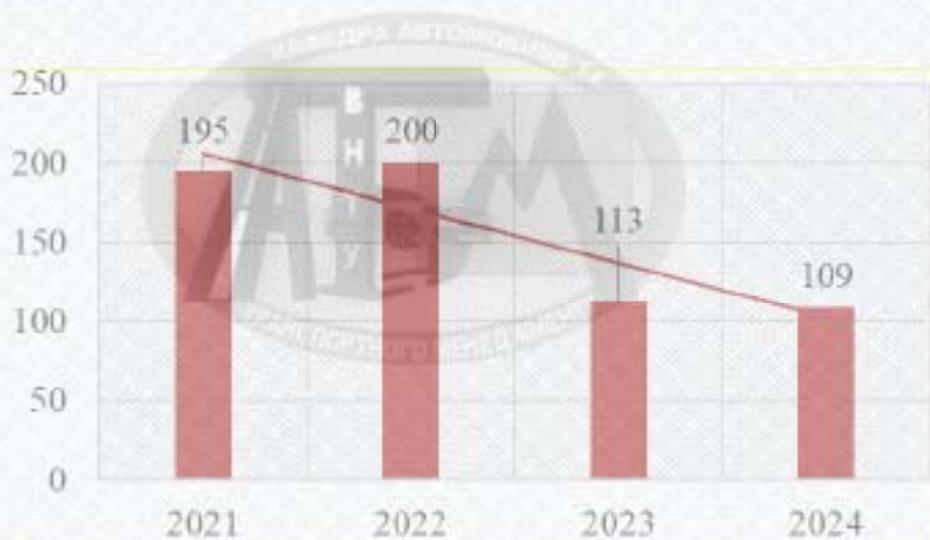


Рисунок 1.3 – Кількість персоналу підприємства за роками

Відповідно до графіків обсяги продажів (виручка) компанії демонструє зростання з 2020 до 2024 рр. з 383 млн. грн. у 2020 р. та до понад 608 млн. грн. у 2024 р., що говорить про розширення діяльності та (або) обсягів продажів. Прибуток був позитивним у 2020–2023 рр., але в 2024 р. зафіксовано невеликий збиток (719 тис. грн.). Це може вказувати на тимчасові труднощі чи підвищені витрати. Також спостерігається стабільна структура балансу, а саме: активи у 2024 р. — 142 млн. грн., зобов'язання — 138 млн. грн. Це означає, що компанія має відносно невеликий запас фінансової «довіри» чи власного капіталу. Баланс показує, що зобов'язання майже дорівнюють активам — це означає, що у

компанії невеликий «плюс» власних коштів, і вона може бути вразлива до боргів. Щодо персоналу, то його чисельність у 2024 р. становить 109 співробітників. Для обсягу виручки це достатньо ефективна структура персоналу. Збиток у 2024 р. може свідчити про зростання витрат, головним чином на логістику. Адже автомобільні перевезення продукції потребують ретельного планування та оптимізації. Зростання продажів вимагає більшого охоплення ринку, але обмежені фінансові ресурси зумовлюють необхідність економії, підвищення ефективності маршрутів та раціонального використання автопарку. Взаємозв'язок між фінансовими показниками та транспортною системою підприємства наведений на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 - Взаємозв'язок між фінансовими показниками та транспортною системою підприємства

Нижче проаналізована структура управління підприємством. Представлені ланки вищого рівня управління (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 - Ланки вищого рівня управління

Вищий рівень управління представлений директором та керівниками різних відділів, а саме: фінансового, виробничого, комерційного, маркетингу та логістики.

Керівник компанії здійснює загальне стратегічне управління та прийняття ключових рішень. Він є відповідальним за фінансову стабільність та розвиток компанії. Керівник фінансового відділу займається контролем фінансових потоків, плануванням бюджету та звітністю. Для цього він взаємодіє з банками, аудиторами та податковими органами. Керівник комерційного відділу контролює продажі та роботу з ключовими клієнтами. Також, здійснює контроль за виконанням планів продажів та договірної роботи.

Директор з маркетингу та логістики відповідає за ефективне планування поставок та просування продукції на ринку, координує роботу транспортної служби для забезпечення своєчасної доставки товарів, а також контролює діяльність складів, оптимізуючи їхню роботу для зберігання продукції та швидкого комплектування замовлень. Він аналізує ринкові тенденції та логістичні процеси, забезпечуючи баланс між попитом, запасами на складах і витратами компанії.

Після аналізу верхніх ланок управління розглянута структура та основні задачі відділів маркетингу та логістики (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Задачі відділу маркетингу та логістики

Директор з маркетингу та логістики керує двома відділами: маркетингу та логістики. Спочатку охарактеризована робота відділу маркетингу. Даний відділ займається прогнозуванням попиту, плануванням асортименту продукції, підтримує канали розподілу та здійснює рекламну компанію.

Метою маркетингу організації є упровадження ефективних стратегій просування товарів і послуг, задоволення потреб споживачів та підвищення конкурентоспроможності компанії на ринку. Маркетинговий підхід з точки зору надання транспортних послуг передбачає наведені нижче дії.

1. Прогнозування попиту, що дозволяє підприємству передбачити обсяги продажів продукції на основі аналізу ринкових тенденцій, сезонності, поведінки споживачів та дій конкурентів.

2. Планування асортименту, яке визначає потрібні найменування товарів та їх кількість, враховуючи потреби клієнтів, популярність продукції та ефективність продажів.

3. Підтримання каналів розподілу передбачає забезпечення їх раціональних параметрів (довжини та ширини), а також зв'язків (прямих або ешелонованих) для підвищення ефективності продажів і максимального задоволення потреб клієнтів.

4. Реклама та позиціонування товару дозволяє сформувати привабливий образ продукції в свідомості споживачів, використовуючи різноманітні маркетингові та промоційні інструменти для підвищення впізнаваності бренду та стимулювання продажів.

Після аналізу задач відділу маркетингу охарактеризований відділ логістики. Взагалі маркетингова та логістична діяльності доповнюють одна одну. Адже логістична складова – це забезпечення якісного фізико-технологічного руху товарів. Вона відповідає за забезпечення високоякісних транспортних послуг на основі взаємовигідного балансування витрат. У відділі логістики є транспортний підрозділ, в якому працюють логісти, водії та експедитори. Транспортний підрозділ відповідає за ефективний фізичний рух вантажів, а маркетинговий - за комерційний розподіл продукції. Адже важливо не тільки виробити продукт, а й організувати систему збуту. Нижче наведені елементи системи розподілу продукції (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Види системи розподілу продукції

Основними елементами наведеної вище системи є каналний, комерційний та фізичний види розподілу продукції. Зазначені елементи доповнюють один одного та визначають самодостатність і ефективність загальної дистрибуції. При цьому послідовність побудови передбачає в першу чергу вирішення завдання каналного розподілу, що визначає збутовий

потенціал компанії. Чим більше задіяно каналів, тим більше споживачів будуть купувати продукцію компанії. При побудові системи розподілу важливо визначити максимальну кількість можливих каналів і тільки потім виключити ті канали, які стратегічно не відповідають бізнесу. Після того як канали розподілу визначені, необхідно переходити до вирішення завдання комерційного та фізичного розподілів.

Комерційний розподіл являє собою сукупність обраних інструментів, що сприяють посиленню руху товару через кожен з обраних каналів розподілу. Ефективний комерційний розподіл підвищує доступність товару для цільових споживачів і зменшує логістичні витрати. Ефективний комерційний розподіл підвищує доступність товару для цільових споживачів і зменшує витрати завдяки оптимізації комерційних рішень: формуванню привабливих цінових пропозицій, плануванню промоційних активностей, аналізу попиту та прогнозуванню продажів. Наведені задачі вирішуються відділом маркетингу та комерційним відділом сумісно. Узгоджена робота між підрозділами забезпечує стабільність поставок, оптимізацію запасів та зміцнення конкурентних позицій компанії.

Проаналізований фізичний розподіл, який сприяє економії витрат у транспортній ланці. Він забезпечується логістичним підрозділом за рахунок раціональної організації доставки готової продукції на основі планування та моніторингу техніко – експлуатаційних показників (ТЕП) роботи рухомого складу. Динаміка ТЕП наведена в таблиці 1.2.

До основних ТЕП належать наступні: кількість одиниць рухомого складу, обсяг перевезень, вантажообіг, загальний пробіг, вантажний пробіг, технічна швидкість, експлуатаційна швидкість, час у наряді, кількість автомобіле-днів у роботі. Середня експлуатаційна швидкість вантажних автомобілів наведена для міських умов та має тенденцію до зниження за роками (з 32 км/год. до 28 км/год.). Станом на 2025 рік підприємство має власні автомобілі марки Hyundai вантажністю 5 т та орендує рухомий склад малої та середньої вантажності марок DAF, Volvo, MAN.

Таблиця 1.2 – Основні техніко-експлуатаційні показники роботи автомобілів

Найменування показника	Одиниці виміру	Рік			
		2021	2022	2023	2024
Кількість автомобілів на кінець року	од.	6	6	8	10
Автомобіле-дні у роботі	авт. дн.	1590	1560	2160	2800
Час у наряді	год	12720	12480	17280	22400
Загальний пробіг	км	273000	273000	364000	455000
Пробіг з вантажем	км	237510	232050	273000	332150
Вантажообіг	ткм	2850120	2784600	3276000	3985800
Коефіцієнт використання пробігу	-	0,87	0,85	0,75	0,73
Середня експлуатаційна швидкість	км/год.	32	32	28	28

За період з 2021-2024 рр. кількість рухомого складу та показники роботи автомобілів збільшилися. Графік зміни автомобіле – днів роботи наведений на рисунку 1.8.

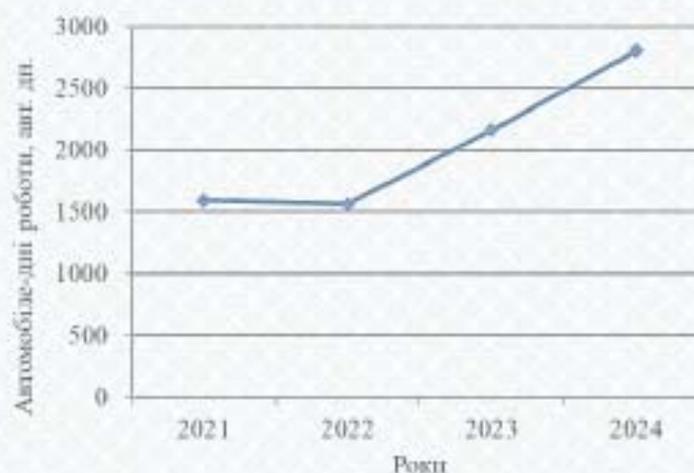


Рисунок 1.8 – Зміна автомобіле-днів роботи підприємства за роками

У 2023 році відбувається збільшення автомобіле – днів роботи по зрівнянню з 2022 роком. На рисунку 1.9 наведені графіки зміни загального та вантажного пробігів за роками.



Рисунок 1.9 – Графіки зміни пробігів рухомого складу за роками

Виходячи з графіку на рисунку 1.9 відбувається зменшення вантажного пробігу в загальному. Така ситуація впливає на збільшення витрат, головним чином на паливо та мастильні матеріали (ПММ). Нижче наведена формула для розрахунку витрат на паливо:

$$Q_H = (H_s + K_p \times (G_{np} + G_{zp})) \times K_1 \times \beta, \text{ л}, \quad (1.1)$$

де  $H_s$  – лінійні витрати палива, л;

$K_p$  – коефіцієнт витрати палива;

$G_{np}$  – маса причепа, т;

$G_{zp}$  – маса вантажу, т;

$K_1$  – підвищення коефіцієнту зимового руху транспорту,  $K_1 = 1,03$ .

Норми витрати ПММ для найбільших за вантажністю автомобілів приведені у таблицях 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.3 – Норми витрати ПММ

Марка, модель	Вантажність, т	Витрата палива в залежності від умов експлуатації, л/100 км
Iveco Daily 65C15V H3 3.0HPI	3,6	10
Hyundai HD65	5	14–18
MAN TGL 7.150	6	17–22
Mercedes Atego 715	7	16–22
Volvo FL6, FL7 (у легкій конфігурації)	7	18–24

Таблиця 1.4 – Нормативи витрати мастильних матеріалів

№п/п	Найменування	Одиниці виміру	Значення
1	Моторне мастило	л/100 л палива	0,1-0,4
2	Трансмісійне мастило	л/100л палива	0,01
3	Спеціальне мастило	л/100л палива	0,01

Таким чином, в рамках фізичного виду розподілу проаналізована формула обсягів витрат на ПММ автомобіля, які займають істотну долю в загальних витратах на перевезення. Тільки поєднання всіх видів розподілу, які забезпечуються роботою відділу маркетингу та логістики дасть позитивний синергетичний ефект та дозволить підприємству продовжувати займати необхідні позиції на ринку.

## 1.2 Аналіз процесу доставки продукції масового споживання

В кваліфікаційній роботі розглянуто перевезення продукції масового споживання, яка належить до категорії продуктів харчування. Нижче наведений відсотковий розподіл обсягів перевезення зазначеної продукції (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Відсотковий розподіл обсягів перевезень продукції масового споживання

Виходячи з діаграми 70 % від загального обсягу перевезень займають наступні категорії товарів масового споживання: кондитерські вироби (КВ), консерви та соняшникова олія. Тому надалі визначені правила автомобільних перевезень обраних видів вантажів.

Кондитерські вироби слід перевозити у чистих, сухих та вентильованих кузовах, захищених від прямих сонячних променів та вологи. Температура всередині автомобіля має бути стабільною, без різких коливань, щоб запобігти деформації та псуванню виробів. Забороняється транспортувати разом із продуктами, що можуть виділяти запах або вологу.

Соняшникова олія повинна перевозитися у герметично закритій тарі в сухих і чистих автомобілях, захищених від нагрівання та прямих сонячних променів. Не допускається змішування з продуктами, що можуть впливати на смак та якість олії. Кузов повинен бути чистим, без залишків попередніх вантажів, здатних забруднити продукт.

Консерви можуть перевозитися у спільному транспорті з іншими продуктами, за умови, що тара герметична та не ушкоджена. Важливо уникати тривалого зберігання при високих температурах, вологості або прямому

сонячному світлі, щоб не порушити герметичність та якість продукту. Транспортна характеристика для трьох видів вантажів наведена в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Транспортна характеристика вантажів

Критерій	Найменування вантажу		
	Кондитерські вироби	Соняшникова олія	Консерви
Тип тари	Герметична, чиста коробка	Герметична пляшка/бочка	Герметична консервна банка/тара
Транспортна тара	Картонні або пластикові ящики, піддони	Металеві бочки, пластикові каністри, пляшки	Металеві або скляні банки, ящики на піддонах
Умови транспортування	Сухе, чисте, вентильоване, без сонця	Сухе, чисте, без прямих сонячних променів	Сухе, чисте, без протікання
Температурний режим	Стабільна температура, уникати спеки	Температура <25°C, уникати перегріву	Уникати високих температур і прямих сонячних променів
Сумісність в процесі транспортування	Можна перевозити з герметичними консервами	Можна перевозити з герметичними консервами	Можна перевозити з олією та кондитерськими виробами
Захист від пошкоджень	Захист від вологи та механічних пошкоджень	Герметична тара, уникати ударів	Уникати ударів та пошкодження тари
Особливі зауваження	Чутливі до запахів і вологи	Не переносить контакту з продуктами, що впливають на смак	Перевіряти герметичність перед відправкою

Таким чином, кондитерські вироби є сумісними з консервами та соняшковою олією за умови герметичного упакування. Якщо вантаж герметично упакований, то він не виділяє запахів і не впливає на вологість. Порушення упаковки може викликати протікання вантажів (олії або консервів) та псування структури та якості кондитерських виробів. Також може бути вплив запаху олії (відносно слабкий) або консервів (більш насичений), що негативно відображається на кондитерській продукції. У олії є ймовірність підвищення жирового забруднення, що категорично небажане для кондитерської продукції. Після характеристики обраних вантажів та аналізу їх сумісності в процесі транспортування наведена логістична схема транспортного процесу доставки вантажів (рисунок 1.11).

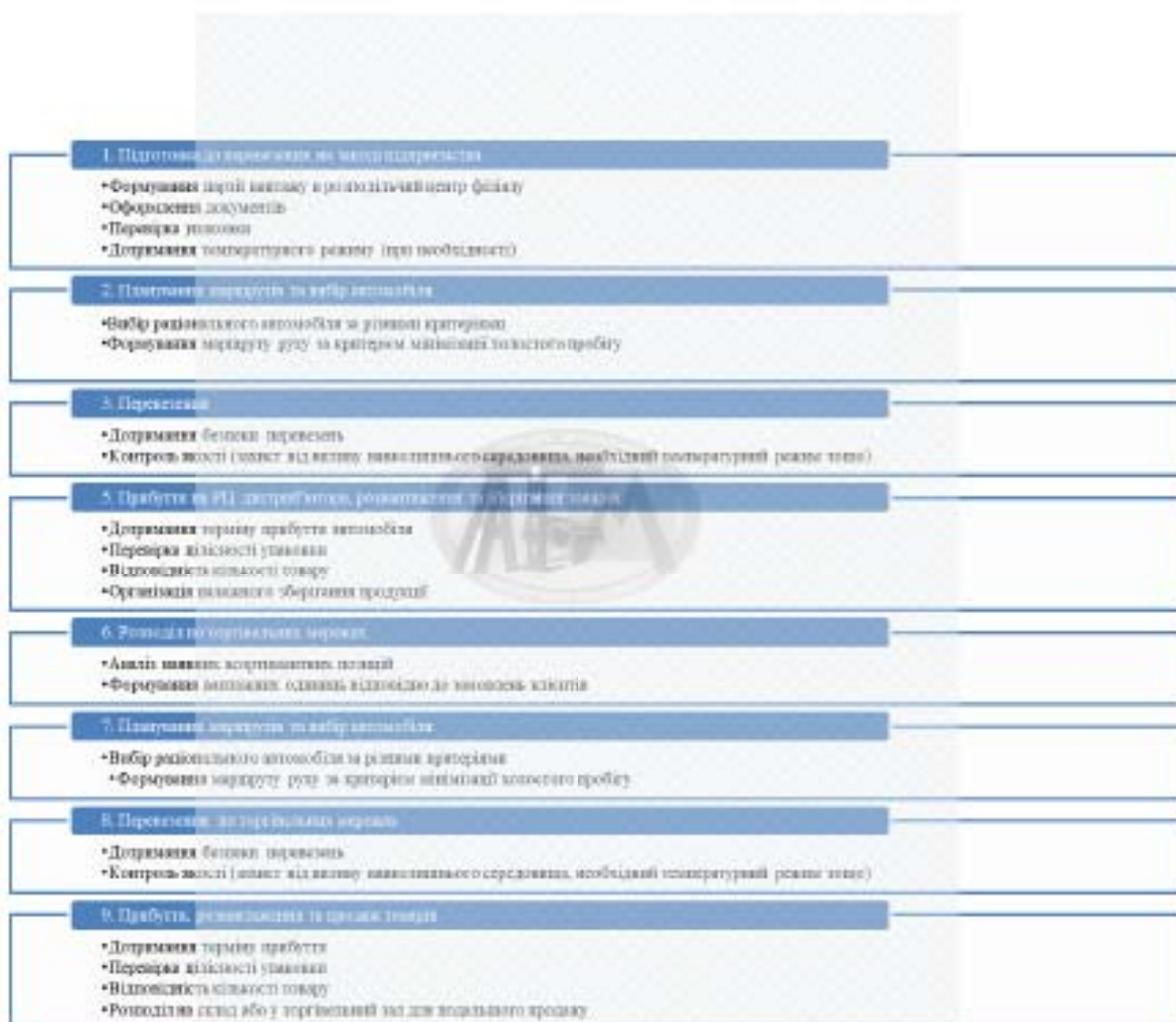


Рисунок 1.11 – Етапи транспортного процесу доставки продукції

1. Підготовка до перевезення на складі заводу підприємства. Включає оформлення документів, перевірку упаковки та дотримання температурного режиму. Для транспортування продукції необхідні всі дозвільні документи, включаючи ліцензії на виробництво та реалізацію, а також транспортні документи (накладні, сертифікати відповідності, акти приймання-передачі товару). Вантажі повинні бути правильно упаковані для запобігання пошкодженням та витокам у процесі транспортування. Для цього використовують спеціальна транспортна тара (наприклад, дерев'яні ящики або пластикові піддони). Необхідність та правила упакування вантажів регламентується Правилами перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні [6]. Згідно з цим нормативно-правовим документом вантажі необхідно належним чином закріплювати, упакувати та перевозити, використовуючи різну транспортну тару [6].

2. Планування маршрутів та вибір автомобіля. Залежно від виду вантажів та відстані, можуть використовуватись різні за вантажністю та типом кузова автомобілі. Важливо заздалегідь планувати маршрут з урахуванням стану доріг, інтенсивності руху, можливих заторів, погодних умов, обмежень для руху вантажного транспорту та необхідності дотримання температурного режиму під час перевезення.

3. Перевезення з дотриманням стандартів безпеки та контролю якості. Вимоги безпеки перевезень містять фізичну та санітарну складові. Контроль якості вантажних автомобільних перевезень головним чином характеризується своєчасністю доставки та збереженням вантажу.

5. Прибуття в РЦ дистриб'ютора, розвантаження та зберігання. Перевірка цілісності упакування та кількості товару. Організація належного розвантаження та зберігання в умовах, що відповідають особливостям вантажу. Слід зазначити, що підприємство «Кондитер-С» є дистриб'ютором, тому що виконує функції закупівлі, зберігання, транспортування та подальшої реалізації власної продукції та продукції інших виробників в роздрібні мережі через РЦ.

6. Розподіл по торговельних мережах. Після прибуття транспорту на розподільчий центр логістом здійснюється моніторинг асортиментних позицій та формування замовлень відповідно до запитів клієнтів.

7. Планування маршрутів та вибір автомобіля виконується відповідно до пункту 2 даної послідовності.

8. Перевезення по торговельних мережах виконується відповідно до пункту 3 даної послідовності.

9. Прибуття, розвантаження та продаж товарів. Своєчасне прибуття автомобіля в точку продажу. Перевірка кількості вантажів та цілісності упаковки. Розміщення товарів на складі або у торговельному залі для подальшого продажу.

Логістичні канали доставки вантажів наведені на рисунку 1.12.

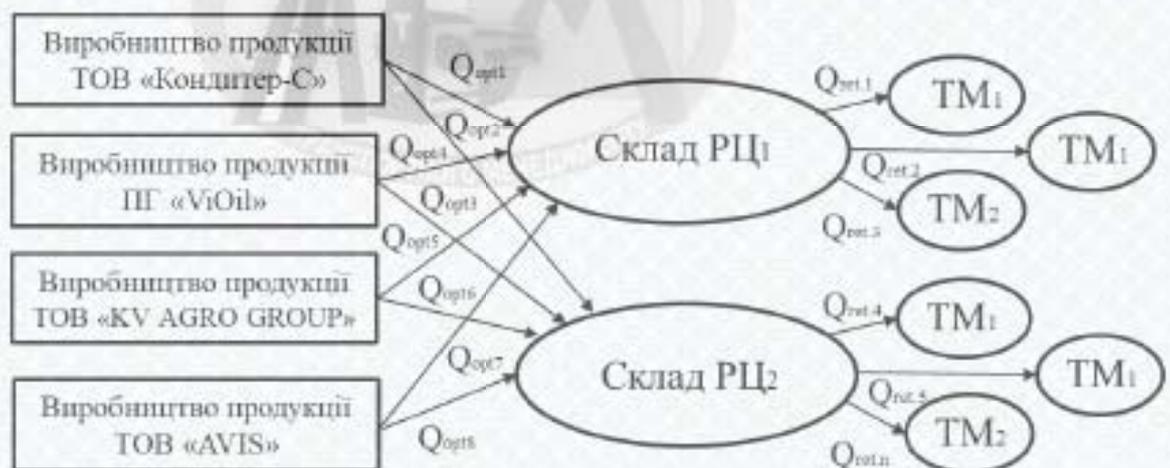


Рисунок 1.12 – Логістичні канали доставки продукції

Продукція від різних виробників поступає в розподільчий центр. Виробниками виступають наступні підприємства: ТОВ «Кондитер-С», Промислова група «ViOil», ТОВ «KV AGRO GROUP», ТОВ «AVIS». Виробничі потужності останніх трьох підприємств розташовані у Вінницькій області в тому числі в селі Бар. Після РЦ продукція поступає до одержувачів, якими виступають різні торговельні мережі. Це ТОВ «АТБ-Маркет», ТОВ «Сільпо», ТОВ «Фоззі-Фуд», ТОВ «Метро Кеш Енд Кері Україна»,

супермаркети «Варшава», продуктові бази тощо. Розміщення продуктивних мереж та баз на карті Вінниці наведено на рисунку 1.13.

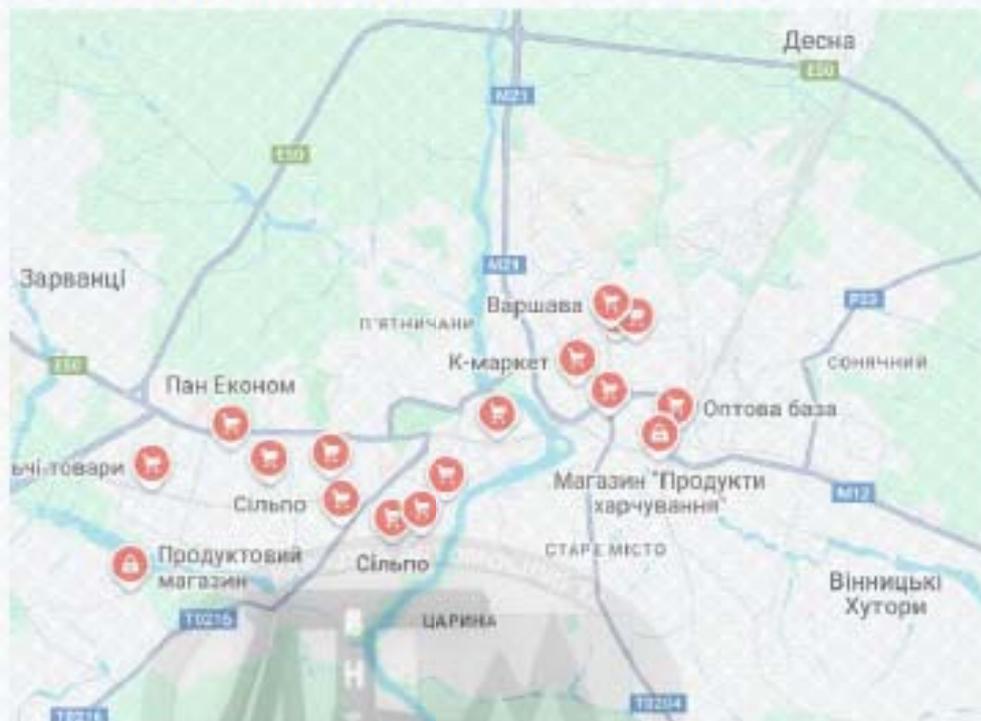


Рисунок 1.13 – Розміщення продуктивних торговельних мереж у Вінниці

Пропонується, що зі складу готової продукції товари доставляються на РЦ дистриб'ютора. Для оптимізації доставки продукції в ланцюзі постачань логістам слід виконати такі основні умови: часове вікно та найменші витрати ресурсів.

Проаналізований процес від замовлення продукції до її доставки в торговельні точки. Замовлення поступають в базу до 16.00. Логіст на протязі певного часу (10 – 20 хв.) займається плануванням маршрутів. Після планування отримуються маршрутні листи з графіком відвідування точок та часом. Відповідно до цього графіку кладівники відбирають товари у відповідному порядку (розраховується системою). Водій зранку з рампи навантажує та перевозить товари. В деяких випадках спостерігаються відставання роботи автомобілів на маршрутах або відхилення від встановленого маршруту (рух водієм в зворотному напрямку). Важливо звертати увагу на час перебування водіїв в торговельній точці. Один водій

може там знаходитися 5 хв., а інший – 30 хв. Відхилення від раціональних параметрів спостерігаються при доставці товарів в наступних ланках ланцюга постачань: від виробництва до розподільчого центру та з розподільчого центру в торгівельну мережу.

Для підвищення ефективності доставки продукції логістичним підрозділом ТОВ «Кондитер-С» рекомендуються наступні заходи:

1. Покращення процесу консолідації дрібних партій вантажів шляхом використання розподільчих центрів.
2. Формування змішаних партій вантажу на основі маршруту, ваги, сумісності при транспортуванні.
3. Скорочення часу складських операцій на основі використання технології крос-докінгу.
4. Контроль за зменшенням холостих пробігів та часу простою під навантаженням-розвантаженням на маршруті руху. Якщо є невідвідувані точки маршруту за рахунок відставання від графіку (наприклад на 2 години) слід оперативно відреагувати на проблему та підключити іншого водія. Рекомендовано синхронізувати програму по маршрутах та навігатор. Підсилення контролю забезпечує дотримання встановленого маршруту.
5. Контроль за часом знаходження водіїв в пунктах призначення.
6. Обслуговування додаткових заявок та різних вантажопотоків.
7. Оптимізація персоналу логістики та відсторонення від процесу водіїв, які не виконують належним чином заплановані транспортні процеси.
8. Розробка корпоративної моделі розвитку транспортної системи підприємства.

Реалізація наведених вище заходів дозволить логістичній службі досягти економії фінансових коштів, підвищити якість доставки та лояльність клієнтів.

### 1.3 Аналіз наукових праць щодо ефективних технологій доставки вантажів

Сучасні технології доставки вантажів активно розвиваються. Технологія доставки — це сукупність методів, прийомів, технічних засобів та організаційних процедур, що забезпечують переміщення вантажу від відправника до отримувача з необхідним рівнем швидкості, надійності, безпеки та витрат. Розглянуті основні технології, які вже застосовуються або перебувають на стадії розробки та аналізуються у працях науковців з транспортних технологій [7-9]. Ефективні організаційно технічні рішення з доставки вантажів наведені на рисунку 1.14.



Рисунок 1.14 – Ефективні організаційно-технічні рішення з доставки вантажів

Наведені вище засоби покращення доставки вантажів є відносно різномірними. Перші є організаційними та передбачають формування раціональної організаційної структури логістичного каналу на основі аналізу доцільності використання різних видів транспортних засобів та складських систем. Розвиток мікрологістичних систем дає можливість формувати раціональні транспортні процеси: сортувати вантажі на складі, визначати вигідні маршрути руху та виконувати оперативну доставку збірних вантажів різним клієнтам. Важливими є використання ймовірнісних методів аналізу ризиків в процесі транспортування продукції та оцінки взаємного впливу вантажів у процесі транспортування.

Друга група засобів з покращення технології доставки вантажів включає використання в процесі перевезень різних технічних засобів та інформаційних продуктів. До технічних засобів належать сучасні автомобілі та пакувальні матеріали для вантажів, а також застосування для переміщення на невеликі відстані дронів та роботів. До інформаційних продуктів належать програми для управління транспортними процесами та складами, а також розвиток цифрових платформ та додатків для учасників транспортного процесу.

Більш детально проаналізовані перші три заходи, які надалі будуть реалізовані в роботі.

1. Формування раціональних параметрів каналів розподілу продукції впливає на послідовність та ефективність подальших транспортних та складських процесів. Кожне підприємство вибудовує свій ланцюг поставок. При цьому, організації, які його формують є нерівноцінними. Основною виступає фокусна (центральна) компанія від якої будується подальший ланцюг. Організація може бути одночасно фокусною компанією власного ланцюга поставок і одним з учасників інших ланцюгів.

Дж. Сток, Д. Лаберт та Л. Еллерм визначають, що ланцюгом постачань можна вважати певну послідовність фірм, які «приводять» продукт або послугу на ринок [10-12]. Логістичний ланцюг (logistical chain) — це лінійно

впорядкована кількість фізичних та/чи юридичних осіб (виробників, перевізників, складів, посередників, тощо), які виконують певні логістичні операції з доведення матеріального потоку від однієї логістичної системи до іншої або до кінцевого споживача [10-12]. В ланцюзі постачань розглядається управлінська, інформаційна та транспортна інтеграція. Саме транспортна ланка забезпечує рух матеріального потоку в єдиній логістичній системі. Транспортні процеси є найбільш витратними за часом та фінансами.

Від розташування пунктів вантажовідправлення та вантажопризначення залежить конфігурація розподільчої мережі та організаційна структура ланцюгів постачань. Також, вона залежить від вартості вантажу, його габаритних та вагових параметрів, терміну зберігання, доступності, розміру підприємства, територіальних масштабів його діяльності, потрібного терміну доставки тощо (рисунок 1.15).



Рисунок 1.15 – Аналіз впливу різних факторів на конфігурацію ланцюга постачань

Вантажі масового споживання мають великий обсяг поставок за відносно низької вартості. Для вантажів масового споживання характерні великі обсяги поставок за відносно низької вартості. Часто використовуються ланцюги через РЦ: виробник відправляє товари на РЦ, звідки вони розподіляються по магазинах. Це дозволяє оптимізувати запаси та транспортні витрати. Також застосовуються прямі поставки «виробник – магазин» через оптового дистриб'ютора, а іноді — комбіновані варіанти для гнучкого

реагування на попит. Головна мета таких ланцюгів — швидкий оборот товару та мінімізація логістичних витрат.

2. Розвиток мікрологістики та доставка на останній милі. Мікрологістика — це управління рухом товарів у межах міста або локальної території, з акцентом на ефективне задоволення потреб кінцевого споживача. Вона охоплює складування, сортування, пакування та доставку невеликих партій товарів. Особливої уваги потребує доставка на останній милі — фінальний етап постачання, коли товар доставляється безпосередньо споживачу. Цей етап є найвитратнішим та найскладнішим, адже включає невеликі партії, численні адреси та часові обмеження. Ключовим чинником підвищення ефективності є формування раціональних маршрутів. Це передбачає:

- оптимізацію порядку відвідування точок доставки для зменшення пробігу;
- врахування трафіку, часу пік та обмежень по часу доставки;
- комбінування маршрутів для збільшення завантаженості транспортних засобів;
- використання цифрових систем планування та алгоритмів маршрутизації.

3. Ймовірнісні підходи у транспортній логістиці. Логістичний інструмент визначення сумісності вантажів з урахуванням випадкових факторів є розвитком наукових підходів до управління вантажоперевезеннями, що передбачає впровадження ймовірнісних методів аналізу ризиків та оцінки взаємного впливу вантажів у процесі транспортування. Запропонований логістичний інструмент визначення сумісності вантажів з урахуванням випадкових факторів ґрунтується на принципах стохастичного аналізу та дозволяє оцінювати можливість спільного транспортування різних груп вантажів не за статичними, а за змінними параметрами, що відображають реальні умови руху та експлуатації.

Традиційні підходи до оцінки сумісності передбачають фіксовані умови взаємодії вантажів і не враховують вплив неконтрольованих чинників, таких як коливання температури, вібраційні навантаження, можливі протікання, ймовірність механічних пошкоджень або непередбачених контактів. У той час як розроблений інструмент враховує їх як випадкові величини, що дає змогу перейти від номінальних нормативних оцінок до ймовірнісного прогнозування ризиків.

Розвиток підходу проявляється у:

- застосуванні ймовірнісних моделей для визначення сумісності вантажів;
- побудові матриць ризиків взаємного впливу з урахуванням стохастичної природи факторів;
- можливості порівняння альтернативних варіантів комплектування вантажів за рівнем небезпеки спільного транспортування;
- інтеграції інструмента у процес планування маршруту та вибору транспортного засобу;
- створенні умов для прийняття раціональних та обґрунтованих логістичних рішень.

Таким чином, інструмент є логічним розвитком сучасних наукових підходів до управління вантажоперевезеннями, оскільки переводить процес оцінки сумісності вантажів у простір моделювання невизначеності, дозволяючи підвищити безпеку та ефективність транспортування.

Цифрові платформи та мобільні додатки, блокчейн, системи управління складами (WMS) та системи управління транспортом належать до сучасних інформаційних технологій, що широко застосовуються в логістиці.

Автономні транспортні засоби, гібридні та електричні вантажні автомобілі, дрони для доставки дрібних вантажів, використання роботів, «розумні» упаковки — це інноваційні технології, що формують новий етап розвитку логістики та є технологіями майбутнього для України.

#### 1.4 Висновки за розділом 1

1. Охарактеризована логістична та транспортна діяльність ТОВ «Кондитер-С». Підприємство займається виробництвом та торгівлею продуктів харчування, які мають масове споживання на ринку. Виробляє та продає кондитерські вироби та консерви. Також займається продажем та доставкою більш широкої номенклатури вантажів, в тому числі соняшникової олії, напоїв, чаю та макаронних виробів.

Персонал ТОВ «Кондитер-С» розвиває логістику та здійснює перевезення продукції автомобільним транспортом в різні торговельні мережі. Проаналізована динаміка фінансово-економічних показників за 5 років. Прибуток був позитивним у 2020–2023 рр., але в 2024 р. зафіксовано невеликий збиток. Спостерігається стабільна структура балансу, а саме: активи у 2024 р. — 142 млн. грн., зобов'язання — 138 млн. грн. Збиток у 2024р. може свідчити про зростання витрат, головним чином на логістику. Адже автомобільні перевезення продукції потребують ретельного планування та оптимізації. Зростання продажів вимагає більшого охоплення ринку, але обмежені фінансові ресурси зумовлюють необхідність економії, підвищення ефективності маршрутів та раціонального використання автопарку. Проаналізована робота відділу маркетингу та логістики, який здійснює товарорух продукції. Безпосередньо фізичним розподілом вантажів займається логістичний підрозділ. Поєднання трьох видів розподілу, які забезпечуються роботою відділу маркетингу та логістики дає позитивний синергетичний ефект.

Наведена характеристика основних техніко – експлуатаційних показників роботи рухомого складу, виявлені недоліки в роботі автомобілів. Кількість рухомого складу за останні 4 роки збільшується. Доля вантажного пробігу в загальному має тенденцію до зниження.

2. Виконаний аналіз процесу доставки продукції масового споживання. Наведений відсотковий розподіл обсягів перевезень, де 70% займають кондитерські вироби, консерви та соняшникова олія. Наведені

правила перевезень для зазначених вантажів з урахуванням факторів сумісності в процесі транспортування. Кондитерські вироби є сумісними з консервами та соняшниковою олією за умови герметичного упакування. Розроблена технологія доставки вантажів, яка включає 9 етапів та визначає вимоги до процесу перевезень. Доставка продукції до кінцевих споживачів – це складний та багатогранний процес, який потребує уважності до законодавства, безпеки та якості продукції на кожному етапі доставки. Запропоновані логістичні канали розподілу власної готової продукції та інших виробників.

Для підвищення ефективності доставки продукції логістичним підрозділом ТОВ «Кондитер-С» рекомендуються наступні першочергові заходи: покращення процесу консолідації дрібних партій вантажів шляхом використання розподільчих центрів; формування змішаних партій вантажу на основі маршруту, ваги, сумісності при транспортуванні; скорочення часу складських операцій на основі використання технології крос-докінгу; контроль за зменшенням холостих пробігів та часу простою під навантаженням-розвантаженням на маршруті руху. Наведені заходи запропоновано включити в корпоративну стратегію розвитку транспортної системи підприємства.

3. Проведений моніторинг наукових праць щодо ефективних технологій доставки вантажів. Сучасні технології доставки активно розвиваються та класифікуються за різними ознаками: технічними, організаційними тощо. Наведені 10 організаційно-технічних рішень з доставки вантажів, які вже застосовуються або перебувають на стадії розробки. Для подальшого дослідження виділені наступні заходи: формування раціональних параметрів ланцюга постачань, розвиток мікрологістики та доставка на останній милі, а також ймовірнісні підходи у транспортній логістиці.

## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

2.1 Науково-практичний аналіз сумісності вантажів масового споживання з урахуванням випадковості подій

Проведений науково-практичний аналіз сумісності вантажів масового споживання в процесі транспортування з урахуванням випадковості подій. Розглянуті можливі причини компрометації кондитерських виробів під час перевезення: контакт (передача запаху або жиру при спільному завантаженні), температурні екскурсії, механічні удари або пошкодження упаковки. Прийнято, що ці події умовно незалежні. Для кожного джерела ризику задано ймовірність (на одиничну поїздку). Якщо вантаж co-loaded (змішаний), то контактна ймовірність дорівнює  $p_{\text{contact}}$  (залежно від виду: олія, консерви або обидва). Комбінована ймовірність компрометації при незалежних причинках розрахована за формулою:

$$P_{\text{comp}} = 1 - \prod_i (1 - p_i), \quad (2.1)$$

де  $p_i$  - ймовірності компрометації вантажів в транспортній системі в залежності від типу подій.

Вихідні параметри моделі представлені в таблиці 2.1.

Ймовірність впливу температурної екскурсії:

$$P_{\text{temp\_component}} = P_{\text{temp}} \cdot P_{\text{temp\_effect}} = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03.$$

Ймовірність впливу механічних пошкоджень:

$$P_{\text{shock\_component}} = P_{\text{shock}} \cdot P_{\text{shock\_effect}} = 0,05 \cdot 0,40 = 0,02.$$

Таблиця 2.1 - Ймовірність компрометації вантажів

Тип події	Опис	Ймовірність події (P)	Додатковий ефект / ймовірність впливу на КВ
Контакт вантажів	Олія та КВ	0,12	—
Контакт вантажів	Консерви та КВ	0,05	—
Контакт вантажів	Олія та консерви	0,01	Використовується лише для повних сценаріїв
Температурна екскурсія	Перевищення допустимої температури	0,1	Якщо екскурсія відбулася, додатковий вплив на КВ становить 0,3
Удари	Механічні пошкодження під час транспортування	0,05	Якщо подія відбулася, вплив на КВ становить 0,4

Загальна ймовірність негативного впливу на КВ з урахуванням сумісного перевезення з олією:

$$P_{\text{компл\_oil}} = 1 - (1 - p_{\text{contact\_oil}}) \cdot (1 - p_{\text{temp\_component}}) \cdot (1 - p_{\text{shock\_component}});$$

$$P_{\text{компл\_oil}} = 1 - (1 - 0,12) \cdot (1 - 0,03) \cdot (1 - 0,02) = 0,84295;$$

$$P_{\text{компл\_oil}} = 1 - 0,84295 \approx 0,157.$$

Таким чином, ймовірність того, що КВ постраждають через контакт з олією, температурну екскурсію або удари, становить близько 16 %.

Для оцінки ймовірності подій та ризиків у складних системах може бути використана чисельна імітація Монте-Карло. Це метод прогнозування на основі великої кількості випадково згенерованих сценаріїв, що дозволяє оцінити ймовірність подій та ризиків у складних системах. В роботі, згідно завдання прийнято, що із 20 тис. поїздок для набору сценаріїв ( $N=20000$ ), поїздки зі змішаними вантажами змінюється від 0 до 1 (крок 0,1).

Для «змішаних» перевезень зроблені наступні припущення при перевезенні кондитерських виробів: 5% мають одночасно олію та консерви, а решта розподілена порівну між «тільки олія» та «тільки консерви». Отриманий емпіричний ризик компрометації КВ використовується як функція

частки змішаних вантажів для подальшого моделювання ризиків. На рисунку 2.1 наведений графік, який характеризує ризики пошкодження кондитерських виробів в залежності від частки змішаних вантажів.

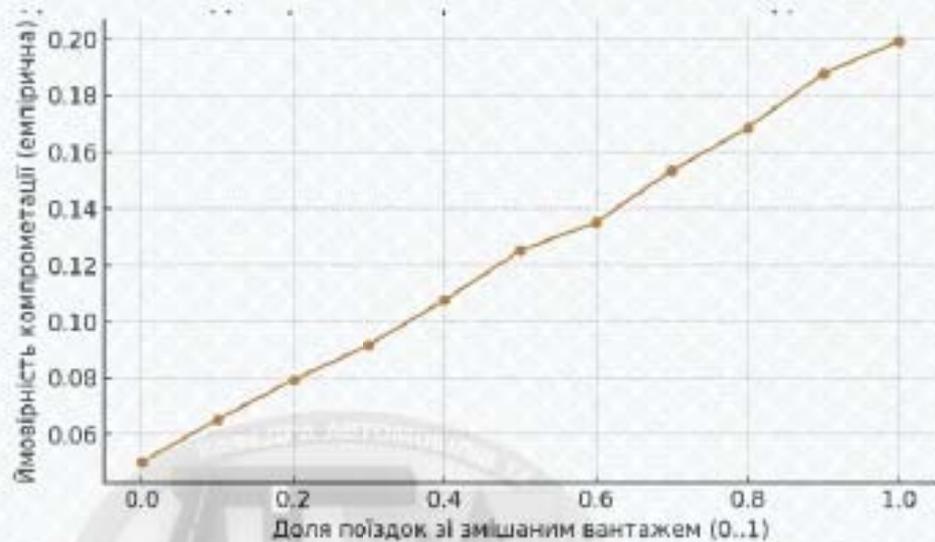


Рисунок 2.1 – Графік ймовірності пошкодження кондитерських виробів в залежності від частки змішаних вантажів

Нижче наведена діаграма частоти компрометації вантажів (рисунок 2.2).

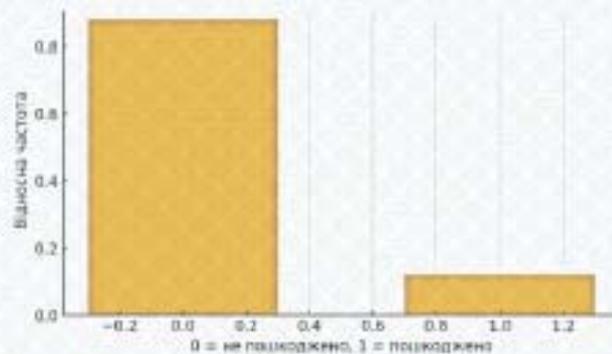


Рисунок 2.2 - Діаграма частоти компрометації вантажів (при 50% змішаних вантажів)

На поданій діаграмі зображено частоту компрометації вантажів у сценарії, де 50% вантажів у партії є змішаними. Вона має дві основні колонки — для станів «не пошкоджено» та «пошкоджено», що дозволяє оцінити

емпіричний ризик псування вантажу в процесі транспортування. Перший стовпець (має значення 0,85–0,90) демонструє, що приблизно 85–90% вантажів залишаються неушкодженими, навіть при змішаному завантаженні. Другий стовпець (приблизно має значення 0,10–0,15) показує, що 10–15% вантажів зазнають пошкодження або ризику псування.

Таким чином, за умов 50% змішаного складу вантажів ймовірність компрометації не є критично високою, але й не нульова. На графіку добре видно асиметрію — безпечний стан домінує, але існує відчутний ризик, який варто враховувати при плануванні транспортування.

На рисунку 2.3 наведена діаграма середньої абсолютної еластичності ризику компрометації вантажу залежно від зміни окремих параметрів моделі.

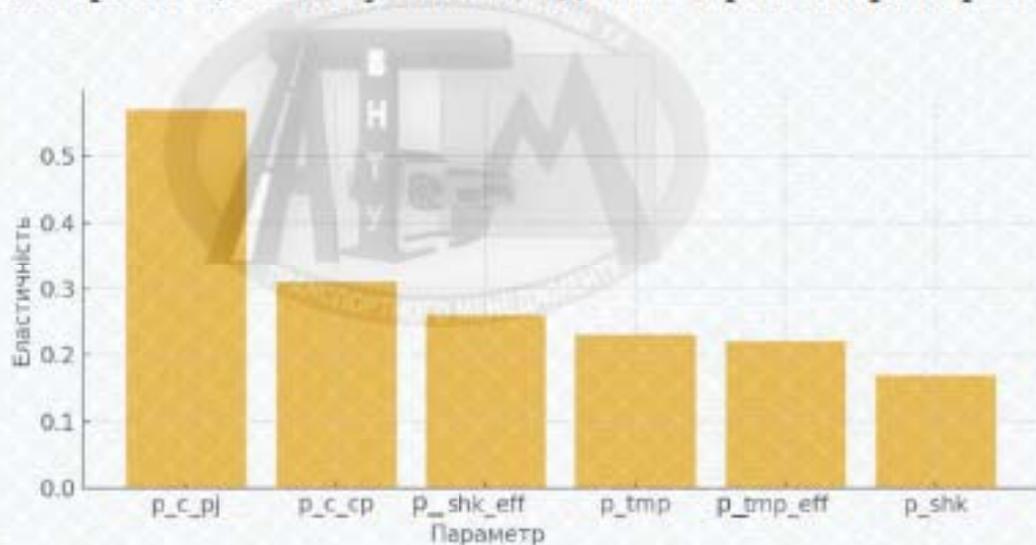


Рисунок 2.3 - Діаграма середньої абсолютної еластичності ризику компрометації вантажу залежно від зміни окремих параметрів моделі

Дана діаграма відображає, наскільки зміна кожного параметра впливає на загальний рівень ризику. По осі X – параметри моделі, а по осі Y – середня еластичність ризику (у відносних одиницях). Чим вище значення, тим суттєвіший вплив параметра на зміну ризику при невеликих варіаціях цього параметра. В таблиці 2.2 наведена характеристика впливу кожного параметру на зміну ризику.

Таблиця 2.2 – Характеристика впливу параметрів на зміну ризику

Умовне позначення	Значення	Характеристика впливу на ризик
$P_{c_{pj}}$	Ймовірність контакту між вантажами	Найбільший
$P_{ct_{cp}}$	Інша форма контакту, в тому числі перехресної взаємодії вантажів	Помірний
$P_{shk_{eff}}$	Вплив трясіння або ударів при транспортуванні	Помірний
$P_{tmp}$	Ризики, пов'язані з температурою	Помірний
$P_{shk}$	Ймовірність пошкодження від вібрацій та (або) ударів	Найменший

Аналізуючи вище наведену інформацію, слід зазначити, що ризик у першу чергу чутливий до параметрів, пов'язаних із фізичним контактом вантажів. Зміна температурних факторів та ударів також впливає на ризик, але слабше. Такий графік корисний для визначення, які параметри потрібно контролювати жорсткіше, щоб мінімізувати ризики при перевезеннях. Таким чином, при сумісному перевезенні слід виконувати наступні дії: розділяти за рахунок перегородок та правильно фіксувати вантажні одиниці.

## 2.2 Ймовірнісний аналіз ризикових комбінацій вантажів під час транспортування

У процесі транспортування різнорідних вантажів важливим завданням є оцінювання ризику виникнення комбінацій продукції обмеженої сумісності, що можуть негативно вплинути на її якість, безпечність або умови перевезення. Для кількісної оцінки такого ризику застосовуються закони розподілу випадкових величин. Одним із найбільш придатних для моделювання подій, що трапляються рідко та випадково, є Пуансонівський розподіл.

Випадковою величиною вважаємо кількість виявлених випадків несумісного розміщення вантажів у транспортному засобі в межах одного рейсу. Пуасонівський закон описує кількість подій, що трапляються у фіксованому інтервалі часу або простору випадково та незалежно одна від одної за сталої інтенсивності.

Нижче наведене аналітичне дослідження закону розподілу для трьох пар вантажів. Позначимо  $X$  — кількість випадків несумісного розміщення певної пари вантажів в одному рейсі. На основі товарних та транспортних властивостей враховані умови сумісності вантажів та обрані інтенсивності за рейс:

- кондитерські вироби та консерви (сумісні, однак потребують особливого контролю),  $\lambda=0,02$  (дуже рідко — мінімальний ризик);
- консерви та соняшникова олія (сумісні),  $\lambda=0,05$  (низький ризик);
- кондитерські вироби та соняшникова олія (несумісні),  $\lambda=0,15$  (помірний ризик).

Формула Пуасонівської ймовірності:

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (2.2)$$

Розрахована ймовірність випадків розміщення для пари кондитерські вироби та консерви ( $\lambda=0,02$ ):

$$P(0)=e^{-0,02}=0,980199; \quad P(1)=0,02 e^{-0,02}=0,019604;$$

$$P(2)=(0,02^2/2) \cdot (e^{-0,02})=0,000196; \quad P(\geq 3)=1-(P(0)+P(1)+P(2))\approx 0,000001.$$

Ймовірність принаймні однієї несумісності на рейс дорівнює  $1-P(0)\approx 0,019801$  або 1,98%.

Розрахована ймовірність випадків розміщення для пари консерви та соняшникова олія ( $\lambda=0,05$ ):

$$P(0)=e^{-0,05}=0,951229;$$

$$P(1)=0,05 e^{-0,05}=0,047561$$

$$P(2)=(0,05^2/2) \cdot e^{-0,05}=0,001189;$$

$$P(\geq 3)=1-(P(0)+P(1)+P(2))\approx 0,000021.$$

Ймовірність принаймні однієї несумісності дорівнює  $1-P(0)\approx 0,048771$  або приблизно 4,88%.

Розрахована ймовірність випадків розміщення для пари кондитерські вироби — соняшникова олія ( $\lambda=0,15$ ):

$$P(0)=e^{-0,15}=0,860708;$$

$$P(1)=0,15 e^{-0,15}=0,129106;$$

$$P(2)=(0,15^2/2) \cdot e^{-0,15}=0,009679;$$

$$P(\geq 3)=1-(P(0)+P(1)+P(2))\approx 0,000507.$$

Ймовірність принаймні однієї несумісності дорівнює  $1-P(0)\approx 0,139292$  або 13,93%.

Таким чином сумісні або відносно сумісні вантажі мають низькі  $\lambda$  та відповідно низьку ймовірність помилок комплектації (приблизно 1–5% для принаймні однієї помилки). Найбільш несумісна пара (КВ — олія) має істотно вищий ризик (приблизно 14% на рейс), тобто в середньому приблизно 1 з 7 рейсів може містити хоча б одну несумісну компоновку цієї пари. Тому, запропоновані наступні практичні рекомендації для пар вантажів:

1. При  $P(\geq 1) < 5\%$  - достатній стандартний контроль (візуальна перевірка, список компоновки).
2. При  $5\% \leq P(\geq 1) < 10\%$  - підсилити контроль (маркування місць, контрольна перевірка до закриття кузова);
3. При  $P(\geq 1) \geq 10\%$  - впровадити жорсткі заходи.

Таким чином, для пари КВ – олія слід впровадити наступні заходи:

- зонування кузова (фізичний бар'єр або палети-розділювачі);
- окрема тарілка/піддон і запахопоглинаюча упаковка для КВ;
- обов'язкова інструкція для вантажників та двоетапна перевірка

(вантажник + контролер);

- ведення статистики та періодичний перегляд  $\lambda$ .

Нижче наведений графік Пуасонівського розподілу (рисунок 2.4) для трьох інтенсивностей ( $\lambda=0,02$ ;  $\lambda=0,05$ ;  $\lambda=0,15$ ).

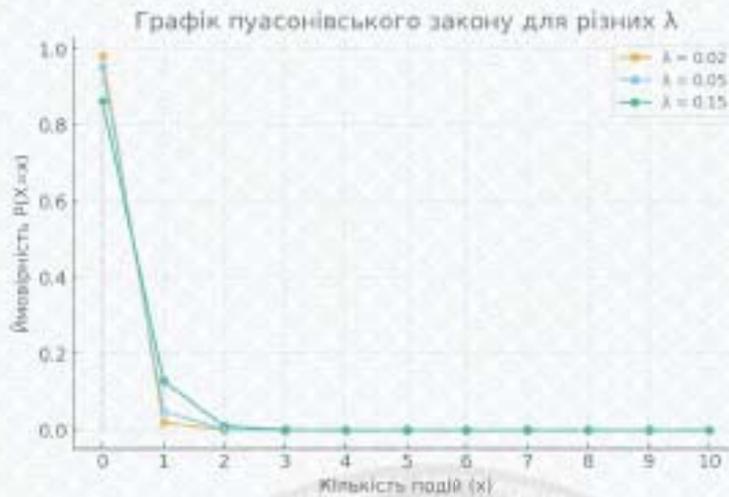


Рисунок 2.4 - Графік Пуасонівського розподілу для трьох інтенсивностей

Криві показують, що при збільшенні  $\lambda$  ймовірність більших чисел подій зростає, а для малих  $\lambda$  розподіл сильно зосереджений біля 0.

### 2.3 Моделювання ефективної системи доставки вантажів

Основними складовими моделі, що характеризує функціонування системи доставки продукції масового споживання через розподільчий склад торгово-закупівельних підприємств протягом довільного інтервалу часу є:

- потреби у доставці (інформаційний потік заявок на доставку та відповідний йому вантажопотік);

- можливості (транспортні, складські та експедиційні) системи доставки;

- структурні елементи системи, такі як: транспортна мережа (ТМ), розподільчий центр (РЦ), відправники вантажу (ВВ), вантажоодержувачі (ВО), а також пункти, що одночасно є вантажовідправниками і вантажоодержувачами (ВОВВ). Схема системи доставки, що моделюється наведена на рисунку 2.5.

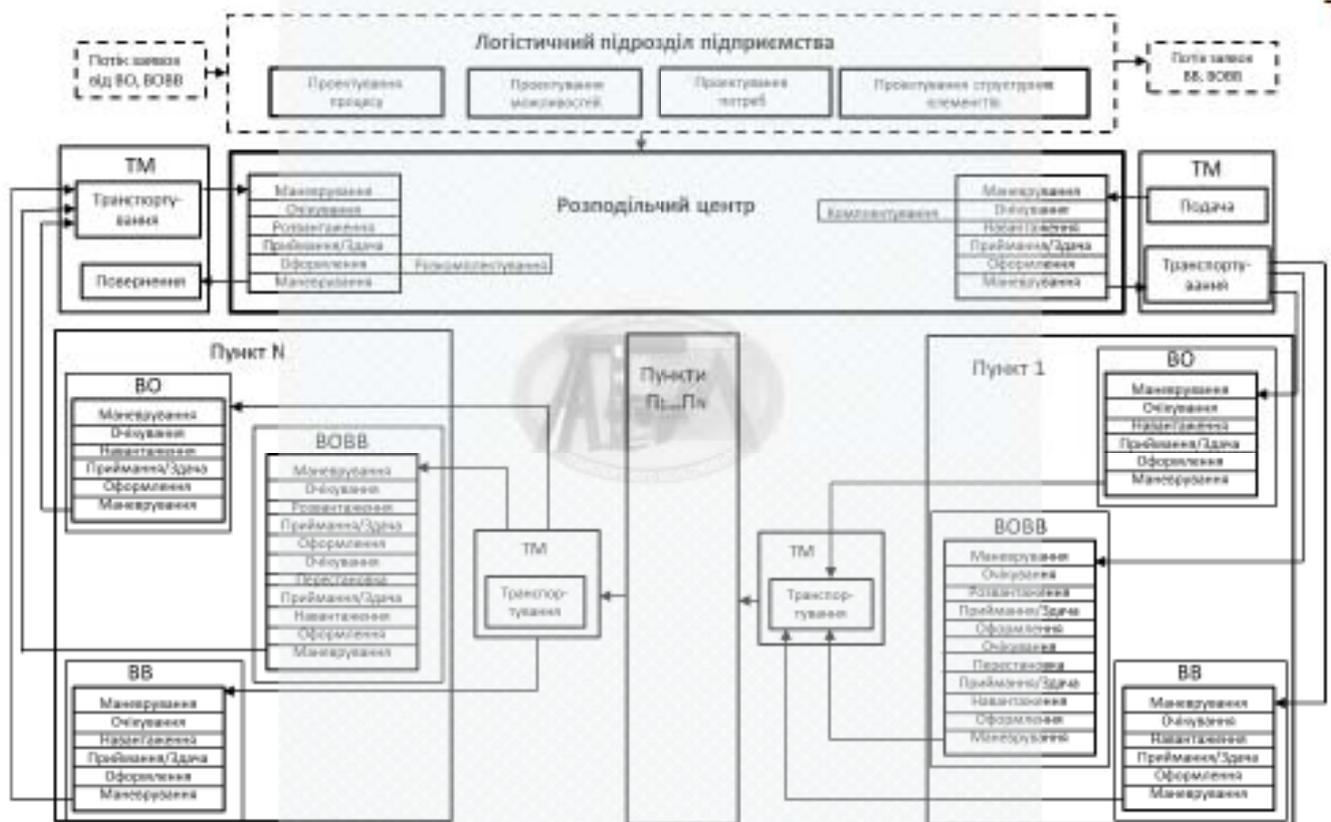


Рисунок 2.5 – Модель системи доставки вантажів

Розроблена модель має низку нових елементів. Зокрема в ній враховується наявність як планових, так і позапланових заявок на доставку. Відповідно до цього у моделі передбачено наявність двох вантажопотоків з різними значеннями їх основних характеристик: кількості заявок ( $K_{\Sigma}^Z$ ), номенклатури ( $H_{\Sigma}^Z$ ), кількості ( $n$ ), маси бруто ( $q$ ), обсягу ( $v$ ) і вартості ( $c$ ) вантажної одиниці.

Основними етапами функціонування моделі доставки є: подача (ПА), транспортування (ТР), повернення (ПВ) і маневрування (МН) автомобіля; комплектування (КП), розукомплектування (РП), навантаження (НВ), розвантаження (РВ), перестановка (ПР) та приймання-здавання (ПЗ) вантажів; очікування (ОЧ) обслуговування; оформлення (ОФ) документів.

Етапи, що виконуються на розподільчому складі та в пунктах доставки, моделюються у вигляді кількості операцій ( $N_{оп}$ ), таких як захоплення та встановлення вантажів, а також переміщення вантажно-розвантажувального засобу з вантажем і без нього. Кількість операцій залежить від маси та обсягу вантажу, який прибув в пункт та продуктивності засобів механізації в одиницю часу [13,14]:

$$N_{оп} = \frac{Q_{\Sigma}^m}{Q_{\Sigma}^a} + \frac{V_{\Sigma}^m}{V_{\Sigma}^a}, \quad (2.3)$$

де  $Q_{\Sigma}^m$ ,  $V_{\Sigma}^m$  – маса бруто та обсяг вантажів, відповідно.

Для організації процесу доставки вантажів система, що моделюється має у своєму розпорядженні транспортні (парк автомобілів), складські (парк вантажно-розвантажувальних механізмів) та експедиційні (штат експедиторів) можливості. У даній роботі однією з основних характеристик транспортних можливостей є вантажомісткість автомобіля. Відповідними характеристиками складських та експедиційних можливостей є максимально-можлива кількість вантажу, що переміщується вантажно-розвантажувальним засобом за одну операцію.

Ефективність функціонування системи доставки в моделі оцінюється за допомогою запропонованого комплексного критерію ( $K_{\Sigma}^{e\phi}$ ), який являє собою комбінацію з показників, що характеризують ступінь задоволення логістичних вимог «у потрібному обсязі» ( $K_1^{e\phi}$ ), «точно в строк» ( $K_2^{e\phi}$ ) і «з мінімальними витратами» ( $K_3^{e\phi}$ ):

$$K_{\Sigma}^{e\phi} = \frac{K_1^{e\phi} \cdot K_2^{e\phi}}{K_3^{e\phi}}. \quad (2.4)$$

Ефективність роботи автомобіля на маршруті оцінюється питомими витратами на доставку вантажу ( $S_{\text{птт}}$ ), що виражаються у вигляді відношення витрат на доставку вантажів за маршрутом ( $S_{\Sigma}^{\Sigma}$ ) до вартості цих вантажів ( $\Sigma B_v$ ):

$$S_{\text{птт}} = S_{\Sigma}^{\Sigma} / \Sigma B_v \quad (2.5).$$

Ефективність доставки вантажів залежить від стану параметрів процесу доставки. Для розробленої моделі на основі спостережень визначена наступна вихідна інформація:

- величина вантажопотоку;
- імовірність надходження заявок на доставку та відмов автомобіля;
- швидкість руху автомобіля;
- характеристика транспортної мережі;
- тривалість виконання логістичних операцій на різних етапів доставки;
- пропускна спроможність пунктів доставки;
- маса бруто та обсяг вантажу, що обробляється за одну операцію.

Для аналітичного дослідження впливу параметра процесу доставки на величину питомих витрат запропоновано використовувати наступні характеристики маршруту: середня відстань між пунктами укрупненої транспортної мережі, завантаження, пробіг та ймовірність відмови автомобіля,

співвідношення між часом обслуговування у пунктах доставки та загальним часом доставки, значення номенклатури «попутних» вантажів при різних способах доставки, а також пробіг і час роботи автомобіля при різних способах доставки «зустрічних» вантажів.

Як характеристики, що визначають транспортну мережу, було обрано кількість пунктів укрупненої транспортної мережі ( $KП_2$ ); середню кількість пунктів доставки в мережі 1-го рівня ( $KП_{сер}$ ), середню відстань між пунктами укрупненої мережі ( $l_2$ ) та мережі 1-го рівня ( $l_1$ ).

При оцінці впливу функціонування розподільчого складу на ефективність системи, як визначальні характеристики запропоновано використовувати середню відстань переміщення вантажу на етапі комплектування ( $r_{сер}$ ), а також середню висоту зберігання вантажів, що комплектуються ( $h_{сер}$ ). Для пропускних можливостей пунктів доставки такими характеристиками є середня кількість вантажників або засобів механізації ( $G_{сер}$ ), а також частка пунктів доставки з можливостями обслуговування всіх марок автомобілів, що використовуються для доставки (РМ).

Також, запропоновано ряд характеристик, що дозволяють проводити оцінку нерівномірності вантажопотоку у вигляді наступних відносин:

- вартості позапланового та загального вантажопотоків ( $NМ_1$ );
- вартості максимального та середнього за тиждень вантажопотоків ( $NМ_2$ );
- вартості вантажопотоків, що доставляють у першу та другу половину дня ( $NМ_3$ );
- площ, що відповідають потоку заявок та загальній транспортній мережі ( $NМ_4$ ).

Як характеристики, що визначають транспортні можливості системи доставки прийняті: марочний склад автомобілів, їх кількість та форма власності. Для складських можливостей такими характеристиками є кількість вантажно-розвантажувальних засобів та тривалість їх роботи. Для експедиційних можливостей – кількість експедиторів. Адекватність

розробленої моделі підтверджується хорошим збігом розрахункових (отриманих за пропонованою моделлю) та експериментальних значень тривалості виконання різних етапів доставки.

Представлений аналіз ефективності доставки вантажів від:

- стану параметрів процесу доставки;
- характеристик можливостей системи доставки та її структурних елементів;
- характеристик вантажопотоку.

Серед параметрів процесу доставки найбільший вплив на величину питомих витрат надає порядок об'їзду пунктів укрупненої транспортної мережі, марка автомобіля, що використовується, а також спосіб доставки «попутних» вантажів. Так, при збільшенні середньої відстані між пунктами укрупненої транспортної мережі в маршруті доставки вдвічі, питомі витрати збільшуються на 20-55% залежно від марки автомобіля, що використовується.

Використання різних марок автомобіля змінює питомі витрати на 30-70%, залежно від пробігу автомобіля на маршруті. При різних способах доставки попутних партій вантажів і значеннях їх номенклатури в кузові автомобіля, питомі витрати змінюються на 15-25%. У зв'язку з цим, забезпечення доставки попутних вантажів різними способами вимагає збільшення простору для пошуку вантажів у кузові автомобіля, що найкращим способом може бути реалізовано при використанні автомобілів з секційними кузовами. Вірогідність відмови автомобіля, спосіб доставки «зустрічних» вантажів, а також залучення експедитора надають незначний (менше 5%) вплив на величину питомих витрат.

Одним із інструментів підвищення ефективності функціонування системи доставки є зменшення нерівномірності вантажопотоку по днях тижня ( $NM_2$ ), годинах доби ( $NM_3$ ) та території доставки ( $NM_4$ ). При перевищенні максимального вантажопотоку над середнім значенням у 1,5 рази ефективність знижується на 20%. Зниження площі транспортної мережі, що відповідає потоку заявок на доставку вдвічі призводить до підвищення

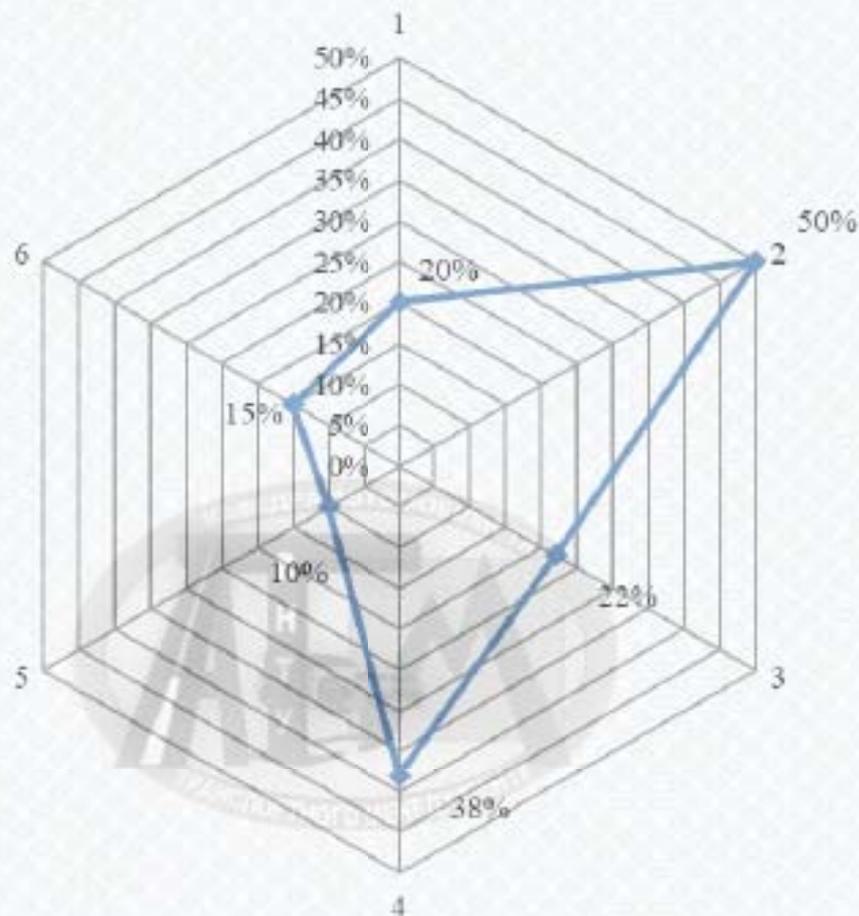
ефективності функціонування системи на 15-60% (залежно від дальності її розташування щодо розподільчого складу). При годинній нерівномірності вантажопотоку, що дорівнює  $\pm 50\%$ , ефективність знижується приблизно на 10-12%. При організації функціонування системи лише з плановими заявками ефективність збільшується в середньому на 7%. Усереднені відсоткові значення можливих змін витрат в залежності від характеристик транспортної системи наведена на рисунку 2.6.

Співвідношення між характеристиками вантажних одиниць (масою бруто, обсягом та вартістю) також значно впливає на показник ефективності. При цьому основною причиною зниження ефективності є невідповідність характеристик вантажних одиниць та можливостей системи, що призводить до недовикористання можливостей. Очевидно, що приведення у відповідність потреб у доставці та можливостей системи є одним із значущих факторів підвищення ефективності функціонування системи доставки вантажів.

Серед характеристик транспортної мережі найбільший вплив на ефективність доставки надають відстані між пунктами. Так, при збільшенні відстані між пунктами укрупненої транспортної мережі на 20% значення показника ефективності знижується на 8%, а також при збільшенні відстані між пунктами доставки в кожній транспортній мережі 1-го рівня значення показника ефективності знижується на 16,4%. Збільшення кількості пунктів укрупненої транспортної мережі на 20% зменшує ефективність на 5%, а аналогічне збільшення кількості пунктів доставки призводить до зниження показника ефективності в середньому на 7%. Наведені результати свідчать про необхідність проектування найбільш раціональної транспортної мережі та оцінки її ефективності при розширенні географії торгової мережі, а також зміну її структури.

Крім цього, аналіз впливу характеристик розподільчого складу та пропускних можливостей пунктів доставки на ефективність функціонування системи показав, що збільшення висоти зберігання комплектованого вантажу

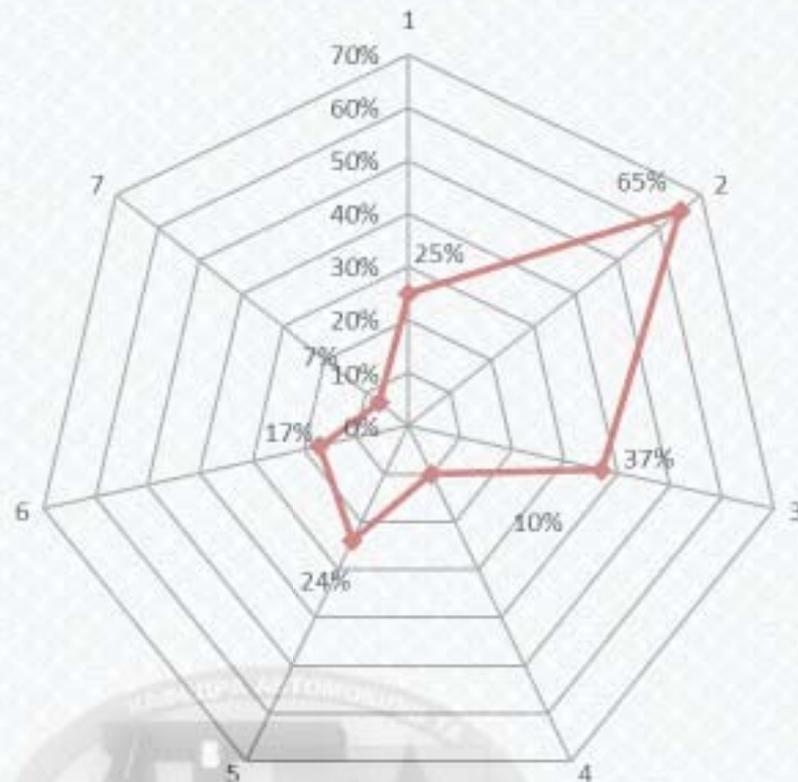
знижує показник ефективності в середньому на 25% залежно від ярусності стелажів.



1- нерівномірність вантажопотоків, 2 - параметри автомобіля,  
 3- способи доставки попутних партій вантажів, 4 – середня відстань між  
 пунктами маршруту, 5 - обслуговування основних та додаткових заявок,  
 6 - співвідношення між характеристиками вантажних одиниць

Рисунок 2.6 – Діаграма зміни витрат в залежності від характеристик транспортної системи

Збільшення відстані переміщення вантажів при комплектуванні на 17% призводить до зниження ефективності на 60% (рисунок 2.7). Отримані результати свідчать про значимість раціонального розміщення товару складі.



- 1 - збільшення висоти зберігання вантажу, 2 - збільшення складських переміщень, 3 - зниження кількості засобів механізації, 4 - зниження пропускнуої можливості пункту доставки (до 10%),  
 5 - нестача або надлишок складських можливостей (до 20%), 6 - нестача або надлишок транспортних можливостей (до 20%),  
 7 - невідповідність експедиційних можливостей (до 20%)

Рисунок 2.7 – Діаграма зниження ефективності доставки в залежності від транспортно-складських параметрів системи

Аналіз впливу пропускних можливостей пунктів доставки на ефективність функціонування системи показав, що при збільшенні середньої кількості вантажників або засобів механізації у пункті доставки з двох до чотирьох збільшує ефективність приблизно на 37%. Доведення пропускних можливостей навіть 10% пунктів доставки до максимальної величини призводить до зростання ефективності середньому на 7,2%. З цього випливає, збільшення пропускних можливостей пунктів доставки одна із

найперспективніших напрямів підвищення ефективності функціонування системи доставки.

Також, в результаті аналізу встановлено, що серед досліджуваних можливостей системи найбільший вплив на показник ефективності надають характеристики складських можливостей. Так, при нестачі та надлишку 20% складських можливостей, значення показника ефективності знижується на 24% та 11% відповідно. Нестача або надлишок транспортних можливостей у розмірі 20%, призводить до зменшення ефективності на 17% і 9% відповідно. Невідповідність експедиційних можливостей оптимальному значенню на величину 20% призводить до зниження ефективності в середньому на 6,3%. Найменший вплив на показник ефективності має форма власності автомобілів, наслідком чого найбільш раціональною формою транспортного обслуговування є аутсорсинг.

Наведені вище моделі дозволили розробити корпоративну стратегію ефективної доставки вантажів, яка містить наступні складові: мету, механізм, перелік інструментів та критеріїв для перевірки ефективності системи. Механізмом виступає використання багатокритеріальної моделі для оцінки впливу параметрів транспортної системи на ефективність технології доставки з урахуванням можливості обробки позапланових вантажопотоків. Запропонований комплексний критерій ефективності, який відповідає основним логістичним принципам доставки: потрібний товар, у необхідних обсягах, точно в строк та з найменшими витратами. Розроблена стратегія наведена на рисунку 2.8.

Нижче наведені інструменти для реалізації механізму:

- поглиблення теоретичних положень щодо особливостей розвитку та вдосконалення транспортних технологій;
- аналіз управління доставкою продукції з урахуванням стохастичності транспортної ланки;

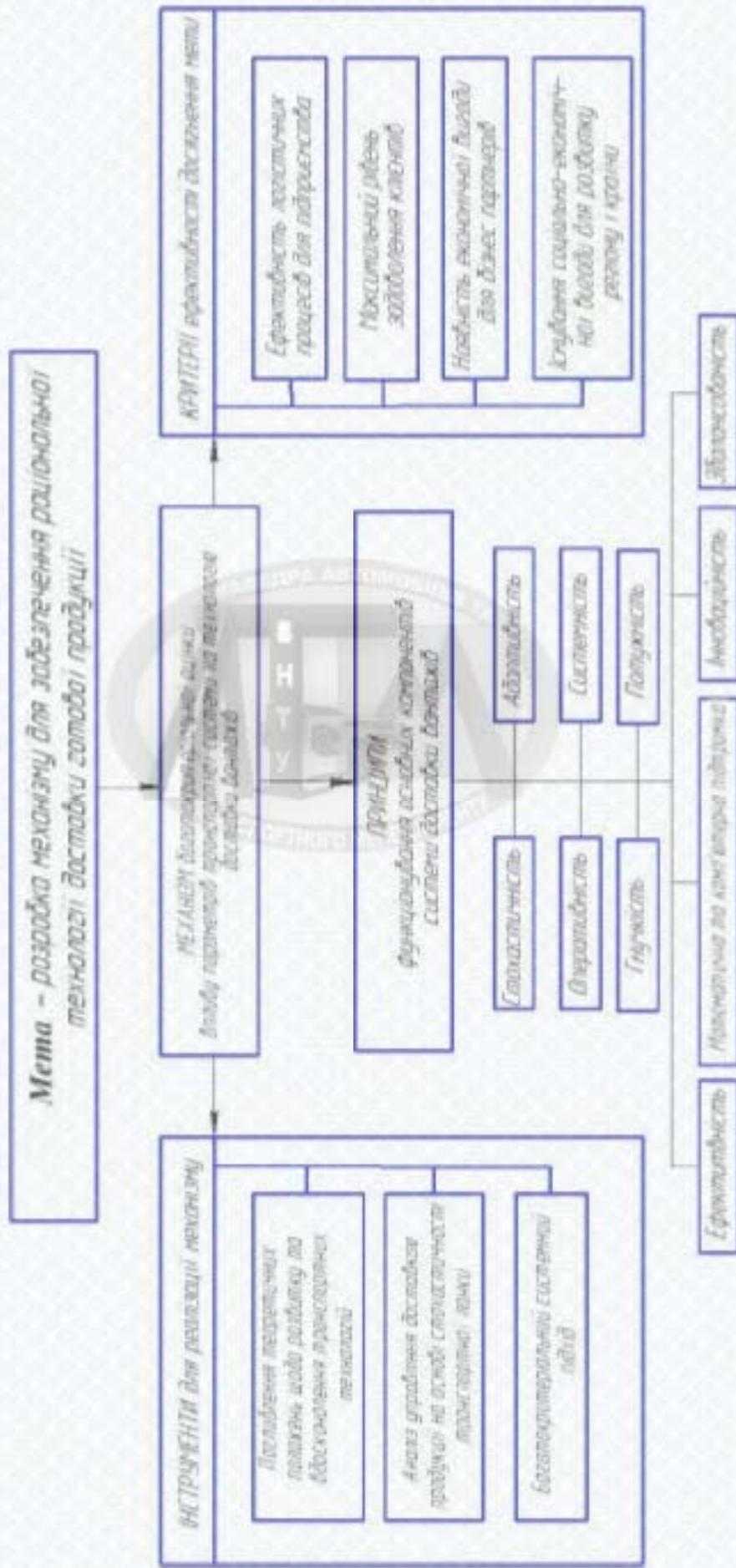


Рисунок 2.8— Структурна схема стратегії забезпечення раціональної технології доставки вантажів

- багатокритеріальний підхід до оцінки впливу параметрів транспортної системи на ефективність технології доставки з урахуванням можливості обробки позапланових вантажопотоків.

Для контролю ефективності досягнення мети використовуються наступні критерії:

- вигоди для підприємства та бізнес – партнерів від якісного переміщення (потрібних товарів в необхідний час) з найменшими витратами;
- максимальна задоволеність споживачів та соціально-економічна вигода для розвитку регіону і країни.

Математична підтримка разом з використанням комп'ютерно-електронних систем є необхідним компонентом при плануванні та реалізації доставки вантажів. Критерій інноваційності передбачає отримання інформації з сучасних інноваційних проектів. Збалансованість є важливою щодо розгляду наявності вигоди для учасників процесу доставки, а також розвитку регіону і країни [15-18]. Стохастичність автомобільних систем обумовлюється впливом на їх функціонування десятків зовнішніх факторів (погодних, суспільних тощо), а також внутрішніх (відмови деяких з 15 000 деталей). Адаптивність є обов'язковою для гнучкого реагування на зміну умов експлуатації та виду вантажів. Без мобільного функціонування транспортно – логістичної системи, товар не можна доставити в заданий час та конкретне місце. Системний підхід дозволяє аналізувати роботу всіх елементів об'єкту та раціоналізувати їх взаємодії.

Використання вище наведеної концепції дозволить підвищити продуктивність системи доставки вантажів, яка визначається за формулою:

$$P_{\text{тр.л}} = q \cdot \gamma \cdot z, \text{ т,}$$

де  $q$  - вантажопідйомність автомобіля, т,

$\gamma$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$z$  - кількість автомобіле заїздів у вантажний пункт ланки.

Для удосконалення технології доставки вантажів необхідно спланувати, як мінімум 4 наступні етапи (рисунок 2.9). Для оцінки транспортних процесів в системі доставки необхідно встановити умови функціонування, виділити керовані параметри та оцінити витратну та дохідну частини. Узагальнена оцінка оптимальності заснована на порівнянні з еталонним значенням. Тому, вплив факторів оцінюється по тому, наскільки вони змінили систему доставки по зрівнянню з еталонним значенням.



Рисунок 2.9 - Блок-схема оцінки потреб та можливостей в транспортній системі

Зниження оцінки результативності системи під впливом  $i$ -го фактору знаходиться за формулою:

$$\Delta E(\Pi_i) = E_e - E(\Pi_i), \quad (2.6)$$

де  $E_e$  – оцінка еталонної ефективності ( $E_e = 1$ );

$E(P_i)$  – оцінка ефективності з урахуванням порушень, які викликані впливом  $i$ -го показника.

#### 1.4 Висновки за розділом 2

1. Виконаний науково-практичний аналіз сумісності вантажів масового споживання з урахуванням випадковості подій. Результати розрахунків показують, що ймовірність того, що КВ постраждають через контакт з олією, температурну екскурсію або удари, становить близько 16 %.

Побудована діаграма, яка характеризує ризики пошкодження кондитерських виробів в залежності від частки змішаних вантажів. За умов 50% змішаного складу вантажів ймовірність компрометації не є критично високою, але й не нульова. На графіку добре видно асиметрію — безпечний стан домінує, але існує відчутний ризик, який варто враховувати при плануванні транспортування. Також, слід зазначити, що ризик у першу чергу чутливий до параметрів, пов'язаних із фізичним контактом вантажів. Наступна діаграма середньої абсолютної еластичності ризику є корисною для визначення параметрів, які потрібно контролювати жорсткіше, щоб мінімізувати ризики при перевезеннях.

2. Проведений ймовірнісний аналіз ризикових комбінацій вантажів під час транспортування. У процесі транспортування різнорідних вантажів важливим завданням є оцінювання ризику виникнення комбінацій продукції обмеженої сумісності, що можуть негативно вплинути на її якість, безпечність або умови перевезення. Для кількісної оцінки такого ризику використаний Пуасонівський закон розподілу випадкових величин. Сумісні або відносно сумісні вантажі мають низькі  $\lambda$  та відповідно низьку ймовірність помилок комплектації (приблизно 1–5% для принаймні однієї помилки). Найбільш несумісна пара (КВ — олія) має істотно вищий ризик (приблизно 14% на

рейс), тобто в середньому приблизно 1 з 7 рейсів може містити хоча б одну несумісну компоновку цієї пари. Таким чином, для пари КВ – олія слід впровадити наступні заходи:

- зонування кузова (фізичний бар'єр або палети-розділювачі);
- окрема тарілка/піддон і запахопоглинаюча упаковка для КВ;
- обов'язкова інструкція для вантажників та двоетапна перевірка (вантажник + контролер);
- ведення статистики та періодичний перегляд λ.

3. Сформована модель ефективної доставки вантажів масового споживання. Основними складовими моделі є потреби у доставці, можливості та структурні елементи системи. Кожна складова моделі характеризується великою сукупністю факторів, які по різному впливають на транспортні процеси. Крім того, модель передбачає обслуговування випадкових заявок та різних за характеристиками вантажопотоків.

Ефективність функціонування системи доставки в моделі оцінюється за допомогою запропонованого комплексного критерію, який враховує виконання потрібного обсягу вантажу, своєчасність доставки та раціональні витрати.

Серед характеристик транспортної мережі найбільший вплив на ефективність доставки надають відстані між пунктами. Так, при збільшенні відстані між пунктами укрупненої транспортної мережі на 20% значення показника ефективності знижується на 7,6%. Використання різних марок автомобіля змінює питомі витрати на 20-70%, залежно від пробігу автомобіля на маршруті. При різних способах доставки попутних партій вантажів і значеннях їх номенклатури в кузові автомобіля, питомі витрати змінюються на 10-20%. Побудовані діаграми зміни витрат в залежності від характеристики транспортної системи та ефективності доставки в залежності від транспортно-складських параметрів системи.

4. Сформована стратегія ефективної доставки вантажів. Вона містить мету, основні принципи та передбачає використання багатокритеріальної моделі для оцінки впливу параметрів транспортної системи на ефективність технології доставки з урахуванням можливості обробки позапланових вантажопотоків. Критеріями ефективності досягнення мети є: вигоди для підприємства та бізнес – партнерів, максимальна задоволеність споживачів, соціально-економічна вигода для розвитку країни.



### 3 РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ПРОДУКЦІЇ МАСОВОГО СПОЖИВАННЯ

#### 3.1 Визначення координат розміщення розподільчого центру

В роботі розглянута логістична система, яка містить 15 магазинів роздрібною торгівлі та 1 розподільчий центр. Координати розташування магазинів роздрібною торгівлі наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Координати учасників в системі доставки вантажів

№ магазину	Координати магазинів		№ магазину	Координати магазинів		№ магазину	Координати магазинів	
	X	Y		X	Y		X	Y
1	1	11	6	8	9	11	17	16
2	10	9	7	19	0	12	5	20
3	16	17	8	6	10	13	11	5
4	5	19	9	14	5	14	9	7
5	4	1	10	5	16	15	17	10

Обсяги замовлення магазинів за днями тижня та видами товарів масового споживання наведені в таблиці 3.2. З розподільчого центру в продуктові магазини буде здійснюватися доставка кондитерських виробів (КВ), консервів (КН), а також чаю, кави та макаронних виробів (ЧКМ). У попередньому розділі була проаналізована сумісність кондитерських виробів, консервів та олії. Визначені певні ризики та ймовірності впливу на КВ зазначених вантажів. Тому, для мінімізації впливів консерви та олію не бажано перевозити з кондитерськими виробами. Однак, при забезпеченні певних технологічних умов, такі перевезення на невеликі відстані у роздрібну мережу можна здійснювати. Адже, для підвищення ефективності доставки запропоновано розширити спектр обслуговування та розглядати додаткові вантажопотоки, формуючи збірні вантажі, що покращить техніко-експлуатаційні показники роботи автомобілів.

Таблиця 3.2 – Обсяг замовлення

№ Магазину	Понеділок			Четвер			П'ятниця		
	КВ	КН	ЧКМ	КВ	КН	ЧКМ	КВ	КН	ЧКМ
1	11	50	52	20	10	21	13	42	23
2	47	18	5	3	8	11	16	1	52
3	0	12	30	33	49	6	0	4	49
4	12	31	14	17	20	41	4	51	23
5	12	7	3	14	25	16	52	52	3
6	53	50	52	4	23	27	38	46	25
7	12	53	3	46	51	13	41	6	7
8	55	45	11	7	30	8	5	13	29
9	0	43	53	20	31	47	2	15	37
10	21	2	41	18	51	21	17	24	1
11	45	39	10	25	14	54	20	23	51
12	29	52	16	15	29	26	52	44	12
13	45	51	15	28	36	37	50	40	55
14	42	0	22	17	46	45	18	32	53
15	8	0	11	35	49	23	24	34	50

Координати розподільчого центру розраховуються за формулами [17]:

$$X_{PI} = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i \cdot X_i)}{\sum_{i=1}^n B_i}; \quad (3.1)$$

$$Y_{PI} = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i \cdot Y_i)}{\sum_{i=1}^n B_i}; \quad (3.2)$$

де  $B_i$  – обсяг замовлень  $i$ -го магазину, кор./тиж.;

$X_i, Y_i$  – координати  $i$ -го магазину, км.

На основі обсягів замовлень (таблиця 3.2), визначений сумарний тижневий вантажопотік магазинів. Результати розрахунків занесені до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Тижневий обсяг замовлень для магазинів

№ магазину	Вантажопотік, $B_i$ кор./тиж	№ магазину	Вантажопотік, $B_i$ кор./тиж	№ магазину	Вантажопотік, $B_i$ кор./тиж
1	242	6	318	11	281
2	161	7	232	12	275
3	183	8	203	13	357
4	213	9	248	14	275
5	184	10	196	15	234

Згідно з формулами 3.1 та 3.2 знаходимо координати розподільчого центру:

$$X_{PC} = (242 \cdot 1 + 161 \cdot 10 + 183 \cdot 16 + 213 \cdot 5 + 184 \cdot 4 + 318 \cdot 8 + 232 \cdot 19 + 203 \cdot 6 + 248 \cdot 14 + 196 \cdot 5 + 281 \cdot 17 + 275 \cdot 5 + 357 \cdot 11 + 275 \cdot 9 + 234 \cdot 17) / 3602 \approx 10;$$

$$Y_{PC} = (242 \cdot 11 + 161 \cdot 9 + 183 \cdot 17 + 213 \cdot 19 + 184 \cdot 1 + 318 \cdot 9 + 232 \cdot 0 + 203 \cdot 10 + 248 \cdot 5 + 196 \cdot 16 + 281 \cdot 16 + 275 \cdot 20 + 357 \cdot 5 + 275 \cdot 7 + 234 \cdot 10) / 3602 \approx 10.$$

Таким чином, раціональне розміщення розподільчого центру знаходиться за координатами:  $X = 10$ ,  $Y = 10$ . Далі, на основі даних про розташування магазинів роздрібної торгівлі та розрахованих координат розподільчого центру, побудована карта-схема району перевезень з розташуванням учасників логістичної системи доставки вантажів (рисунок 3.1). На схемі магазини роздрібної торгівлі позначені колами з відповідними номерами. Розподільчий центр позначений квадратом з відповідною позначкою (PC).

Слід відзначити, що маршрути становлять вертикальні та горизонтальні лінії, які можуть бути використані для поїздок з одного пункту в інший. Транспорт може прямувати тільки горизонтальними або вертикальними

лініями на сітці карти-схеми. На перетині вертикальних і горизонтальних ліній розміщуються розподільчий центр та магазини, що обслуговуються.

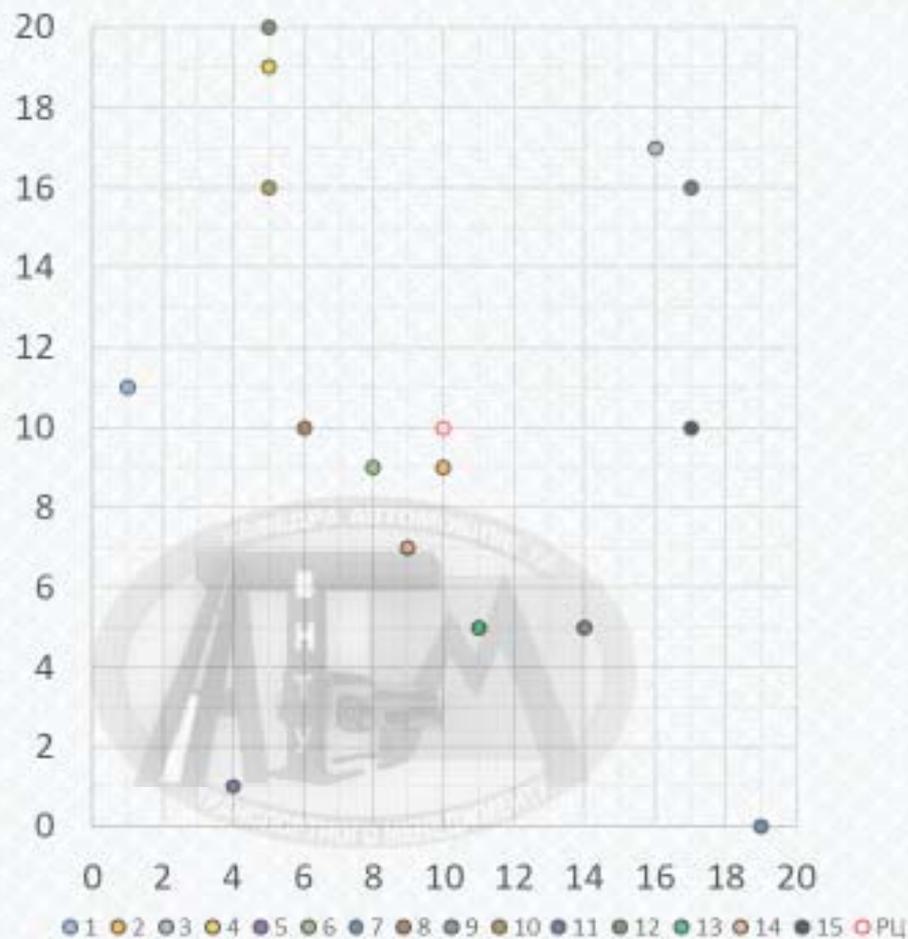


Рисунок 3.1 - Карта-схема району перевезень

Масштаб карти наступний: одна клітинка —  $1 \text{ км}^2$ , тобто довжина сторони клітинки — 1 км. Доставка товарів у магазини може здійснюватися власним або найманим транспортом (у разі перевищення обсягу максимально можливої завантаженості власного транспорту).

### 3.2 Вибір організаційної форми для складських потужностей в системі доставки вантажів

Вибір організаційної форми управління складом є одним із найважливіших логістичних рішень, яке має прийняти підприємство. Необхідно визначити і обрати який шлях буде більш доцільним (економічно

вигідним) для підприємства: володіти власним складом або користуватись послугами складу загального користування, взявши в ньому в оренду необхідні площі. Вибір між організацією власного складу та використанням для розміщення запасів складу загального користування відноситься до класу рішень «зробити або купити». Процес прийняття такого рішення включає в себе наведені нижче чотири етапи [17-22].

Етап 1. Визначення функції  $F_1(Q)$ , яка характеризує витрати на зберігання товарів на найманому складі на основі заданого вантажопотоку:

$$F_1(Q) = C_d \cdot D_k \cdot \frac{3 \cdot Q}{D_p \cdot q} \quad (3.3)$$

де  $C_d$  – добова вартість використання  $1\text{м}^2$  вантажної площі найманого складу, ум. гр. од.;

$3$  - розмір запасу в днях обороту;

$Q$  - річний вантажообіг, т / год.

$D_k$  - кількість днів зберігання запасу на найманому складі за рік (календарних);

$D_p$  - число робочих днів у році;

$q$  - питома навантаження на  $1\text{м}^2$  площі при зберіганні на найманому складі, т/м<sup>2</sup>.

Графік функції  $F_1(Q)$  будується з припущення, що вона носить лінійний характер.

Етап 2. Визначення функції  $F_2(Q)$ , яка показує співвідношення сумарних витрат на зберігання товарів у власному складі:

$$F_2(Q) = F_{зм}(Q) + F_{пост}(Q) \quad (3.4)$$

де  $F_{зм}(Q)$  - залежність витрат на вантажопереробку на власному складі від вантажообігу, тис. ум. гр. од.;

$F_{\text{пост}}(Q)$  - залежність умовно-постійних витрат власного складу від вантажообігу, тис. ум. гр.од.

Функція  $F_{\text{зм}}(Q)$  - приймається лінійною і визначається з урахуванням розцінок за виконанням логістичних операцій:

$$F_{\text{зм}}(Q) = Q \cdot d \cdot D_p \quad (3.5)$$

де  $d$  - добова вартість обробки 1 т вантажопотоку на складі, ум. гр. од. / т.

Графік функції  $F_{\text{пост}}(Q)$  паралельний осі абсцис, так як постійні витрати  $C_{\text{пост}}$  не залежать від вантажообігу. Сюди відносяться: амортизація обладнання  $C_{\text{аморт}}$ , оплата електроенергії  $C_{\text{ел}}$ , заробітна плата управлінського персоналу та спеціалістів  $C_{\text{зн}}$ .

Етап 3. На перетині графіків функцій  $F_1(Q)$  і  $F_2(Q)$  знаходять абсцису точки  $Q_6$ , в якій витрати на зберігання запасу на власному складі рівні витратам за користування послугами найманого складу. Ця точка називається «вантажобігом байдужості».

Також точку «вантажобігу байдужості» можна знайти за формулою:

$$Q_6 = \frac{Q \cdot F_{\text{пост}}(Q)}{F_1(Q) - F_{\text{зм}}(Q)} \quad (3.6)$$

Етап 4. При вантажообігу більшому, ніж  $Q_6$  розраховується термін окупності капітальних вкладень у організацію власного складу:

$$t_{\text{окуп}} = \frac{KB}{F_1(Q) - F_{\text{пер}}(Q)} \quad (3.7)$$

де  $KB$  - капітальні вкладення, необхідні для організації власного складу, ум. гр. од.

Розрахунок витрат на оренду складу та функціонування власного складу наведений нижче. Необхідно визначити доцільність побудови власної складу, якщо прогнозований річний вантажообіг майбутнього складу складе 16000 т,

тривалість перебування товарних запасів на складі - 30 днів. На будівництво складу передбачається виділити 900 тис. ум. гр. од., постійні витрати, пов'язані з функціонуванням складу, складають 1301 тис. ум. гр. од., вартість обробки 1 т вантажопотоку – 1,9 ум. гр. од. на добу.

Аналіз ринку складських послуг даної області показав, що середня вартість використання 1 кв. м вантажної площі найманого складу складає 8,3 ум. гр. од. на добу. Питоме навантаження на 1 м<sup>2</sup> площі при зберіганні на найманому складі становить 0,68 т/м<sup>2</sup>. Кількість робочих днів складу - 256. Нормативний термін окупності капітальних вкладень складає 3-5 років.

Нижче наведений розрахунок витрат на оренду складу та функціонування власного складу

1. Залежність витрат  $F_1(Q)$ , пов'язаних із зберіганням товарної продукції на орендованому складі:

$$F_1(16\ 000) = 8,3 \cdot 365 \cdot \frac{30 \cdot 16000}{256 \cdot 0,68} = 8353,4 \text{ тис. ум. гр. од.}$$

2. Змінні витрати розраховані нижче:

$$F_{зм}(16\ 000) = 16000 \cdot 1,9 \cdot 256 = 7782,4 \text{ тис. ум. гр. од.}$$

3. Постійні витрати не залежать від обсягу вантажообігу:

$$F_{пост}(0) = 1301 \text{ тис. ум. гр. од.}$$

$$F_{пост}(16\ 000) = 1301 \text{ тис. ум. гр. од.}$$

4. Значення загальних витрат на функціонування власного складу згідно з формулою 3.4 становить:

$$F_2(0) = 1301 \text{ тис. ум. гр. од.}$$

$$F_2(16000) = 1301000 + 7782400 = 9083,4 \text{ тис. ум. гр. од.}$$

Відповідно до описаних вище залежностей побудовані графіки витрат (рисунок 3.2).

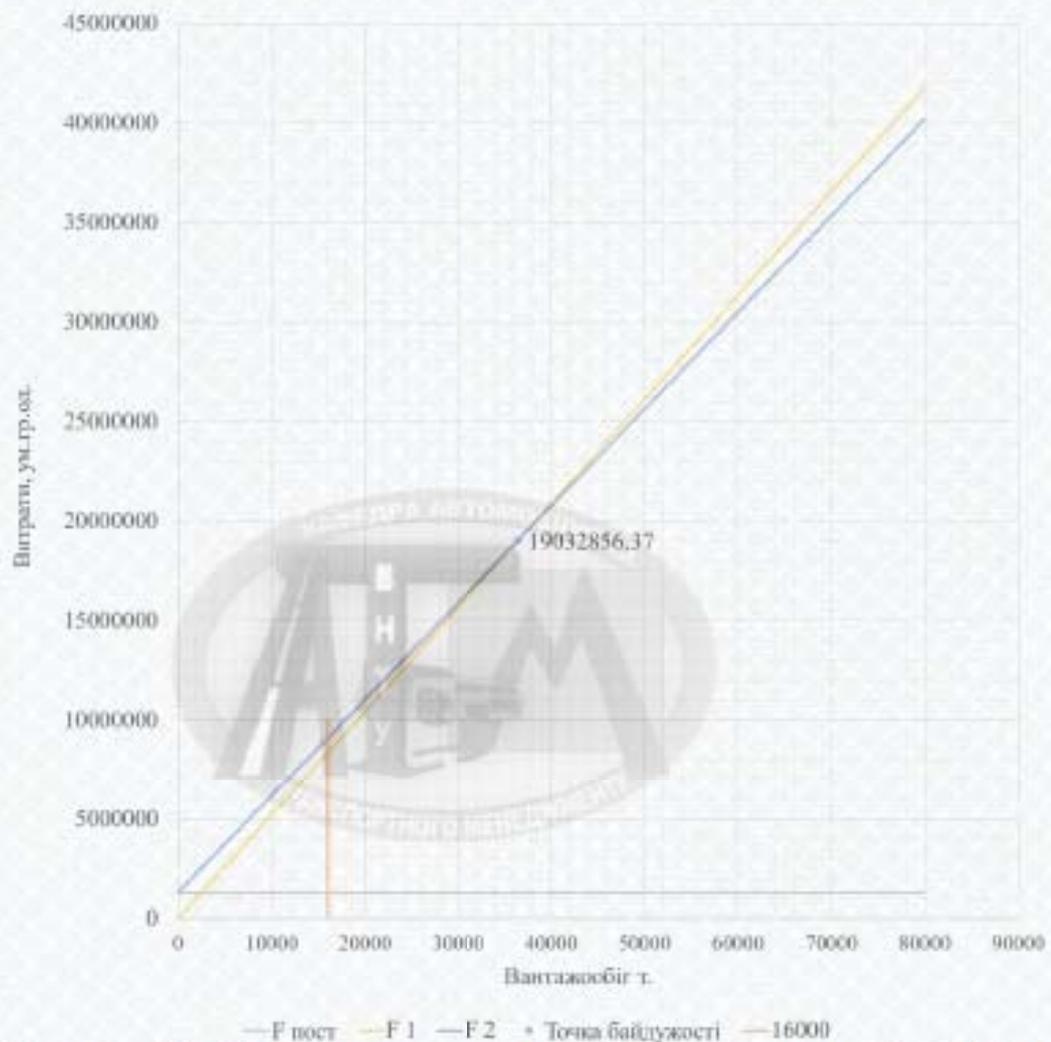


Рисунок 3.2 – Графічне знаходження точки «вантажобігу байдужості»

На перетині графіків функцій  $F_1(Q)$  і  $F_2(Q)$  знаходимо точку «вантажобігу байдужості», приблизне значення якої складає 36000 т.

Більш точно дане значення отримуємо за формулою 1.6:

$$Q_6 = \frac{16000 \cdot 1301000}{8353400 - 7782400} = 36455 \text{ т.}$$

Оскільки прогнозований вантажообіг менший ніж «вантажобіг байдужості» (16000 т проти 36455 т «вантажобігу байдужості»), то можна зробити висновок про те, що підприємству не доцільно будувати власний

склад. Слід зазначити, що власний склад найчастіше доцільний при вантажообігу понад 30–40 тис. тон на рік.

### 3.3 Вибір раціонального автомобіля

Для виробу раціонального рухомого складу виконано порівняння трьох марок автомобілів-фургонів різної вантажопідйомності. Основні технічні характеристики автомобілів наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Порівняльна характеристика рухомого складу

Характеристика	Варіанти рухомого складу		
	№1	№2	№3
Марка та модель	Iveco Daily 65C15V	Hyundai HD65	Mercedes Atego 715
Вантажопідйомність, т	3,6	5	7
Витрати палива, л/100 км	10	14	19

Після надання основних технічних характеристик рухомого складу, визначаємо продуктивність для кожного автомобіля. Годинну продуктивність розраховуємо для всіх ділянок маршруту за залежністю:

$$P_w = \frac{q_n \times V_T \times \gamma \times \beta \times l_{a.l.}}{l_{a.l.} + V_T \beta \cdot t_{a-p}}, \text{ ткм}, \quad (3.8)$$

де  $V_T$  – швидкість технічна, км/год. (у міських умовах прийнято для автомобіля Iveco Daily 65C15V  $V_{T1} = 25$  км/год.; для автомобіля Hyundai HD65  $V_{T2} = 22$  км/год., для автомобіля Mercedes Atego 715  $V_{T3} = 20$  км/год.);

$q_n$  – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

$\gamma$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності,  $\gamma = 0,75$ ;

$\beta$  – коефіцієнт використання пробігу,  $\beta = 0,71$ ;

$l_{i.z.}$  – довжина їзди з вантажем, км ( $l_{i.z.} = 12$  км);

$t_{\text{т-р}}$  – час транспортного засобу під навантаженням і розвантаженням, год.  
(для автомобіля Iveco Daily 65C15V  $t_{\text{т-р1}} = 0,6$  год.; для автомобіля Hyundai HD65  $t_{\text{т-р2}} = 0,8$  год.; для автомобіля Mercedes Atego  $t_{\text{т-р1}} = 1,1$  год.).

Для порівняння автомобілів використаний графоаналітичний метод, який характеризує вплив техніко – експлуатаційних показників роботи автомобілів на їх продуктивність. Графік залежності продуктивності автомобілів від номінальної вантажопідйомності наведений на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Залежність продуктивності від вантажопідйомності

Графіки залежності продуктивності від трьох важливих техніко – експлуатаційних показників наведені на рисунках 3.4 – 3.6.

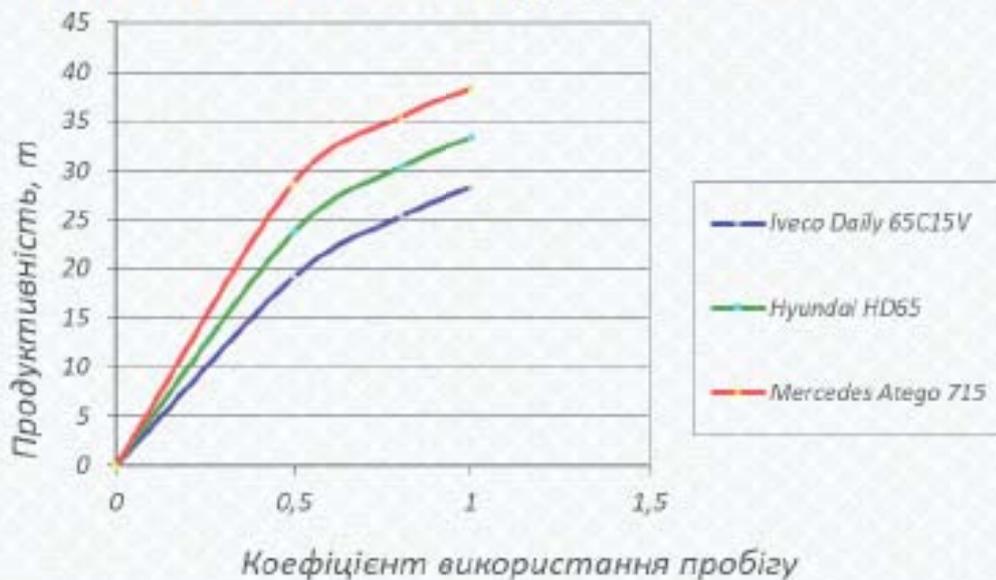


Рисунок 3.4 – Графіки впливу на продуктивність коефіцієнту використання пробігу

Продуктивність автомобілів змінюється від 23,68 т до 33,72 т. Найбільша продуктивність у автомобіля Mercedes Atego 715, який має вантажопідйомність 7 т та найменшу серед інших автомобілів швидкість руху. Результати розрахунків впливу на продуктивність інших техніко – експлуатаційних показників (ТЕП), таких як: коефіцієнт використання пробігу ( $\beta$ ), час на навантаження та розвантаження ( $t_{н-р}$ ), а також середня дальність вантажної їздки ( $l_{гв}$ ) наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Результати розрахунків продуктивності

Марка автомобіля	Коефіцієнт використання пробігу, $\beta$		
	0,5	0,8	1,0
Iveco Daily 65C15V	19,16	25,28	28,29
Hyundai HD65	23,80	30,37	33,45
Mercedes Atego 715	28,76	35,36	38,29
Марка автомобіля	Час під навантаження – розвантаження, $t_{н-р}$		
	0,4	0,7	1,1
Iveco Daily 65C15V	27,73	22,07	17,34
Hyundai HD65	38,52	30,65	24,09
Mercedes Atego 715	53,93	42,91	33,72
Марка автомобіля	Їздка з вантажем, $l_{гв}$		
	15	30	46
Iveco Daily 65C15V	25,96	32,14	34,90
Hyundai HD65	31,95	41,35	45,84
Mercedes Atego 715	38,22	52,14	59,35

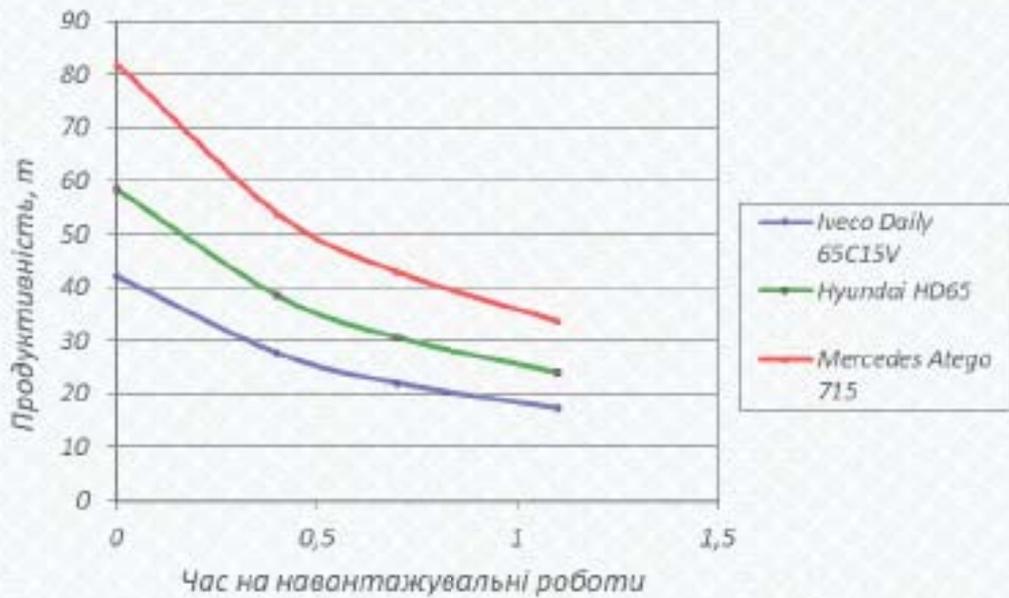


Рисунок 3.5 – Графіки впливу на продуктивність часу простою під навантажувально – розвантажувальними операціями

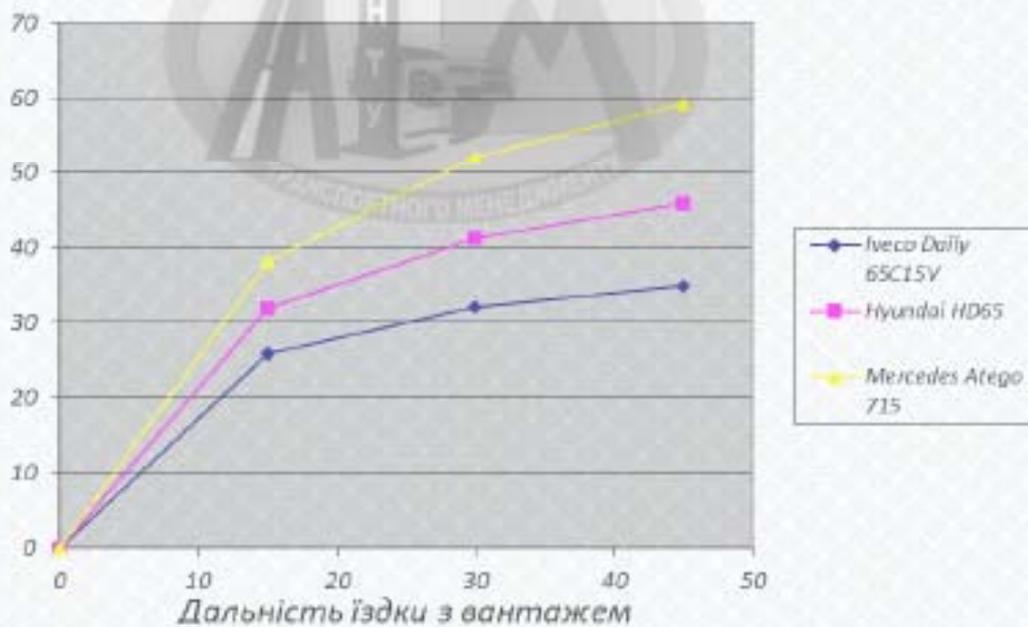


Рисунок 3.6 – Графіки впливу на продуктивність довжини вантажної їздки

При збільшенні коефіцієнту використання пробігу та довжини вантажної їздки продуктивність автомобілів також збільшується. Тільки при умові збільшення часу на навантажувально – розвантажувальні операції продуктивність автомобілів зменшується [18]. В процесі організації перевезень необхідно працювати над зниження часу простою в пункті

навантаження або розвантаження. Цей час є більш ширшим показником, який складається з часу маневрування, очікування, оформлення документів та безпосередньо виконання вантажно-розвантажувальних робіт. Скорочення цього часу може бути досягнуто за рахунок чіткої і ритмічної роботи пунктів приймання та відвантаження продукції.

### 3.4 Організація та механізація навантажувально-розвантажувальних робіт

Для навантажувальних і розвантажувальних робіт може використовуватися ручний або механізований спосіб їх виконання (передбачає операції навантаження-розвантаження вантажу за допомогою механізмів, якими керує людина). Все залежить від величини замовлень та комплектації продовольчих товарів. Механізований спосіб має певні переваги в різних ситуаціях, які описані нижче:

1. Відбувається швидке навантаження.
2. Скорочується час на навантаження.

Отже, переваги механізованого способу пов'язані в основному з можливістю максимально використовувати час навантаження транспортного засобу. Завдяки цьому забезпечуються економія фінансових коштів на перевезеннях, зменшення витрат на сепарацію продукції і, як наслідок, збільшення ймовірності виконання всіх зобов'язань перед замовником.

У разі застосування механізованого способу виконання навантажувально-розвантажувальних робіт використовується навантажувач Toyota 8FD15 з вантажопідйомністю 1,5 т, висотою підйому вил до 5,5 м та швидкістю переміщення -17 км/год. Зовнішній вигляд механізму наведений на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7 – Зовнішній вигляд навантажувача

Кількість операцій по переміщенню вантажної одиниці для навантажувача становить 20. Час одного циклу становить 140-300 с. Таким чином, час робочого циклу механізму знайдений за формулою:

$$T_n = \varphi \sum_{i=1}^n t_i + n_{оп} \cdot t_{оп} \quad (3.12)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт суміщення операцій протягом робочого циклу ( $\varphi$  приймається в інтервалі від 0,6 до 0,95);

$t_i$  – тривалість  $i$ -тої операції циклу, с;

$t_{оп}$  – час на прийняття рішення водієм та переключення органів керування ( $t_{оп}=1-3$ с);

$n_{оп}$  – кількість переключень протягом циклу.

$$T_{цикл} = 0,75 \cdot 250 + 20 \cdot 1 = 208с.$$

Розрахунок продуктивності для електронавантажувача

$$W_e = \frac{3600 \cdot q_{ван} \cdot k_{вр}}{T_v}, m / год., \quad (3.13)$$

де  $q_{ван}$  – маса вантажної одиниці, т (прийнята 0,45 т);

$k_{вр}$  – коефіцієнт використання робочого часу.

$$W_e = \frac{3600 \cdot 0,45 \cdot 0,8}{208} = 6,23 \text{ т / год.}$$

Експлуатаційна продуктивність навантажувача Toyota 8FD15 становить 6,23 т/год. Для різних видів вантажів та типів навантажувально-розвантажувальних машин та механізмів використовуються відповідні методи визначення часу простою рухомого складу під час відповідних операцій. У випадку, якщо реальний час навантаження-розвантаження не співпадає з отриманим, його необхідно скоригувати. Тоді, при подальших розрахунках часу їздки, необхідно використовувати тільки скоригований час.

### 3.5 Розробка технології та графіків доставки вантажів

Під технологією розуміється формування раціональних маршрутів руху за певною послідовністю. Для розробки маршрутів доставки товарів використані метод Свіра та карта району перевезень (рисунок 3.8) [18]. Такий метод дає непогані результати на насиченій транспортній мережі. Згідно методу Свіра встановлений уявний промінь, що виходить з точки розміщення розподільчого центру ( $X=10$ ;  $Y=10$ ) у горизонтальне положення і обертається, формуючи завантаження автомобіля продукцією (рисунок 3.8).

Нехай першим магазином для другого маршруту стане точка №15 (17;10), для якого завантажимо 19 коробок. Далі для магазину №11 завантажимо 55 коробок, для магазину № 3 завантажимо 30 коробок, а для магазину №12 16 коробок. Після завантаження товару, загальна кількість коробок у транспортному засобі – 120, що означає завершення формування маршруту.

Провівши аналіз місця розташування учасників логістичної системи приймаємо наступний варіант доставки товару для маршруту №1 у понеділок:

$$PЦ \rightarrow M15 \rightarrow M11 \rightarrow M3 \rightarrow M12 \rightarrow PЦ, L_{ж} = 45 \text{ км.}$$

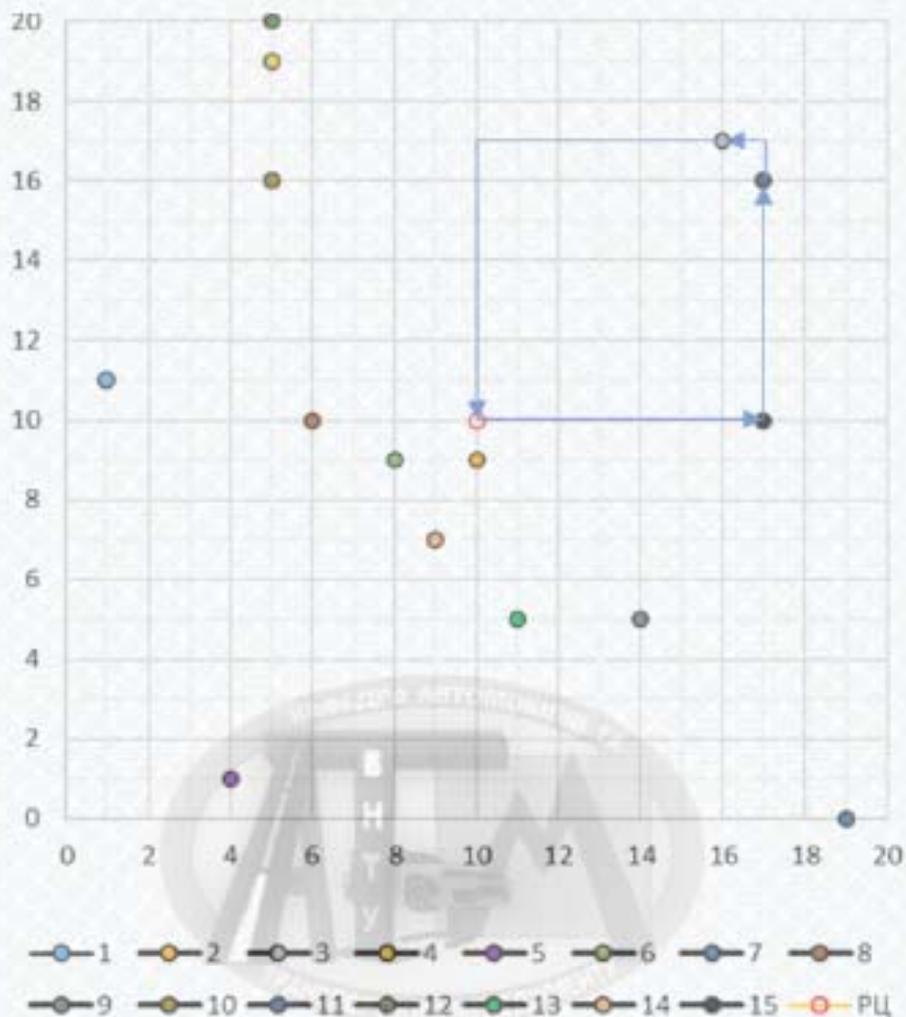


Рисунок 3.8 – Схема формування автомобільного маршруту методом Свіра

Для визначення часу перебування транспортного засобу на маршруті №1 використана формула:

$$t_{\text{руху}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{п.м.}} + t_{\text{розв}} + t_{\text{дод}} + t_{\text{пер}}, \text{ хв.}, \quad (2.1)$$

де  $t_{\text{зав}}$  – час завантаження на складі (час першого завантаження не входить у робочий час водія), хв.;

$t_{\text{п.м.}}$  – час пересування маршрутом, хв.;

$t_{\text{розв}}$  – час розвантаження, хв.;

$t_{\text{дод}}$  – час на операції підготовки і завершення розвантаження в магазинах, хв.;

$t_{\text{пер}}$  – тривалість перерви в роботі водія, хв.;

$$t_{п.м.} = \frac{L}{V_T \cdot 60} \text{ (хв.)} \quad (2.2)$$

де  $V_T$  – технічна швидкість транспортного засобу (20 км/год.)

$$t_{розв} = P \cdot t_x \text{ (хв.)} \quad (2.3)$$

де  $t_x$  – витрата часу на розвантаження одиниці вантажу (0,5), хв.

$$t_{дод} = n \cdot t_{оф} \text{ (хв.)} \quad (2.4)$$

де  $n$  – кількість магазинів, що обслуговуються на даному маршруті;

$t_{оф}$  - витрата часу на операції пов'язані з оформленням прибуття вантажу в магазин та оформленням розвантаження автомобіля (15 хв.).

Отож, загальний час першого маршруту буде складати:

$$t_{руху} = \frac{45}{20 \cdot 60} + 120 \cdot 0,5 + 4 \cdot 15 = 225 \text{ хв.}$$

Результати розрахунків параметрів маршрутів на понеділок, четвер та п'ятницю занесемо в таблицю 3.6 – 3.8.

Таблиця 3.6 - Розрахунок параметрів маршрутів на понеділок

№ Маршруту	№ Магазину	Розмір замовлення, коробок			Розрахунки по маршрутах
		КВ	КН	ЧКМ	
1	2	3	4	5	6
1	15	8	-	11	РЦ → М15 → М11 → М3 → М12 → РЦ P=120 коробок; L=45 км; t <sub>зар</sub> =255 хв.
	11	45	-	10	
	3	-	-	30	
	12	16	-	-	
2	12	13	-	-	РЦ → М12 → М4 → М10 → М1 → РЦ P=120 коробок;
	4	12	-	14	

	10	21	-	41	L=39 км; t <sub>зар</sub> =237 хв.
	1	11	-	8	
3	11	-	39	-	РЦ→М11→М3→М12→РЦ P=119 коробок; L=36 км; t <sub>зар</sub> =212,5 хв.
	3	-	12	-	
	12	-	52	16	
4	4	-	31	-	РЦ→М4→М10→М1→РЦ P=120 коробок; L=44 км; t <sub>зар</sub> =237 хв.
	10	-	2	-	
	1	-	50	37	
5	1	-	-	7	РЦ→М1→М8→М6→РЦ P=120 коробок; L=22 км; t <sub>зар</sub> =171 хв.
	8	-	45	11	
	6	-	50	7	
6	8	55	-	-	РЦ→М8→М6→РЦ P=120 коробок; L=10 км; t <sub>зар</sub> =130 хв.
	6	53	-	12	
7	6	-	-	33	РЦ→М6→М5→М13→ М14→М2→РЦ P=120 коробок; L=34 км; t <sub>зар</sub> =267 хв.
	5	-	7	3	
	14	-	-	22	
	2	-	18	5	
	13	-	17	15	
8	5	12	-	-	РЦ→М5→М13→М14→ М2→РЦ P=120 коробок; L=34 км; t <sub>зар</sub> =252 хв.
	14	42	-	-	
	2	47	-	-	
	13	19	-	-	
9	13	26	-	-	РЦ→М13→М9→М7→РЦ P=94 коробок; L=39 км; t <sub>зар</sub> =239 хв.
	9	-	-	53	

	7	12	-	3	
10	13	-	34	-	РЦ→М13→М9→М7→РЦ Р=120 коробок; L=39 км; t <sub>змір</sub> =252 хв.
	9	-	43	-	
	7	-	43	-	
11	7	-	10	-	РЦ→М7→РЦ Р=10 коробок; L=39 км; t <sub>змір</sub> =197 хв.

Таблиця 3.7 – Розрахунок параметрів маршрутів на четвер

№ Маршрут у	№ Магаз ну	Розмір замовлення, коробок			Розрахунки по маршрутах
		КВ	КН	ЧКМ	
1	2	3	4	5	6
1	15	-	49	3	РЦ→М15→М11→РЦ Р=120 коробок; L=27 км; t <sub>змір</sub> =171 хв.
	11	-	14	54	
2	15	35	-	20	РЦ→М15→М11→М3→РЦ Р=119 коробок; L=28 км; t <sub>змір</sub> =188,5 хв.
	11	25	-	-	
	3	33	-	6	
3	3	-	49	-	РЦ→М3→М12→М4→РЦ Р=120 коробок; L=43 км; t <sub>змір</sub> =234 хв.
	12	-	29	26	
	4	-	-	16	
4	12	15	-	-	РЦ→М12→М4→М10→М1→ РЦ Р=120 коробок; L=38 км; t <sub>змір</sub> =234 хв.
	4	17	-	25	
	10	18	-	21	
	1	20	-	4	
5	4	-	20	-	РЦ→М4→М10→М1→М8→ РЦ Р=120 коробок; L=36 км; t <sub>змір</sub> =228 хв.
	10	-	51	-	
	1	-	10	17	
	8	-	14	8	
6	8	-	16	-	РЦ→М8→М6→М5→М14→

	6	-	23	27	РЦ P=120 коробок; L=34 км; t <sub>звр</sub> =224 хв.
	5	-	25	16	
	14	-	13	-	
7	8	7	-	-	РЦ→М8→М6→М5→М14→ М13→М2→РЦ P=120 коробок; L=40 км; t <sub>звр</sub> =300 хв.
	6	4	-	-	
	5	14	-	-	
	14	17	-	45	
	2	3	-	11	
	13	-	-	19	
8	14	-	33	-	РЦ→М2→М14→М13→М9→ РЦ P=107 коробок; L=20 км; t <sub>звр</sub> =203,5 хв.
	2	-	8	-	
	13	-	36	18	
	9	-	-	12	
9	13	28	-	-	РЦ→М13→М9→М7→РЦ P=120 коробок; L=38 км; t <sub>звр</sub> =249 хв.
	9	20	-	35	
	7	24	-	13	
10	9	-	31	-	РЦ→М9→М7→РЦ P=98 коробок; L=38 км; t <sub>звр</sub> =223 хв.
	7	-	51	-	
11	7	22	-	-	РЦ→М7→РЦ P=22 коробок; L=38 км; t <sub>звр</sub> =170 хв.

Таблиця 3.8 – Розрахунок параметрів маршруту на п'ятницю

№ Маршруту	№ Магазину	Розмір замовлення, коробок			Розрахунки по маршрутах
		КВ	КН	ЧКМ	
1	2	3	4	5	6
1	15	-	34	50	РЦ→М15→М11→РЦ P=120 коробок; L=26 км; t <sub>звр</sub> =168 хв.
	11	-	23	13	
2	15	24	-	-	РЦ→М15→М11→М3→РЦ P=120 коробок; L=28 км; t <sub>звр</sub> =189 хв.
	11	20	-	38	
	3	-	-	38	

3	3	-	4	11	РЦ→МЗ→М12→М4→РЦ Р=120 коробок; L=42 км; t <sub>зар</sub> =231 хв.
	12	-	44	12	
	4	-	49	-	
4	12	52	-	-	РЦ→М12→М4→М10→ М1→РЦ Р=120 коробок; L=42 км; t <sub>зар</sub> =246 хв.
	4	4	-	23	
	10	17	-	1	
	1	13	-	10	
5	4	-	2	-	РЦ→М4→М10→М1→ М8→РЦ Р=120 коробок; L=36 км; t <sub>зар</sub> =228 хв.
	10	-	24	-	
	1	-	42	13	
	8	-	13	26	
6	8	5	-	3	РЦ→М8→М5→М6→РЦ Р=120 коробок; L=30 км; t <sub>зар</sub> =195 хв.
	6	38	-	25	
	5	49	-	-	
7	6	-	46	-	РЦ→М6→М5→М14→РЦ Р=120 коробок; L=30 км; t <sub>зар</sub> =225 хв.
	5	-	52	3	
	14	-	-	19	
8	5	3	-	-	РЦ→М5→М14→М2→РЦ Р=120 коробок; L=30 км; t <sub>зар</sub> =225 хв.
	14	18	-	34	
	2	16	-	49	
9	14	-	32	-	РЦ→М14→М13→М2→РЦ Р=120 коробок; L=14 км; t <sub>зар</sub> =177 хв.
	2	-	1	3	
	13	-	40	44	
10	13	50	-	11	РЦ→М13→М9→М7→РЦ Р=120 коробок; L=37 км; t <sub>зар</sub> =246 хв.
	9	2	-	37	
	7	20	-	-	
11	9	-	15	-	РЦ→М9→М7→РЦ Р=28 коробок; L=37 км; t <sub>зар</sub> =200 хв.
	7	-	6	7	
12	7	21	-	-	РЦ→М7→РЦ Р=21 коробок; L=37 км; t <sub>зар</sub> =196,5 хв.

Слід відзначити, що у понеділок, четвер та п'ятницю на останніх маршрутах спостерігається суттєве недовантаження автомобілів коробками (їх кількість становить від 10 до 22 одиниць при максимальному завантаженні 120 одиниць). Враховуюче цей факт, автомобіль буде довантажений олією із забезпеченням всіх належних умов для сумісного перевезення з наведеними вище вантажами (враховуючи їх невеликі обсяги та високий попит на рослинну олію у магазинах).

Нижче розроблені графіки доставки товарів у магазини району на основі розрахованого часу роботи автомобілів по маршрутах (таблиці 3.7 – 3.9). Якщо довжина маршруту передбачає перебування водія за кермом автомобіля понад 5,5 год, тобто понад 110 км, то до його робочого часу слід додати 30 хв для перерви.

Таблиця 3.7 – Графік роботи транспорту у понеділок

Номер автомобіля	Перша поїздка		Друга поїздка		Загальний час роботи автомобіля, год.
	Час відправлення зі складу	Час прибуття на склад	Час відправлення зі складу	Час прибуття на склад	
1	8:00 (1)	12:15	-	-	4,25
2	8:00 (2)	11:57	12:12 (8)	16:09	8,00
3	8:00 (3)	11:32	12:02 (9)	15:31	7,525
4	8:00 (4)	11:57	12:12 (10)	16:09	8,00
5	8:00 (5)	10:51	11:21 (11)	13:08	6,13
6	8:00 (6)	10:10	10:40 (7)	14:37	6,61

Тобто у понеділок усі маршрути будуть виконані власним транспортом та без використання наднормового часу (час нормальної роботи водія становить від 6 до 8 годин), однак автомобіль 1 працюватиме менше мінімальної тривалості робочого дня, тому буде направлений на додаткові маршрути.

Таблиця 3.8 – Графік роботи транспорту у четвер

Номер автомобіля	Перша поїздка		Друга поїздка		Загальний час роботи автомобіля, год.
	Час відправлення зі складу	Час прибуття на склад	Час відправлення зі складу	Час прибуття на склад	
1	8:00 (1)	10:51	11:21 (7)	15:51	7,85
2	8:00 (2)	11:08	11:38 (8)	14:32	6,53
3	8:00 (3)	11:54	-	-	3,90
4	8:00 (4)	11:54	12:24 (10)	15:39	7,62
5	8:00 (5)	11:48	12:18 (11)	14:28	6,63
6	8:00 (6)	11:44	12:14 (8)	15:07	7,8

У четвер усі маршрути будуть виконані власним транспортом без використання понаднормового часу, однак автомобіль №3 працюватиме менше мінімальної тривалості робочого дня та буде направлений на додаткові маршрути перевезень.

Таблиця 3.9 – Графік роботи транспорту у п'ятницю

Номер автомобіля	Перша поїздка		Друга поїздка		Загальний час роботи автомобіля, год.
	Час відправлення зі складу	Час прибуття на склад	Час відправлення зі складу	Час прибуття на склад	
1	8:00 (1)	10:38	11:08 (7)	14:23	6,55
2	8:00 (2)	11:09	11:39 (8)	14:54	6,9
3	8:00 (3)	11:51	12:21 (9)	14:47	6,8
4	8:00 (4)	12:06	12:36 (10)	16:12	8,2
5	8:00 (5)	11:48	12:18 (11)	14:48	7,13
6	8:00 (6)	11:19	11:49 (12)	14:35:30	6,525

У п'ятницю усі маршрути будуть виконані власним транспортом без використання наднормового часу.

### 3.6 Висновки за розділом 3

1. Розраховані координати розташування розподільчого центру та побудова карти-схеми району перевезень. Координати розподільчого центру залежать від вантажопотоку та місць розміщень 15 магазинів роздрібної торгівлі. Були отримані наступні координати розміщення розподільчого центру:  $X_{\text{рц}}=10$  та  $Y_{\text{рц}}=10$ . На основі отриманих даних про координати учасників логістичної системи та розрахованих координат розподільчого центру побудована карта-схема району перевезень з розташуванням учасників системи доставки вантажів.

Визначений вантажообіг «байдужості». Дана задача розглядається в сфері складського господарства - це вибір організаційної форми управління складом. Компанія повинна вибирати: володіти власним складом або користуватись послугами складу загального користування, взявши в ньому в оренду необхідні площі (об'єми). Вибір між організацією власного складу та використанням для розміщення запасів складу загального користування відноситься до класу рішень «зробити або купити». Вантажообіг байдужості склав 36455 т/рік, тобто при більшому за наведене значення вантажопотоку є доцільність використовувати власні складські приміщення.

2. Обраний раціональний рухомий склад та засіб механізації. Були порівняні 3 різні марки рухомого складу різної вантажності, а саме: Iveco Daily 65C15V H3 3.0HPI, Hyundai HD65 та Mercedes Atego 715. За критеріями продуктивності найбільш вигідним є автомобіль Mercedes Atego 715. При необхідності запропоновано використати навантажувач Toyota 8FD15 вантажопідйомністю 1,5 т. Час робочого циклу механізму 208 с, а продуктивність 6,23 т/год.

3. Розроблені маршрути доставки замовлених товарів у магазини району. Формування маршрутів доставки товарів виконуються за допомогою метода Свіра та розробленої карти-схеми району перевезень. Згідно методу Свіра, уявний промінь, що виходить з точки розташування розподільчого

центру, поступово обертаємо проти годинникової стрілки (або за нею), починаємо “стирати” з координатного поля зображені на ньому магазини (ефект двірника-склоочишувача). Як тільки сумарний обсяг замовлень “стертих” магазинів досягне місткості транспортного засобу, фіксуємо сектор, що обслуговується одним кільцевим маршрутом, і визначаємо послідовність обслуговування магазинів. Запропонована наступна кількість кільцевих маршрутів за днями тижня: понеділок - 11, четвер – 11, п’ятниця – 12.

4. Розроблені графіки доставки замовлених товарів у магазини району, які включають час відправлення та прибуття рухомого складу при роботі на кільцевих маршрутах. Слід зазначити, що час роботи водіїв на маршрутах становить від 6 до 8 годин.



## 4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

### 4.1 Вибір автомобіля за економічним критерієм

Вибір автомобіля за економічним критерієм передбачає системну оцінку транспортного засобу з позиції мінімізації сукупних витрат протягом усього періоду експлуатації. Економічний підхід охоплює не лише ціну придбання, а й витрати на паливе, технічне обслуговування, амортизацію, страхівку, податки, ремонт, зношення шин та інші експлуатаційні витрати. Одним із ключових аспектів є розрахунок повної собівартості володіння, яка дозволяє порівнювати різні моделі за реальними витратами, а не лише за початковою ціною. Важливим є також аналіз паливної економічності, адже різниця у споживанні 1–2 л/100 км на великих пробігах є суттєвою. Необхідно враховувати і ресурс двигуна, надійність агрегатів, доступність запчастин та частоту сервісного обслуговування. Таким чином, економічний критерій дозволяє обґрунтовано обрати транспортний засіб, що забезпечує мінімальні витрати та максимальну віддачу у процесі експлуатації. В результаті порівняння автомобілів, найбільш продуктивними є Hyundai HD65 та Mercedes Atego 715, які надалі порівняні за критеріями витрат на перевезення. На рисунку 4.1 зображений графік зміни приведених витрат в залежності від величини вантажної їздки для двох марок автомобілів якщо річний обсяг перевезень становить 3000 т.

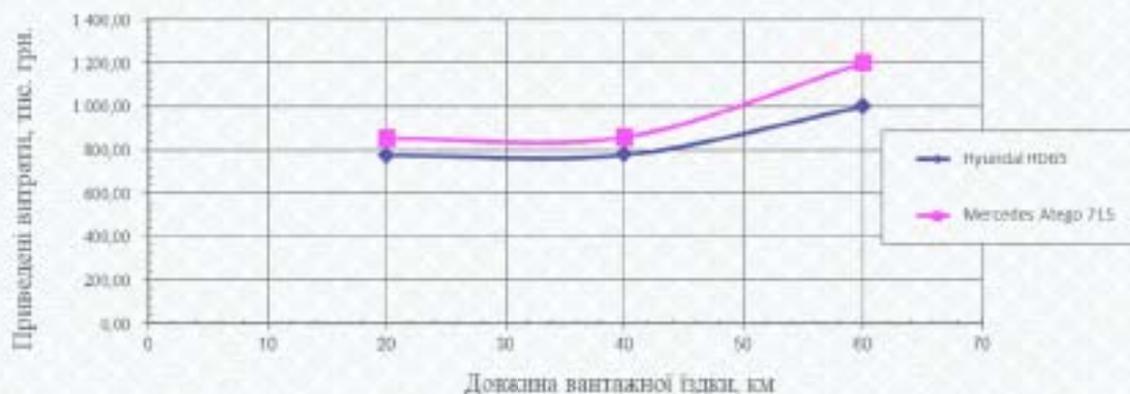


Рисунок 4.1 – Залежність приведених витрат від дальності вантажної їздки

Приведені витрати знайдені за наступною формулою:

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{заг.екс}} + 0,15 \cdot K, \text{ тис. грн.}; \quad (4.1)$$

де  $V_{\text{заг.екс}}$  – загальні річні експлуатаційні витрати для виконання заданого обсягу перевезень, тис. грн.;

$K$  – сума капітальних вкладень, тис. грн.

Прибуток від перевезень знайдений за формулою:

$$П_{\text{пер}} = D_{\text{пер}} - V_{\text{пр}} - 0,02 \cdot D_{\text{пер}}, \text{ тис. грн.}, \quad (4.2)$$

де  $D_{\text{пер}}$  – дохід від перевезень заданого обсягу вантажу, тис. грн.

Значення зміни прибутку наведено на рисунку 4.2.

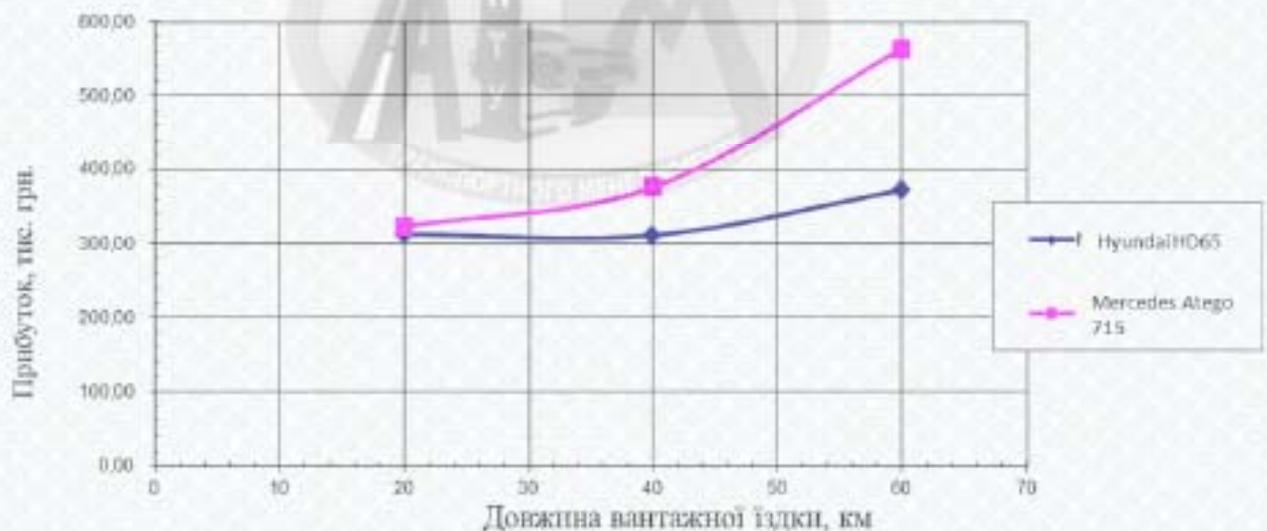


Рисунок 4.2– Залежність прибутку від довжини вантажної їздки

На рисунку 4.3 наведена зміна рентабельності в залежності від дальності переміщення вантажу для двох марок автомобілів.

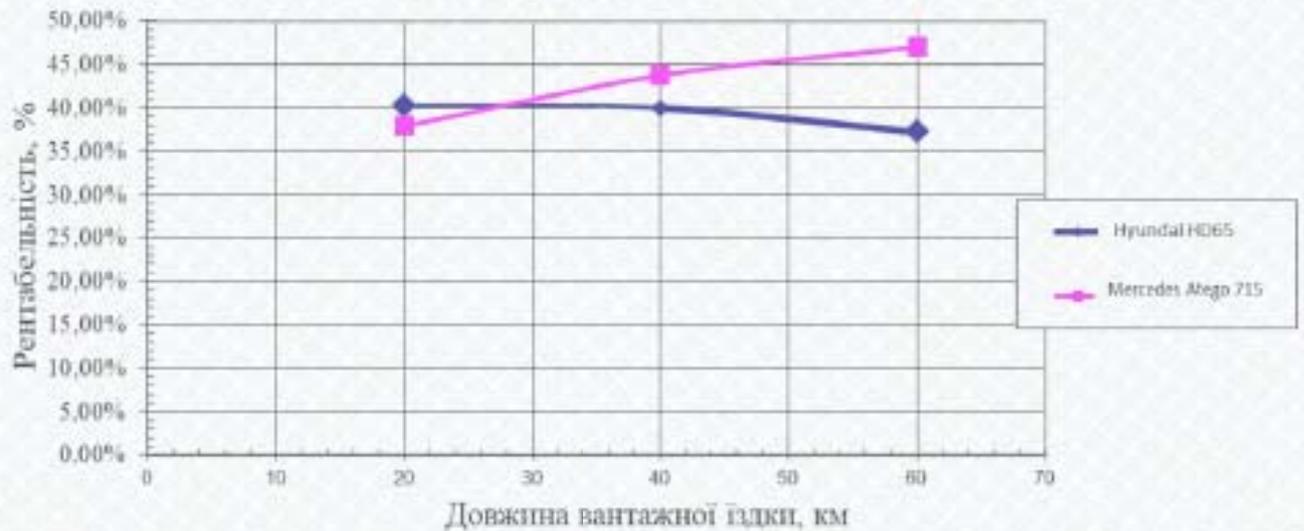


Рисунок 4.3 – Залежність рентабельності від довжини вантажної їздки

Рентабельність від перевезень знайдена за формулою:

$$R_{\text{пер}} = (\Pi_{\text{пер}} / V_{\text{пр}}) \cdot 100, \% \quad (4.3)$$

Рентабельність від перевезень зі збільшенням дальності переміщення для автомобіля Hyundai HD65 буде знижуватися з 40 % до 30%, а для автомобіля Mercedes Atego 715 підвищуватися з 37% до 47%. Таким чином, для організації перевезень товарів масового споживання обраний автомобіль Mercedes Atego 715 вантажопідйомністю 7 т.

Нижче проаналізований обраний рухомий склад. На рисунку 4.4 приведений зовнішній вигляд автомобіля.



Рисунок 4.4 – Зовнішній вигляд автомобіля Mercedes Atego 715

Mercedes Atego 715 – це представник двовісних середньотонажних машин, який призначений для перевезення широкого спектру вантажів маршрутами різної дальності. Технічна характеристика автомобіля наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика автомобіля Mercedes Atego 715

Найменування параметру	Значення
1	2
Розміри рухомого складу (мм):	
Довжина	від 5850 до 10295
Ширина	2500
Висота	3580
Параметри двигуна	
Тип	дизель
Число циліндрів	4
Потужність, л	180
Крутний момент, н/м	700
Об'єм, л	4,5
Гранична швидкість, км/год.	90
Стандарт вихлопу	Євро-5
Витрата палива, л/100 км	19,6
Колісна формула	4x2
Вагові дані	
Загальна вага, т	12
Вантажопідйомність, т	7

#### 4.2 Розрахунок техніко-економічних параметрів кільцевого маршруту

ТОВ «Кондитер С» має власний транспорт. В результаті його роботи фірма несе умовно-постійні та умовно-змінні транспортні витрати [21,22]. Денні умовно-постійні витрати з утримання одного власного транспортного засобу становлять 200 грн. До змінних витрат належать наступні: амортизація, податки та страхування, стоянка, охорона, адміністративні витрати, технічне обслуговування (яке не залежить від пробігу). Змінні витрати автомобільного транспорту — це витрати, що змінюються залежно від пробігу, часу роботи або обсягу перевезень. До них належать витрати на паливо та мастильні матеріали, часткову амортизацію залежно від пробігу, шини та їх обслуговування, ремонт і технічне обслуговування, що пов'язані з експлуатацією, витрати на експедитування, дорожні збори та змінну частину зарплати водія. Умовно-змінні витрати на 1 км пробігу для власного транспорту становлять 12 грн.

Витрати з використання найманого транспорту так само містять постійну і змінну складові. За найманий автомобіль фірма платить щодня 1000 грн. незалежно від ступеня його експлуатації. Крім того, за кожний кілометр пробігу найманого транспорту фірма платить 20 грн.

Витрати на виконання маршруту розраховуємо за формулою 4.4 для власного транспорту та 4.5 для найманого. Розрахунок параметрів інших маршрутів проводиться аналогічно.

$$B_{\text{влас}} = B_{\text{пост влас}} + 12 \cdot L, \quad (4.4)$$

$$B_{\text{найм}} = B_{\text{пост найм}} + 20 \cdot L, \quad (4.5)$$

де  $B_{\text{пост влас}}$  - умовно-постійні витрати з утримання одного власного транспортного засобу (200 грн.);

$B_{\text{пост найм}}$  - умовно-постійні витрати з утримання одного найманого транспортного засобу (800 ум. гр. од.).

Зведені відомості за кожним днем, в який виконується розвезення товарів заносимо у таблиці 4.2 – 4.5.

Таблиця 4.2 – Розрахунок параметрів кільцевого маршруту в понеділок

Показник	Номер маршруту											Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Обсяг перевезеного вантажу, коробок	120	120	119	120	120	120	120	120	94	120	120	1293
Довжина маршруту, км.	45	39	36	44	22	10	34	34	39	39	39	381
Час роботи транспортного засобу на маршруті, хв.	255	237	213	237	171	130	267	252	239	252	197	2450 (40 год. 40 хв.)
Витрати на виконання маршруту, ум. ван. од.	740	668	632	728	464	320	608	608	668	668	668	6772

Таблиця 4.3 – Розрахунок параметрів кільцевого маршруту в четвер

Показник	Номер маршруту											Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Обсяг перевезеного вантажу, коробок	120	119	120	120	120	120	120	107	120	98	120	1284
Довжина маршруту, км.	27	28	43	38	36	34	40	20	38	38	38	380
Час роботи транспортного засобу на маршруті, хв.	171	188,5	234	234	228	224	300	204	249	223	170	2425 (40 год. 25 хв.)
Витрати на виконання маршруту, ум. ван. од.	524	536	716	656	632	608	680	440	656	656	656	6760

Таблиця 4.5 – Розрахунок параметрів кільцевого маршруту в п'ятницю

Показник	Номер маршруту												Разом
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Обсяг перевезеного вантажу, коробок	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	1320
Довжина маршруту, км.	26	28	42	42	36	30	30	30	14	37	37	37	389
Час роботи транспортного засобу на маршруті, хв.	168	189	231	246	228	195	255	225	177	246	200	196,5	2557 (42 год. 37 хв.)
Витрати на виконання маршруту, ум. ван. од.	512	536	704	704	632	560	560	560	368	644	644	644	7068

Основна тривалість робочого дня водія — 8 год., включаючи можливу перерву в дорозі. Понад цей час до максимально дозволеної кількості робочих годин (11 год) понаднормовий час розраховується з точністю до хвилини й оплачується за розцінкою 300 грн. за годину роботи.

Якщо транспортний засіб (власний або найманий) відправлено маршрутом з меншим за встановлений мінімум обсягом вантажу (90 вантажних одиниць), то слід враховувати штраф, що становитиме 50 грн. за кожен недозавантажену одиницю (незалежно від власності транспортного засобу). Якщо власний транспорт фірми протягом дня не використовувався для роботи, у розрахунок транспортних витрат слід включити постійну вартість його денного утримання — 300 грн.

Мінімальна тривалість робочого дня — 6 год. Штраф за транспортні засоби, що працюють за день менше 6 год., за власні машини фірми становить 250 грн., за наймані — 350 грн.

Неповне виконання замовлення магазину. При перевезенні потрібно докладати максимальних зусиль для вчасної доставки товару замовникам. Якщо ж з якихось причин постачання затримуватиметься, то за кожний прострочений день буде стягуватиметься штраф 100 грн. за кожен одиницю недопоставленого товару.

Аналізуючи таблиці, слід зробити висновок, що при виконанні усіх маршрутів, автомобілі були завантажені не нижче встановленого мінімуму, тому штрафи за недовантаження відсутні. Наймані автомобілі – відсутні. Замовлення усіх магазинів виконане повністю. Жодний з автомобілів не працює наднормативно. Однак, є автомобілі, що працюють менше мінімальної тривалості робочого дня: у понеділок – автомобіль №1 та у четвер – автомобіль №3. За кожен такий автомобіль необхідно заплатити штраф. Отримані дані занесемо у таблиці 4.6 для аналізу.

Таблиця 4.6 – Аналіз результатів планування доставки замовлень

Показник	Умове позначення або формула для розрахунку	Понеділок	Четвер	П'ятниця	Разом за тиждень
1	2	3	5	6	7
Витрати з доставки замовлень, грн.	$C_{\text{дост}}$	6772	6760	7068	20600
Витрати понаднормової праці, грн.	$C_{\text{пш}}$	–	–	–	–
Штрафні санкції, грн.	$C_{\text{ш}}$	250	–	250	500
Загальні витрати з доставки замовлень, грн.	$C_{\text{заг}}$	7022	6760	7318	21100
Обсяг перевезеного вантажу, коробок	$P_{\text{заг}}$	1293	1284	1320	3897
Пробіг транспорту, км	$L_{\text{заг}}$	381	380	389	1150
Кількість поїздок	$N$	11	11	12	34
Коефіцієнт використання вантажомісткості транспорту,	$K = \frac{P_{\text{заг}}}{N \cdot Q}$	0,91	0,91	0,92	0,91
Витрати на доставку на 1 км пробігу, грн.	$C_L = \frac{C_{\text{заг}}}{L_{\text{заг}}}$	18,43	17,79	18,81	18,35
Витрати на перевезення одиниці вантажу, грн.	$C_P = \frac{C_{\text{заг}}}{P_{\text{заг}}}$	5,43	5,26	5,54	5,41

Тобто в середньому коефіцієнт використання вантажомісткості складає 0,91; витрати на 1 км пробігу 18,35 грн./км; витрати на перевезення складають 5,41 грн./коробку.

Ефективність функціонування системи доставки в моделі оцінена за допомогою запропонованого комплексного критерію ( $K_{\Sigma}^{\text{еф}}$ ), який являє собою комбінацію з показників, що характеризують ступінь задоволення логістичних вимог «у потрібному обсязі» ( $K_1^{\text{еф}}$ ), «точно в строк» ( $K_2^{\text{еф}}$ ) і «з мінімальними витратами» ( $K_3^{\text{еф}}$ ):

$$K_{\Sigma}^{\text{еф}} = \frac{K_1^{\text{еф}} \cdot K_2^{\text{еф}}}{K_3^{\text{еф}}}, \quad (4.4)$$

$$K_{\Sigma 1}^{\text{еф}} = \frac{0,9 \cdot 0,65}{1,33} = 0,44;$$

$$K_{\Sigma 2}^{\text{еф}} = \frac{1,0 \cdot 0,98}{1,15} = 0,85.$$

### 4.3 Висновки за розділом 4

1. Обраний раціональний рухомий склад з 2 марок рухомого складу різної вантажності, а саме: Hyundai HD65 та Mercedes Atego 715. За критеріями найменших витрат в процесі експлуатації та більшої рентабельності від перевезень найбільш доцільним є автомобіль Mercedes Atego 715.

2. Проведений розрахунок логістичних витрат в сформованій системі доставки товарів. У розрахунках витрат враховані наднормативна робота, можливі штрафи, а також інші витрати, пов'язані з доставкою товарів. Витрати на маршрутах за днями тижня різні та коливаються в день від 6760 до 7318. Середні витрати на перевезення становлять 18,35 грн./км та 5,41 грн. та одиницю товару.

3. В результаті впровадження запропонованих заходів коефіцієнт ефективності збільшився у 2 рази.

## ВИСНОВКИ

1. Охарактеризована логістична та транспортна діяльність ТОВ «Кондитер-С». Підприємство займається виробництвом та торгівлею продуктів харчування, які мають масове споживання на ринку. Виробляє та продає кондитерські вироби та консерви. Також займається продажем та доставкою більш широкої номенклатури вантажів, в тому числі соняшникової олії, напоїв, чаю та макаронних виробів.

Персонал ТОВ «Кондитер-С» розвиває логістику та здійснює перевезення продукції автомобільним транспортом в різні торговельні мережі. Проаналізована динаміка фінансово-економічних показників за 5 років. Прибуток був позитивним у 2020–2023 рр., але в 2024 р. зафіксовано невеликий збиток, який може свідчити про зростання витрат, головним чином на логістику. Адже автомобільні перевезення продукції потребують ретельного планування та оптимізації. Зростання продажів вимагає більшого охоплення ринку, але обмежені фінансові ресурси зумовлюють необхідність економії, підвищення ефективності маршрутів та раціонального використання автопарку. Проаналізована робота відділу маркетингу та логістики, який здійснює товарорух продукції. Кількість рухомого складу за останні 4 роки збільшується. Доля вантажного пробігу в загальному має тенденцію до зниження.

2. Виконаний аналіз процесу доставки продукції масового споживання. Наведений відсотковий розподіл обсягів перевезень, де близько 60% займають кондитерські вироби, консерви та соняшникова олія. Наведені правила перевезень для зазначених вантажів з урахуванням факторів сумісності в процесі транспортування. Кондитерські вироби є сумісними з консервами та соняшниковою олією за умови герметичного упакування. Розроблена технологія доставки вантажів, яка включає 9 етапів та визначає вимоги до процесу перевезень. Для підвищення ефективності доставки продукції логістичним підрозділом ТОВ «Кондитер-С» рекомендуються

наступні першочергові заходи: покращення процесу консолідації дрібних партій вантажів шляхом використання розподільчих центрів; формування змішаних партій вантажу на основі маршруту, ваги, сумісності при транспортуванні; скорочення часу складських операцій на основі використання технології крос-докінгу; контроль за зменшенням холостих пробігів та часу простою під навантаженням-розвантаженням на маршруті руху. Наведені заходи запропоновано включити в корпоративну стратегію розвитку транспортної системи підприємства.

3. Проведений моніторинг наукових праць щодо ефективних технологій доставки вантажів. Сучасні технології доставки активно розвиваються та класифікуються за різними ознаками: технічними, організаційними тощо. Наведені 10 організаційно-технічних рішень з доставки вантажів, які вже застосовуються або перебувають на стадії розробки. Для подальшого дослідження виділені наступні заходи: формування раціональних параметрів ланцюга постачань, розвиток мікрологістики та доставка на останній милі, а також ймовірнісні підходи у транспортній логістиці.

4. Виконаний науково-практичний аналіз сумісності вантажів масового споживання з урахуванням випадковості подій. Результати розрахунків показують, що ймовірність того, що КВ постраждають через контакт з олією, температурну екскурсію або удари, становить близько 16 %.

Побудована діаграма, яка характеризує ризики пошкодження кондитерських виробів в залежності від частки змішаних вантажів. За умов 50% змішаного складу вантажів ймовірність компрометації не є критично високою, але й не нульова.

Проведений ймовірнісний аналіз ризикових комбінацій вантажів під час транспортування. Для кількісної оцінки такого ризику використаний Пуасонівський закон розподілу випадкових величин. Сумісні або відносно сумісні вантажі мають низькі  $\lambda$  та відповідно низьку ймовірність помилок комплектації (приблизно 1–5% для принаймні однієї помилки). Найбільш

несумісна пара (КВ — олія) має істотно вищий ризик (приблизно 14% на рейс), тобто в середньому приблизно 1 з 7 рейсів може містити хоча б одну несумісну компоновку цієї пари. Таким чином, для пари КВ – олія слід впровадити наступні заходи:

- зонування кузова (фізичний бар'єр або палети-розділювачі);
- окрема тарілка/піддон і запахопоглинаюча упаковка для КВ;
- обов'язкова інструкція для вантажників та двоетапна перевірка (вантажник + контролер);
- ведення статистики та періодичний перегляд λ.

5. Сформована модель ефективної доставки вантажів масового споживання. Основними складовими моделі є потреби у доставці, можливості та структурні елементи системи. Кожна складова моделі характеризується великої сукупністю факторів, які по різному впливають на транспортні процеси. Серед характеристик транспортної мережі найбільший вплив на ефективність доставки надають відстані між пунктами. Так, при збільшенні відстані між пунктами укрупненої транспортної мережі на 20% значення показника ефективності знижується на 7,6%. Використання різних марок автомобіля змінює питомі витрати на 20-70%, залежно від пробігу автомобіля на маршруті. При різних способах доставки попутних партій вантажів і значеннях їх номенклатури в кузові автомобіля, питомі витрати змінюються на 10-20%. В результаті аналізу сформована стратегія ефективної доставки вантажів. Вона містить мету, основні принципи та передбачає використання багатокритеріальної моделі для оцінки впливу параметрів транспортної системи на ефективність технології доставки з урахуванням можливості обробки позапланових вантажопотоків. Критеріями ефективності досягнення мети є: вигоди для підприємства та бізнес – партнерів, максимальна задоволеність споживачів, соціально-економічна вигода для розвитку країни.

6. Розраховані координати розташування розподільчого центру, які залежать від вантажопотоку та місць розміщень 15 магазинів роздрібною торгівлі. Були отримані наступні координати розміщення розподільчого

центру:  $X_{\text{Ц}}=10$  та  $Y_{\text{Ц}}=10$ . Визначений вантажообіг «байдужості», який склав 36455 т/рік, тобто при більшому за наведене значення вантажопотоку є доцільність використовувати власні складські приміщення.

7. Обраний раціональний рухомий склад та засіб механізації. Були порівняні 3 різні марки рухомого складу різної вантажності, а саме: Iveco Daily 65C15V НЗ 3.0НPI, Hyundai HD65 та Mercedes Atego 715. При необхідності запропоновано використати навантажувач Toyota 8FD15 вантажопідйомністю 1,5 т. Час робочого циклу механізму 208 с, а продуктивність 6,23 т/год.

8. Розроблені маршрути доставки замовлених товарів у магазини району. Формування маршрутів доставки товарів виконуються за допомогою метода Свіра та розробленої карти-схеми району перевезень. Запропонована наступна кількість кільцевих маршрутів за днями тижня: понеділок - 11, четвер - 11, п'ятниця - 12.

9. Розроблені графіки доставки замовлених товарів у магазини району, які включають час відправлення та прибуття рухомого складу при роботі на кільцевих маршрутах. Слід зазначити, що час роботи водіїв на маршрутах становить від 6 до 8 годин.

10. Визначена ефективність запропонованих рішень. Проведений розрахунок логістичних витрат в сформованій системі доставки товарів. Витрати на маршрутах за днями тижня різні та коливаються в день від 6760 грн. до 7318 грн. Середні витрати на перевезення становлять 18,35 грн./км та 5,41 грн. та одиницю товару. В результаті впровадження запропонованих заходів коефіцієнт ефективності збільшився з 0,44 до 0,85.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Оліскевич М. Організація автомобільних перевезень. Частина перша. Л., 2017. 336 с.
2. Біліченко В.В., Буренніков Ю.Ю., Романюк С.О. Основи логістики. Вінниця : ВНТУ, 2017. 128 с.
3. Макарова Т.В., Слінченко В.В., Осовський Н.О. До питання планування автомобільних перевезень вантажів з урахуванням логістичних принципів. Матеріали LV Всеукраїнської науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів підрозділів університету з участю працівників підприємств, ВНТУ, 17.11.2025 р. – 27.03.2026. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2026/schedConf/presentations>
4. ТОВ «Кондитер-С»: веб-сайт. URL: <https://konditer.vn.ua/grafik-roboti-18-49-03-25-07-2020>.
5. Опендатабот. ТОВ «Кондитер-С». Фінансові показники. URL: [https://opendatabot.ua/c/36310071?utm\\_source=chatgpt.com](https://opendatabot.ua/c/36310071?utm_source=chatgpt.com).
6. Про затвердження Правил перевезень вантажів автомобільним транспортом України : Наказ Міністерства транспорту України від 14.10.1997 №363. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98#Text> (дата звернення: 15.09.2025).
7. Левковець П.Р., Зеркалов Д.В., Казаченко О.Г. Управління автомобільним транспортом. К.: видавництво Арістей, 2008. 432 с.
8. Крикавський Є. В. Логістичне управління : підручник. Львів : Львівська політехніка, 2018. 684 с.
9. Марченко В. М. Логістика транспортного виробництва: монографія. К. : Довіра-прес, 2022. 352 с.
10. Пономарьова Ю. В. Логістика [2-ге вид., перероб. та доп.]. К. : Центр навчальної літератури, 2017. 328 с.
11. Козар Л. М. Міжнародні інтеграційні логістичні процеси [Текст] : конспект лекцій з дисципліни «Методи транспортної логістики» / Л. М. Козар. Х. : УкрДАЗТ, 2011. 27 с.

12. Наумов В.С. Розвиток науково-технологічних основ експедиторського обслуговування на автомобільному транспорті: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.01. Харків, 2013. 40 с.
13. Імітаційне моделювання ланцюгів постачань : веб. сайт. URL : <https://studfile.net/preview/7779787/page:45/>.
14. Кальченко А. Г. Логістика: Підручник. К.: КНЕУ, 2003. 284.
15. Макаров В.А., Біліченко В.В., Макарова Т.В. Імовірнісно-статистичні методи в задачах автомобільної техніки : навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2019. 105 с.
16. Макарова Т.В., Хайнацький Р.Ю., Шкуратовський А.О. Особливості вантажопереробки в логістичній системі доставки товарів. «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» : матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції, 21-23 жовтня 2024 року. Житомир. Житомирська політехніка, 2024. С. 148-149.
17. Козар Л. М. Методи транспортної логістики [Текст] : навч. посіб. /К 59 Л. М. Козар, Є. В. Романович, Г. М. Афанасов. Х. : УкрДАЗТ, 2015. 174 с.
18. Шинкаренко В.Г., Ананко ІМ. Проектування логістичних систем: навчальний посібник. Харків, ХНАДУ, 2015. 286 с.
19. Чухрай Н.І. Логістичне обслуговування: Підручник. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2006. 292 с.
20. Перебийніс, В. І., Перебийніс О. В. Транспортно-логістичні системи підприємств: формування та функціонування : монографія. Полтава : РВВ ПУСКУ, 2005. 207 с.
21. Нагорний Є.В., Шраменко Н.Ю. Комерційна робота на автомобільному транспорті : підручник. Харків, ХНАДУ, 2010. 324 с.
22. Бойчик ІМ Економіка підприємства: підручник. К.: Кондор Видавництво, 2016. 378 с.

Додаток А  
«Ілюстративна частина»



Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**  
до магістерської кваліфікаційної роботи

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ПРОДУКЦІЇ МАСОВОГО  
СПОЖИВАННЯ АВТОМОБІЛЯМИ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «КОНДИТЕР-С» МІСТО ВІННИЦЯ**

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Форма навчання денна

Розробив: студент гр. 1ТТ-24м

Осовський Н.О.

Керівник: Макарова Т.В.

Вінниця ВНТУ 2025

## МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

**Мета роботи** - розробка комплексу заходів з підвищення ефективності доставки товарів масового споживання автомобілями ТОВ «Кондитер С» з урахуванням факторів невизначеності у транспортній ланці.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- характеристика логістичної та транспортної діяльності ТОВ «Кондитер-С»;
- аналіз процесу доставки продукції масового споживання;
- моніторинг наукових праць щодо ефективних технологій доставки вантажів;
- дослідження сумісності вантажів з урахуванням випадковості подій;
- моделювання ефективної системи доставки вантажів;
- розрахунок координат розташування розподільчого центру та визначення вантажообігу «байдужості»;
- вибір раціонального рухомого складу та засобу механізації;
- обґрунтування та вибір маршрутів перевезень;
- розробка графіків доставки замовлених товарів у магазини району;
- визначення ефективності запропонованих рішень.

**Об'єкт дослідження** – транспортні процеси при переміщенні готової продукції підприємства.

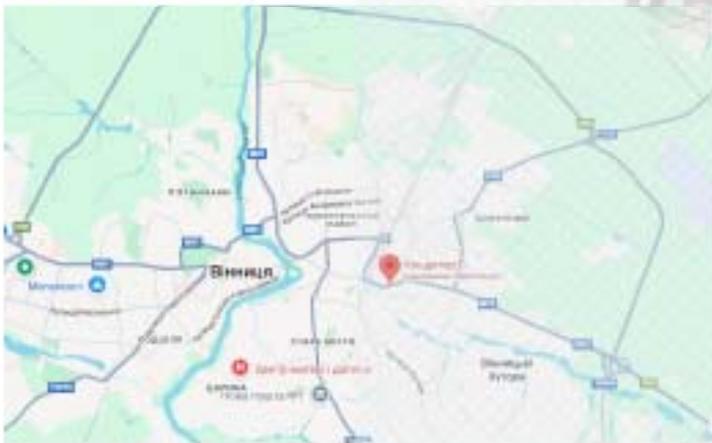
**Предмет дослідження** – методи та моделі вибору й оцінки ефективної системи доставки вантажів.

**Новизна роботи** полягає у розробці багатокритеріальної корпоративної моделі, що забезпечує підвищення ефективності доставки товарів із врахуванням ймовірнісної оцінки сумісності вантажів у процесі автомобільних перевезень.

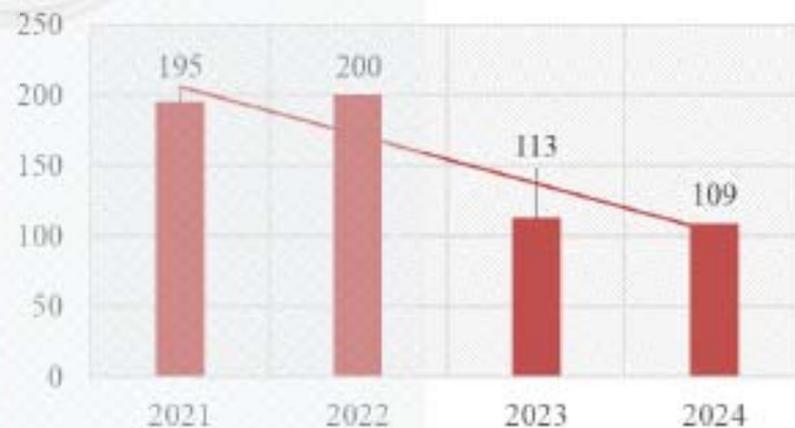
## ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

**ТОВ «Кондитер-С»** займається виробництвом та торгівлею наступних продуктів харчування: кондитерських виробів (шоколад, цукерки, печиво, вафлі, карамель, рулети, зефір, халва тощо), консервів (рибних, овочевих, м'ясних). Також продає соняшникову олію, молочну продукцію (масло вершкове, сири, молоко, йогурти), макаронні вироби, чай, каву, мінеральну воду та напої.

Місцерозташування офісу ТОВ «Кондитер-С»



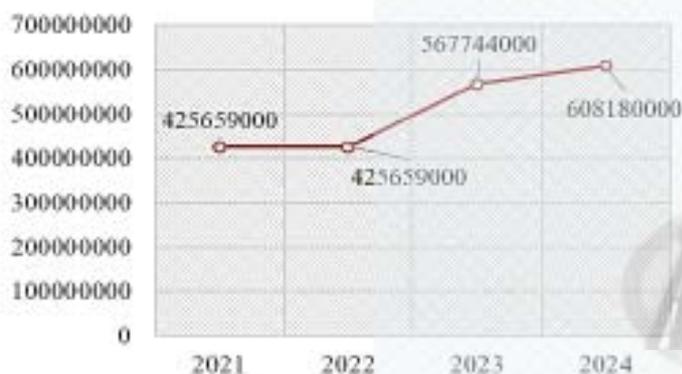
Кількість персоналу підприємства за роками



## ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ ФІНАНСАМИ ТА ТРАНСПОРТОМ

4

### Доходи підприємства



### Прибутки підприємства



### Фінансові показники компанії



## АНАЛІЗ ВІДДІЛУ МАРКЕТИНГУ ТА ЛОГІСТИКИ



## ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ТЕХНІКО – ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ РУХОМОГО СКЛАДУ

### Рухомий склад

#### Основні техніко-експлуатаційні показники

Найменування показника	Одиниці виміру	Рік			
		2021	2022	2023	2024
Кількість автомобілів на кінець року	од.	6	6	8	10
Автомобілі-дні у роботі	авт. дн.	1590	1560	2160	2800
Час у наряді	год.	12720	12480	17280	22400
Загальний пробіг	км	273000	273000	364000	455000
Пробіг з вантажем	км	237510	232050	273000	332150
Вантажообіг	ткм	2850120	2784600	3276000	3985800
Коефіцієнт використання пробігу	-	0,87	0,85	0,75	0,73
Середня експлуатаційна швидкість	км/год.	32	32	28	28

#### Марка автомобілю

Iveco Daily 65C15V H3 3.0HPI

Hyundai HD65

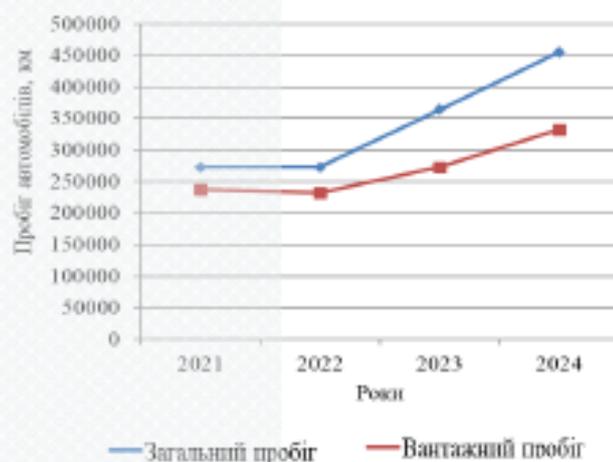
MAN TGL 7.150

Mercedes Atego 715

Volvo FL6, FL7

Iveco Daily 65C15V H3 3.0HPI

#### Зміна пробігів за роками



## ЕТАПИ ДОСТАВКИ ПРОДУКЦІЇ

### 1. Підготовка до перевезення на заводі виробництва

- Формування партії вантажу в розподільчий центр фізичу
- Оформлення документів
- Перевірка упаковок
- Дотримання температурного режиму (при необхідності)

### 2. Планування маршруту та вибір автомобіля

- Вибір раціонального автомобіля за різними критеріями
- Формування маршруту руху за критерієм мінімізації холостого пробігу

### 3. Перевезення

- Дотримання безпеки перевезень
- Контроль якості (захист від впливу навколишнього середовища, необхідний температурний режим тощо)

### 4. Прибуття на РЦ дистрибутора, розвантаження та зберігання товару

- Дотримання терміну прибуття автомобіля
- Перевірка цілісності упаковок
- Відповідність кількості товару
- Організація належного зберігання продукції

### 6. Розподіл по торговельних мережах

- Аналіз наявних асортиментних позицій
- Формування витяжних одинач відповідно до заявок клієнтів

### 7. Планування маршруту та вибір автомобіля

- Вибір раціонального автомобіля за різними критеріями
- Формування маршруту руху за критерієм мінімізації холостого пробігу

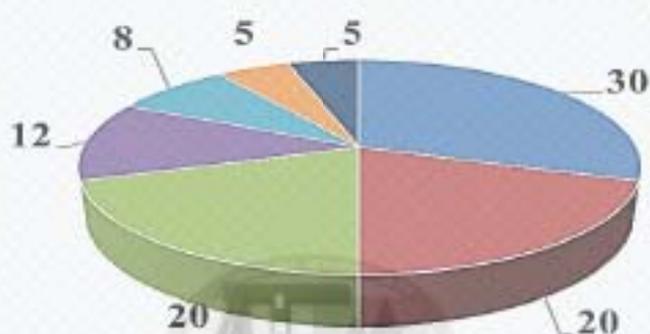
### 8. Перевезення по торговельних мережах

- Дотримання безпеки перевезень
- Контроль якості (захист від впливу навколишнього середовища, необхідний температурний режим тощо)

### 9. Прибуття, розвантаження та продаж товару

- Дотримання терміну прибуття
- Перевірка цілісності упаковок
- Відповідність кількості товару
- Розподіл на склад або у торговельний зал для подальшого продажу

## ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНТАЖІВ



- Кондитерські вироби
- Консерви
- Соняшникова олія
- Чай, кави
- Макаронні вироби
- Молочна продукція
- Напої

## Транспортна характеристика вантажів

Критерій	Найменування вантажу		
	Кондитерські вироби	Соняшникова олія	Консерви
Тип тари	Герметична, щільна коробка	Герметична пляшка/бочка	Герметична консервна банка/тара
Транспортна тара	Картонні або пластикові ящики, відрами	Металева бочка, пластикові ящики, пляшки	Металева або скляна банка, ящики на піддонах
Умови транспортування	Сухо, чисто, вентиляція, без сонця	Сухо, чисто, без прямих сонячних променів	Сухо, чисто, без прямих променів
Температурний режим	Стабільна температура, уникати спеки	Температура <25°C, уникати перегріву	Уникати високих температур і прямих сонячних променів

Критерій	Найменування вантажу		
	Кондитерські вироби	Соняшникова олія	Консерви
Сумісність в процесі транспортування	Можна перевозити з герметичними консервами	Можна перевозити з герметичними консервами	Можна перевозити з олією та кондитерськими виробами
Захист від пошкоджень	Звокти від вологості та механічних пошкоджень	Герметична тара, уникати ударів	Уникати ударів та пошкодження тари
Особливі зауваження	Чутливі до змивів і вологості	Не переносить контакту з продуктами, що впливають на смак	Перевірити герметичність перед відправкою

## АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ



## ДОСЛІДЖЕННЯ СУМІСНОСТІ ВАНТАЖІВ З УРАХУВАННЯМ ВИПАДКОВОСТІ ПОДІЙ

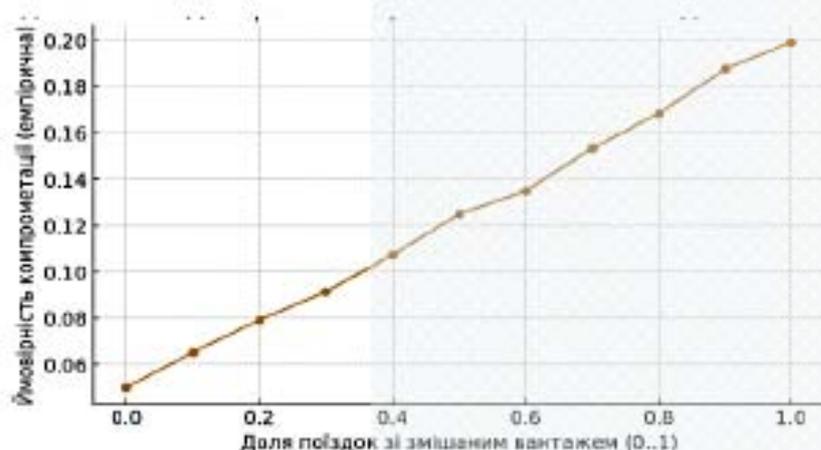
### Ймовірність компрометації вантажів

### Комбінована ймовірність компрометації

Тип події	Опис	Ймовірність події (P)	Додатковий ефект / ймовірність впливу на КВ
Контакт вантажів	Олія та КВ	0,12	—
Контакт вантажів	Консерви та КВ	0,05	—
Контакт вантажів	Олія та консерви	0,01	Використовується лише для певних сценаріїв
Температурна екскурсія	Перевищення допустимої температури	0,1	Якщо екскурсія відбулася, додатковий вплив на КВ становить 0,3
Удари	Механічні пошкодження під час транспортування	0,05	Якщо подія відбулася, вплив на КВ становить 0,4

$$P_{\text{компр}} = 1 - \prod_i (1 - p_i),$$

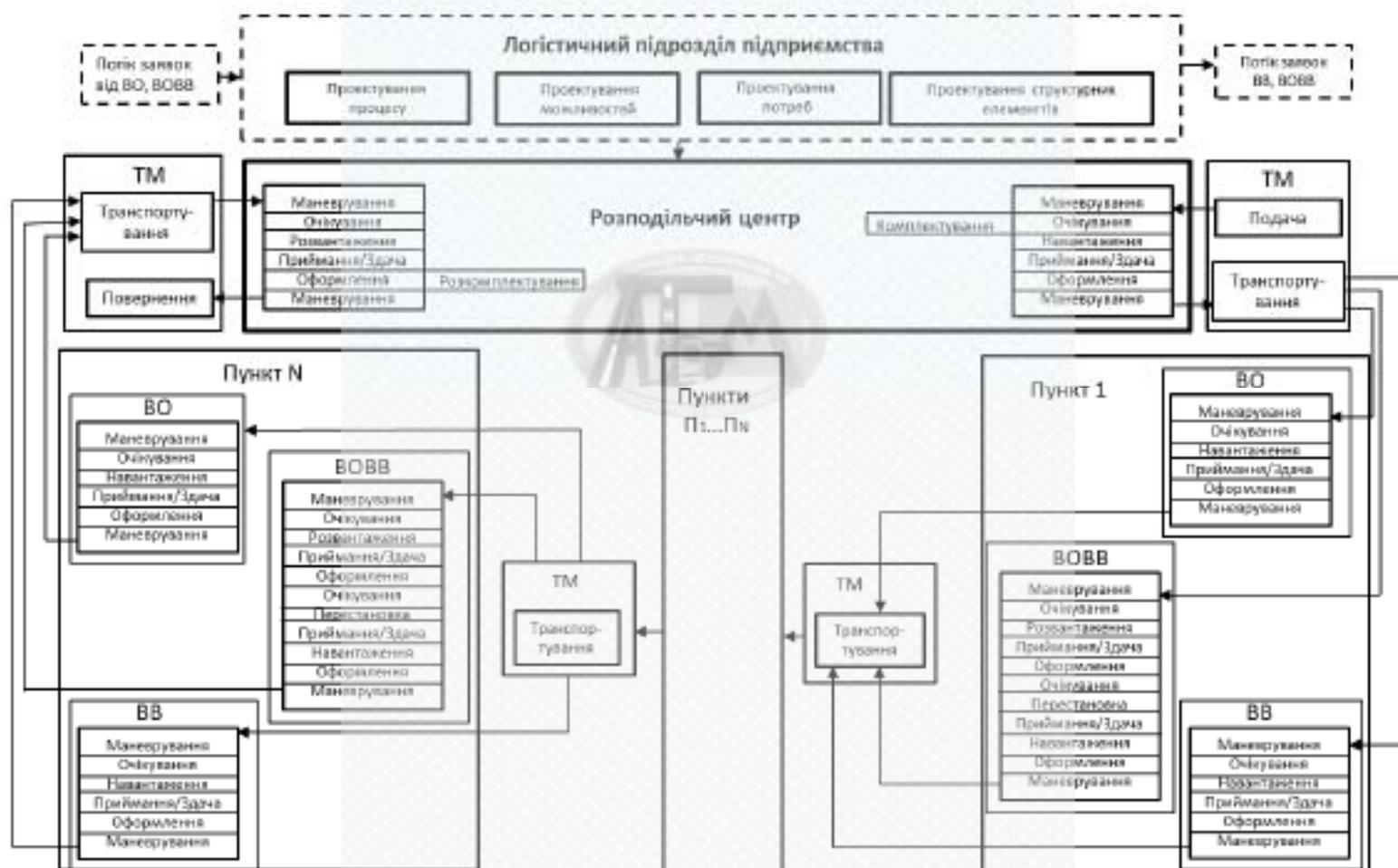
де  $p_i$  - ймовірності компрометації вантажів в транспортній системі в залежності від типу подій



Графік ймовірності пошкодження кондитерських виробів в залежності від частки змішаних вантажів

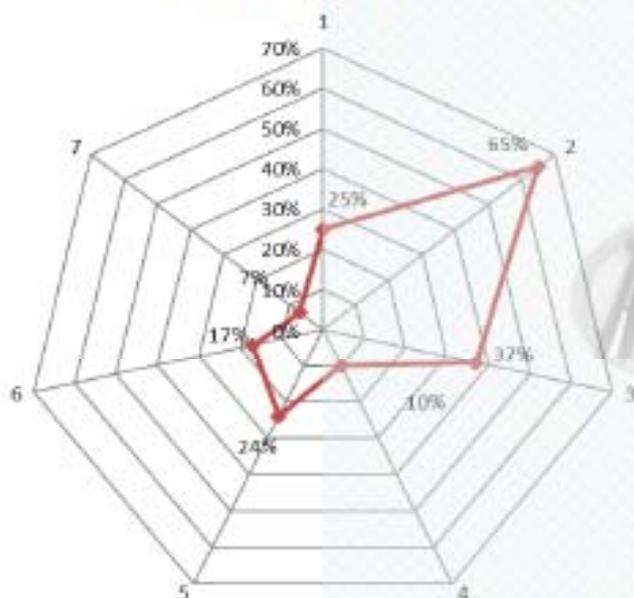


## МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ

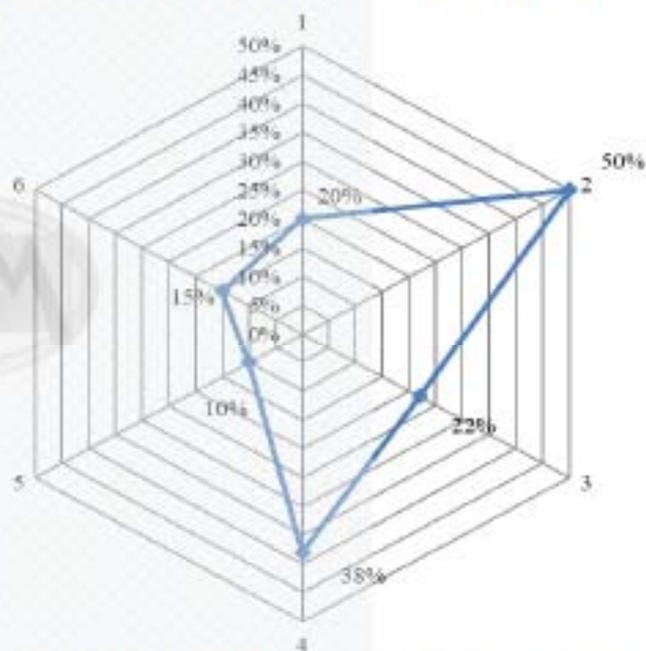


## МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ

Діаграма зниження ефективності в залежності від параметрів ТСС



Діаграма зміни витрат в залежності від характеристик транспортної системи



1 - збільшення висоти зберігання вантажу,

2 - збільшення складських переміщень, 3 - зниження кількості засобів механізації, 4 - зниження пропускної можливості пункту доставки (до 10%), 5 - нестача або надлишок складських можливостей (до 20%), 6 - нестача або надлишок транспортних можливостей (до 20%), 7 - невідповідність експедиційних можливостей (до 20%)

1 - нерівномірність вантажопотоків, 2 - параметри автомобіля, 3 - способи доставки попутних партій вантажів, 4 - середня відстань між пунктами маршруту, 5 - обслуговування основних та додаткових заявок, 6 - співвідношення між характеристиками вантажних одиниць

## СТРАТЕГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ

**Мета** – розробка механізму для забезпечення раціональної технології доставки готової продукції

### ІНСТРУМЕНТИ для реалізації механізму

Поліпшення інфраструктурних положень щодо розвитку та вдосконалення транспортних технологій

Аналіз управління доставкою продукції на основі економічності транспортної ланки

Білопорошкові системні підходи

**МЕХАНІЗМ** білопорошкової ланки вилучення параметрів транспортної системи на технологію для збирання вантажів

**ПРИНЦИПИ** функціонування основних компонентів системи доставки вантажів

Інноваційність

Адаптивність

Оперативність

Системність

Гнучкість

Потужність

### КРИТЕРІЇ ефективності досягнення мети

Ефективність логістичних процесів для гідності

Максимальний рівень задоволення клієнтів

Найвища економічна вигода для бізнес-партнерів

Існування соціально-економічної вигоди для розвитку регіону і країни

Ефективність

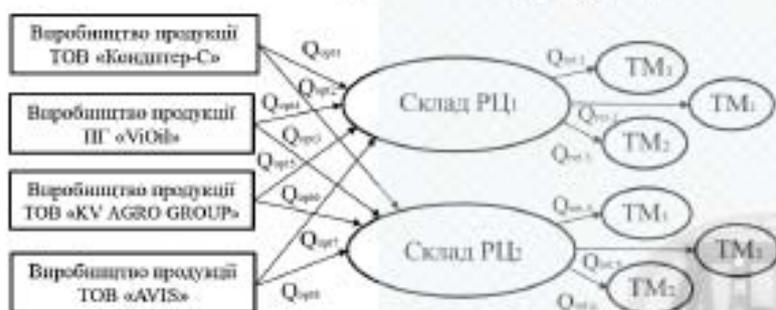
Найвища на кількісній оцінці

Інноваційність

Збалансованість

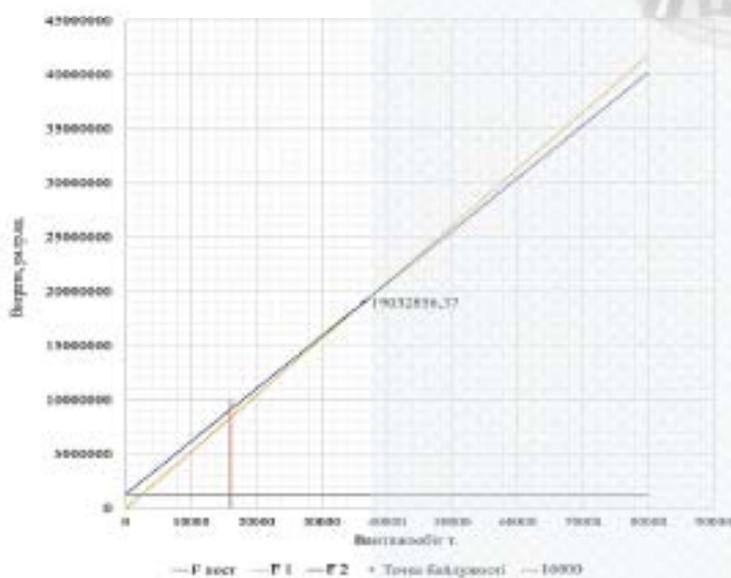
## РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ОБРАНОЇ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

### Технологія доставки продукції



### Координати учасників логістичної системи

№ магазину	Координати магазину		№ магазину	Координати магазину		№ магазину	Координати магазину	
	X	Y		X	Y		X	Y
1	1	11	6	8	9	11	17	16
2	10	9	7	19	0	12	5	20
3	16	17	8	6	10	13	11	5
4	5	19	9	14	5	14	9	7
5	4	1	10	5	16	15	17	10



### Модель для визначення координат розподільчого центру

$$X_{РЦ} = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i \cdot X_i)}{\sum_{i=1}^n B_i}; \quad Y_{РЦ} = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i \cdot Y_i)}{\sum_{i=1}^n B_i};$$

де  $B_i$  – обсяг замовлень  $i$ -го магазину, кор./тнж.;

$X_i, Y_i$  – координати  $i$ -го магазину, км.

$$X_{РЦ} = 10;$$

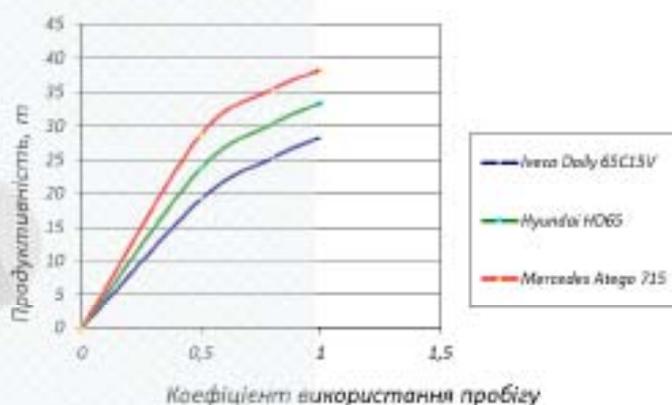
$$Y_{РЦ} = 10.$$

## ВИБІР АВТОМОБІЛЯ

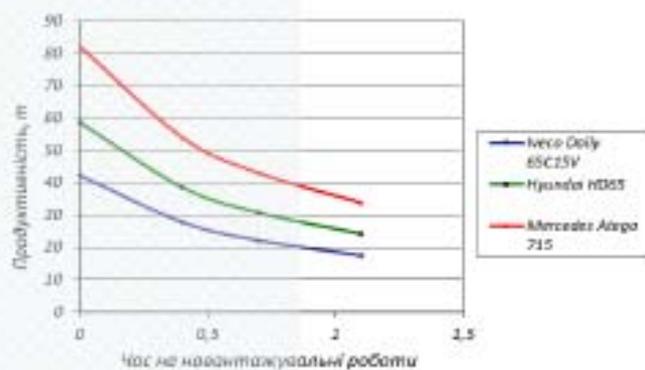
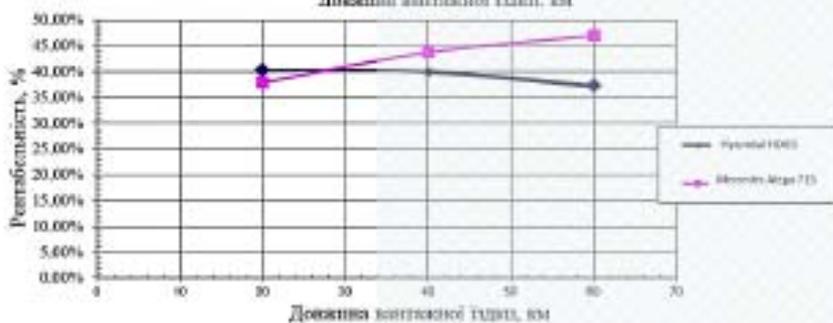
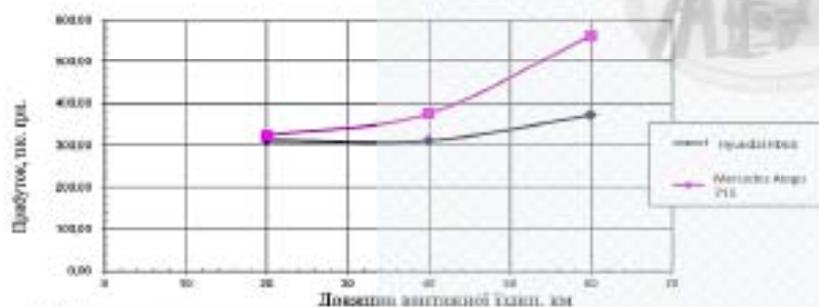
### Характеристика рухомого складу

Характеристика	Варіанти рухомого складу		
	№1	№2	№3
Марка та модель	Iveco Daily 65C15V	Hyundai HD65	Mercedes Atego 715
Вантажопідйомність, т	3,6	5	7
Витрати палива, л/100 км	10	14	19

### Порівняння за продуктивністю



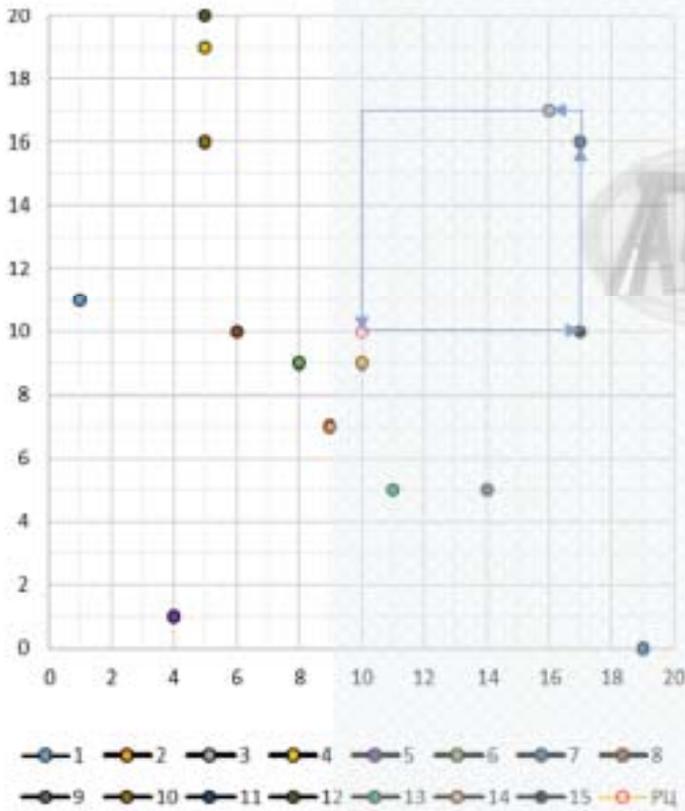
### Порівняння за витратами



## РОЗРОБКА МАРШРУТІВ РУХУ

### Приклад побудови плану виконання замовлень

#### Приклад побудови технології доставки методом Свіра



№ Маршруту	№ Магистралі	Рівень виконання замовлень			Технологія виконання маршруту
		024	031	033	
1	2	0	0	0	P1 → M12 → M11 → M10 → M12 → P1 P=120 аеробіт; L=41 км; k <sub>в</sub> =255 км.
	01	41	-	11	
	1	-	-	33	
	07	36	-	-	
2	03	31	-	-	P2 → M12 → M9 → M10 → M11 → P1 P=120 аеробіт; L=75 км; k <sub>в</sub> =127 км.
	4	32	-	14	
	10	23	-	41	
	1	10	-	8	
3	11	-	89	-	P1 → M11 → M11 → M12 → P1 P=118 аеробіт; L=80 км; k <sub>в</sub> =212,5 км.
	9	-	02	-	
	12	-	22	36	
4	6	-	21	-	P1 → M4 → M10 → M11 → P1 P=128 аеробіт; L=48 км; k <sub>в</sub> =127 км.
	10	-	3	-	
	1	-	36	37	
5	1	-	-	7	P1 → M11 → M11 → M11 → P1 P=118 аеробіт; L=23 км; k <sub>в</sub> =173 км.
	6	-	49	11	
	9	-	36	5	
6	6	15	-	-	P1 → M11 → M11 → P1 P=118 аеробіт; L=10 км; k <sub>в</sub> =138 км.
	9	43	-	11	
	6	-	-	31	
	10	-	7	7	
7	10	-	-	22	P1 → M10 → M10 → M10 → P1 P=128 аеробіт; L=54 км; k <sub>в</sub> =157 км.
	7	-	38	7	
	10	-	37	18	
	5	12	-	-	
8	10	42	-	-	P1 → M11 → M11 → M11 → M11 → P1 P=118 аеробіт; L=34 км; k <sub>в</sub> =152 км.
	2	47	-	-	
	10	18	-	-	
	10	28	-	-	
9	10	28	-	-	P1 → M11 → M10 → M10 → P1 P=88 аеробіт; L=36 км; k <sub>в</sub> =148 км.
	9	-	-	31	
	7	30	-	8	
10	10	-	34	-	P1 → M11 → M11 → M11 → P1 P=120 аеробіт; L=58 км; k <sub>в</sub> =212 км.
	9	-	45	-	
	7	-	43	-	
11	7	-	18	-	P1 → M7 → P1 P=30 аеробіт; L=18 км; k <sub>в</sub> =92 км.

## АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДЛЯ ОБРАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТАВКИ

Показник	Умовне позначення або формула для розрахунку	Поведінок	Четвер	П'ятниця	Разом за тиждень
1	2	3	5	6	7
Витрати з доставки замовлень, грн.	$C_{досл}$	6712	6760	7068	20600
Витрати на вдкормової прои, грн.	$C_{ст}$	-	-	-	-
Штрафи за опізнання, грн.	$C_{ш}$	250	-	250	500
Загальні витрати з доставки замовлень, грн.	$C_{заг}$	7012	6760	7318	21100
Обсяг перевезеного вантажу, коробок	$P_{заг}$	1293	1284	1320	3897
Пробіг транспорту, км	$L_{заг}$	381	380	389	1150
Кількість рейсів	$N$	11	11	12	34
Коефіцієнт використання вантажопідійнятності транспорту,	$K = \frac{P_{заг}}{N \cdot Q}$	0,91	0,91	0,92	0,91
Витрати на доставку на 1 км пробігу, грн.	$C_1 = \frac{C_{заг}}{L_{заг}}$	18,43	17,79	18,81	18,35
Витрати на перевезення однієї коробки, грн.	$C_2 = \frac{C_{заг}}{P_{заг}}$	5,43	5,26	5,54	5,41



### Ефективність функціонування системи доставки

$$K_{\Sigma}^{ef} = \frac{K_1^{ef} \cdot K_2^{ef}}{K_3^{ef}}$$

$$K_{\Sigma 1}^{ef} = 0,44$$

$$K_{\Sigma 2}^{ef} = 0,85$$

$K_1^{ef}$  - ступінь задоволення логістичних вимог «у потрібному обсязі»;

$K_2^{ef}$  - доставка «точно в строк»

$K_3^{ef}$  - доставка з раціональними витратами.

## ВИСНОВКИ

1. Охарактеризована логістична та транспортна діяльність ТОВ «Кондитер-С». Підприємство займається виробництвом та торгівлею продуктів харчування, які мають масове споживання на ринку. Виробляє та продає кондитерські вироби та консерви. Також займається продажем та доставкою більш широкої номенклатури вантажів, в тому числі соняшникової олії, напоїв, чаю та макаронних виробів. Проаналізована динаміка фінансово-економічних показників за 5 років та робота транспорту.
2. Виконаний аналіз процесу доставки продукції масового споживання. Наведений відсотковий розподіл обсягів перевезень, де близько 60% займають кондитерські вироби, консерви та соняшникова олія. Наведені правила перевезень для зазначених вантажів з урахуванням факторів сумісності в процесі транспортування. Розроблена технологія доставки вантажів, яка включає 9 етапів та визначає вимоги до процесу перевезень. Для підвищення ефективності доставки продукції логістичним підрозділом ТОВ «Кондитер-С» рекомендуються наступні першочергові заходи: покращення процесу консолідації дрібних партій вантажів шляхом використання розподільчих центрів; формування змішаних партій вантажу на основі маршруту, ваги, сумісності при транспортуванні.
3. Проведений моніторинг нзуккових праць щодо ефективних технологій доставки вантажів. Наведені 10 організаційно-технічних рішень з доставки вантажів, які вже застосовуються або перебувають на стадії розробки.
4. Виконаний нзукво-практичний аналіз сумісності вантажів масового споживання з урахуванням випадковості подій. Результати розрахунків показують, що ймовірність того, що КВ постраждають через контакт з олією, температурну екскурсію або удари, становить близько 16%. Побудована діаграма, яка характеризує ризики пошкодження кондитерських виробів в залежності від частки змішаних вантажів. За умов 50% змішаного складу вантажів ймовірність компрометації не є критично високою, але й не нульова. Проведений ймовірнісний аналіз ризикових комбінацій вантажів під час транспортування.
5. Сформована модель ефективної доставки вантажів масового споживання. Основними складовими моделі є потреби у доставці, можливості та структурні елементи системи. Кожна складова моделі характеризується великою сукупністю факторів, які по різному впливають на транспортні процеси. Серед характеристик транспортної мережі найбільший вплив на ефективність доставки надають відстані між пунктами. Так, при збільшенні відстані між пунктами укрупненої транспортної мережі на 20% значення показника ефективності зникається на 7,6%.
6. Розраховані координати розташування розподільчого центру, які залежать від вантажопотоку та місць розміщень 15 магазинів роздрібною торгівлі. Були отримані наступні координати розміщення розподільчого центру: ХРЦ=10 та УРЦ=10. Визначений вантажообіг «байдужості», який склав 36455 т/рік, тобто при більшому за наведене значення вантажопотоку є доцільність використовувати власні складські приміщення.
7. Обраний раціональний рухомий склад. Це автомобіль Mercedes Atego 715.
8. Розроблені маршрути та графіки доставки замовлених товарів у магазини району. Формування маршрутів доставки товарів виконуються за допомогою метода Свіра та розробленої карти-схеми району перевезень. Запропонована наступна кількість кільцевих маршрутів за днями тижня: понеділок - 11, четвер - 11, п'ятниця - 12.
9. Визначена ефективність запропонованих рішень. Витрати на маршрутах за днями тижня різні та коливаються в день від 6760 грн. до 7318 грн. Середні витрати на перевезення становлять 18,35 грн./км та 5,41 грн. та одиницю товару. В результаті впровадження запропонованих заходів коефіцієнт ефективності збільшився з 0,44 до 0,85.

## Додаток Б

### «Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень»



## ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Тема роботи: Підвищення ефективності доставки продукції масового  
оживання автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю  
Кондитер-С» місто Вінниця

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота  
Підрозділ: кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі  
системою StrikePlagiarism (K111) 20 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (відмітити потрібне)

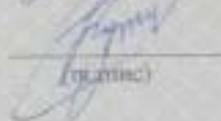
- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

Експертна комісія:

Цимбал С.В., завідувач кафедри АТМ  
(прізвище, ініціали, посада)

  
(підпис)

Кужель В.П., доцент кафедри АТМ  
(прізвище, ініціали, посада)

  
(підпис)

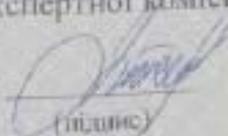
Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Цимбал С.В.  
(прізвище, ініціали)

З висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник

  
(підпис)

Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ  
(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач

  
(підпис)

Осенський Н.О.  
(прізвище, ініціали)