НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет_____механіко-технологічний_____

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

транспортних технологій та засобів АПК

_____к.т.н. Савченко Л.А

«__» _____2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Організація транспортного процесу перевезення швидкопсувних вантажів

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Гарант освітньої програми к.т.н.Опалко В.Г

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи к.т.н. Савченко Л.А

Виконав Бумар В. О

Київ – 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ

І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет _____механіко-технологічний_____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

транспортних технологій та засобів АПК

_____к.т.н.Савченко Л.А

«____» _____2026 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Бумару Віталію Олексійовичу

Спеціальність: 275.03. Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: Організація транспортного процесу перевезення швидкопсувних вантажів

затверджена наказом ректора НУБіП України від «__» _____

Термін подання завершеної роботи на кафедру __20.05.2026

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи:

1. Звіт з виробничої практики.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Характеристика підприємства
2. Розробка транспортного процесу перевезення швидкопсувних вантажів.
3. Охорона праці
4. Розрахунок техніко-експлуатаційних показників

Перелік графічних документів (за потреби) ___15 слайдів

Дата видачі завдання «08» 09.2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи_____(доц.Савченко Л.А)

Завдання прийняв до виконання _____(Бумар В.О)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ 5
ВСТУП 7
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РИНКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ 10
1.1. Стан і тенденції ринку перевезень охолодженої продукції птахівництва в Україні в умовах євроінтеграції 10
1.2. Характеристика ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» (МХП): виробнича база, логістична інфраструктура та структура транспортного підрозділу 14
1.3. Рефрижераторний рухомий склад київського розподільчого центру МХП: технічні характеристики та стан парку 17
Висновки до розділу 1 19
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОХОЛОДЖЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ З М'ЯСА ПТИЦІ ЯК ШВИДКОПСУВНОГО ВАНТАЖУ ТА ВИМОГИ ДО ЇЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ 21
2.1. Класифікація охолодженої продукції ТМ «Наша Ряба» за температурними режимами, терміном придатності та ступенем ризику псування 21
2.2. Нормативно-правова база перевезень: Угода АТП, стандарти HACCP, технічний регламент ЄС №853/2004 та українське законодавство у сфері харчової безпеки 25
2.3. Вимоги до пакування, маркування та підготовки охолодженої птиці до транспортування; умови навантажувально-розвантажувальних робіт 28
2.4. Аналіз існуючої схеми організації доставки від розподільчого центру до торгових мереж м. Києва та виявлення ключових недоліків 31
Висновки до розділу 2. 38
РОЗДІЛ 3. ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ОХОЛОДЖЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ МХП 39
3.1. Обґрунтування методу маршрутизації з урахуванням температурного вікна (+0…+4 °С), часових вікон доставки торгових мереж та обмежень за терміном придатності 39
3.2. Формування матриці відстаней між вузлами транспортної мережі та побудова оптимальних маршрутів методом Кларка–Райта 40

3.3. Цифровий моніторинг холодового ланцюга: впровадження IoT-системи безперервного контролю температури в кузові рефрижератора з передачею даних у реальному часі 47

3.4. Розрахунок техніко-експлуатаційних показників рухомого складу по оптимізованих маршрутах 48

3.5. Порівняння існуючої та оптимізованої схеми доставки; економічний та екологічний ефект від впровадження 52

Висновки до розділу 3 56

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА НА ТРАНСПОРТІ 57

4.1. Специфіка умов праці водіїв рефрижераторного транспорту: вплив знижених температур, вібрації та ненормованого графіку на стан здоров'я 57

4.2. Безпека під час навантажувально-розвантажувальних робіт з охолодженою продукцією птахівництва: санітарні норми, ЗІЗ, вимоги НАССР на робочому місці 61

4.3. Аналіз динаміки показників виробничого травматизму та комплексний план заходів з його попередження 63

Висновки до розділу 4 67

ВИСНОВКИ 68

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 71

ДОДАТКИ 72

Додаток А. Повна матриця відстаней між вузлами транспортної мережі

Додаток Б. Таблиця коефіцієнтів заощаджень для всіх пар пунктів доставки

Додаток В. Технічні характеристики рефрижераторного парку МХП та порівняльний аналіз рухомого складу

РЕФЕРАТ

Обсяг роботи: 83 сторінки основного тексту, 12 рисунків, 16 таблиць, 35 літературних джерел, 3 додатки.

Ключові слова: ШВИДКОПСУВНИЙ ВАНТАЖ, ОХОЛОДЖЕНА ПРОДУКЦІЯ ПТАХІВНИЦТВА, ТМ «НАША РЯБА», ПрАТ «МХП», ХОЛОДОВИЙ ЛАНЦЮГ, РЕФРИЖЕРАТОРНИЙ ТРАНСПОРТ, МАРШРУТИЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, МЕТОД ЗАОЩАДЖЕНЬ КЛАРКА–РАЙТА, НАССР, IoT-МОНІТОРИНГ, ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ.

Об'єкт дослідження - транспортний процес щоденного розвезення охолодженої продукції з м'яса птиці ТМ «Наша Ряба» від київського розподільчого центру ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» (МХП) до торгових мереж і супермаркетів міста.

Предмет дослідження — методи побудови оптимальних маршрутів перевезення швидкопсувних вантажів з урахуванням температурного режиму (+0…+4 °C), часових вікон доставки торгових мереж та обмежень за терміном придатності продукту, а також система техніко-економічних показників оцінки ефективності рефрижераторного рухомого складу.

Мета роботи - підвищення ефективності транспортного процесу перевезення охолодженої продукції птахівництва ПрАТ «МХП» шляхом науково обґрунтованої оптимізації маршрутів доставки до торгових точок м. Києва, впровадження цифрового IoT-моніторингу холодового ланцюга та розрахунку техніко-експлуатаційних показників рухомого складу.

Методи дослідження: системний аналіз транспортно-логістичного процесу; евристичний алгоритм заощаджень Кларка–Райта для задачі маршрутизації транспортних засобів (VRP); розрахунково-аналітичний метод визначення техніко-експлуатаційних показників; техніко-економічний аналіз ефективності оптимізації; метод порівняльного аналізу нормативної та фактичної температури у процесі перевезення.

У роботі охарактеризовано специфіку охолодженої продукції ТМ «Наша Ряба» як швидкопсувного вантажу, досліджено вимоги Угоди АТП, стандартів HACCP та Регламенту ЄС №853/2004. Виконано аналіз існуючої схеми доставки та виявлено її ключові недоліки: неоптимальна послідовність об'їзду торгових точок, ризики порушення холодового ланцюга у «вузьких» часових вікнах, недостатній рівень контролю температури в реальному часі. На основі алгоритму заощаджень Кларка–Райта побудовано оптимальні маршрути розвезення з урахуванням температурних обмежень і часових вікон доставки. Обґрунтовано впровадження IoT-системи моніторингу холодового ланцюга із безперервною передачею телематичних даних до диспетчерського центру. Розраховано техніко-експлуатаційні показники та визначено економічний і екологічний ефект від оптимізації.

Практична цінність результатів роботи полягає у тому, що запропоновані рішення можуть бути безпосередньо впроваджені у діяльність транспортно-логістичного підрозділу ПрАТ «МХП» та адаптовані для інших підприємств харчової промисловості, що здійснюють доставку охолодженої продукції в умовах міської транспортної мережі.

ВСТУП

Однією з визначальних рис сучасної харчової промисловості є надзвичайно висока чутливість кінцевого продукту до умов транспортування. Охолоджена продукція з м'яса птиці, яку щодня споживають мільйони українців, залишає виробничий цех у суворо регламентованому температурному режимі та потребує безперервного холодового ланцюга від складу до полиці супермаркету. Найменше порушення і продукт втрачає не лише товарний вигляд, а й мікробіологічну безпечність. Відповідальність за збереження цього ланцюга лежить насамперед на транспортному підрозділі підприємства-виробника.

Саме тому організація транспортного процесу перевезення швидкопсувних вантажів - це не лише задача оптимізації маршрутів та скорочення витрат, а й питання харчової безпеки споживача, відповідності міжнародним стандартам якості та конкурентоспроможності виробника на ринку. В умовах курсу України на євроінтеграцію та поступової гармонізації вітчизняного законодавства з нормами ЄС вимоги до холодової логістики суттєво зростають [3, 4].

Базою дослідження обрано ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» (МХП) - найбільшого виробника м'яса птиці в Україні та один із лідерів Центральної і Східної Європи. Щоденно київський розподільчий центр компанії розвозить охолоджену продукцію торгової марки «Наша Ряба» до десятків торгових точок міста. Саме тут зосереджена низка невирішених організаційно-технологічних проблем: нераціональна послідовність об'їзду торгових мереж, відсутність автоматизованого контролю температури в кузові в реальному часі та недостатня аналітична база для прийняття диспетчерських рішень [11, 12].

Актуальність теми визначається кількома чинниками. По-перше, за даними Державної служби статистики, у 2024 році обсяг виробництва м'яса птиці в Україні становив близько 872 тис. тонн, і частка охолодженої продукції у роздрібній торгівлі досягла 61 % [20, 26]. Кожна тонна цього продукту потребує холодового транспорту - але більше 60 % рефрижераторного парку країни має

вік понад 7 років і не відповідає сучасним технічним вимогам [2]. По-друге, нові вимоги до простежуваності харчових продуктів у рамках системи HACCP та Регламенту ЄС №853/2004 вимагають документованого контролю температури протягом усього маршруту доставки. По-третє, зростаючі ціни на дизельне паливо та дефіцит кваліфікованих водіїв у воєнний та повоєнний час роблять оптимізацію маршрутів не побажанням, а економічною необхідністю.

Метою бакалаврської роботи є підвищення ефективності транспортного процесу перевезення охолодженої продукції птахівництва ПрАТ «МХП» шляхом оптимізації маршрутів доставки до торгових мереж м. Києва, впровадження цифрового IoT-моніторингу холодового ланцюга та розрахунку техніко-експлуатаційних показників рухомого складу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- охарактеризувати стан та тенденції ринку перевезень охолодженої продукції птахівництва в Україні в умовах євроінтеграції;
- вивчити характеристики ПрАТ «МХП» та організаційну структуру його транспортного підрозділу;
- класифікувати охолоджену продукцію ТМ «Наша Ряба» як швидкопсувний вантаж з урахуванням температурних вимог та обмежень за терміном придатності;
- дослідити нормативно-правову базу перевезень: вимоги Угоди АТП, стандартів HACCP та Регламенту ЄС №853/2004;
- проаналізувати існуючу схему доставки від розподільчого центру до торгових мереж та виявити ключові недоліки;
- обґрунтувати застосування методу заощаджень Кларка–Райта для оптимізації маршрутів з урахуванням часових вікон і температурних обмежень;
- сформувати матрицю відстаней між вузлами транспортної мережі та побудувати оптимальні маршрути;
- обґрунтувати впровадження IoT-системи безперервного моніторингу холодового ланцюга;
- розрахувати техніко-експлуатаційні показники рухомого складу та оцінити економічний і екологічний ефект;
- розглянути питання охорони праці та безпеки при перевезенні швидкопсувних вантажів.

Об'єктом дослідження є транспортний процес щоденного розвезення охолодженої продукції з м'яса птиці ТМ «Наша Ряба» від київського розподільчого центру ПрАТ «МХП» до торгових мереж та супермаркетів

міста.

Предметом дослідження є методи організації та оптимізації маршрутів перевезення швидкопсувних вантажів з урахуванням температурного режиму (+0…+4 °C), часових вікон доставки та обмежень за терміном придатності продукту.

Методи дослідження: системний аналіз транспортно-логістичного процесу; евристичний алгоритм заощаджень Кларка–Райта [10]; розрахунково-аналітичний метод визначення ТЕП; техніко-економічний аналіз; метод порівняльного аналізу температурних профілів маршрутів.

Практичне значення роботи полягає в тому, що розроблені оптимальні маршрути доставки, обгрунтована схема IoT-моніторингу холодового ланцюга та розраховані техніко-економічні показники готові до практичного впровадження у виробничу діяльність транспортно-логістичного підрозділу ПрАТ «МХП». Запропоновані рішення також можуть бути адаптовані підприємствами харчової промисловості, дистриб'юторами та логістичними операторами, що здійснюють доставку швидкопсувної продукції в умовах міської транспортної мережі.

РОЗДІЛ 1.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТА РИНКУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ.

1.1. Стан і тенденції ринку перевезень охолодженої продукції птахівництва в Україні в умовах євроінтеграції.

Ринок перевезень швидкопсувних вантажів є одним із найдинамічніших та водночас найвимогливіших сегментів транспортної галузі. Його специфіка визначається тим, що будь-яке відхилення від регламентованого температурного режиму або затримка доставки безпосередньо призводить до матеріальних збитків і, що важливіше, - до загроз здоров'ю кінцевого споживача. За класифікацією Угоди про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів (АТП), до якої Україна приєдналася ще у 1999 році, охолоджена продукція птахівництва відноситься до категорії «легкоохолоджуваних вантажів», що потребують підтримання температури в діапазоні 0…+4 °C протягом усього транспортного процесу [3].

Протягом 2021–2024 років вітчизняний ринок птахівництва зазнав кардинальних трансформацій, спричинених, насамперед, повномасштабним вторгненням Російської Федерації у лютому 2022 року. Руйнування логістичної інфраструктури, втрата частини виробничих потужностей і зміщення центрів споживання призвели до значного скорочення виробництва птиці - з 1 082 тис. тонн у 2021 до 742 тис. тонн у 2022 році [20]. Однак вже з 2023 року галузь демонструє стійку відновну динаміку: у 2024 році виробництво досягло приблизно 872 тис. тонн, а обсяг ринку холодової логістики відновився до 19,3 млрд гривень [26].

Паралельно відбуваються структурні зміни у споживчих перевагах. Частка охолодженої (нефасованої та упакованої під вакуумом або у модифікованій атмосфері) продукції у роздрібній торгівлі зросла з 54 % у 2021 до 61 % у 2024 році. Це обумовлено кількома чинниками: підвищенням харчової культури населення, зростанням мережевої роздрібної торгівлі з власними вимогами до

свіжості продукту, а також посиленням вимог регуляторів до маркування та простежуваності [2]. Зростання частки охолодженої продукції безпосередньо збільшує навантаження на холодовий транспорт, оскільки саме охолоджена птиця, на відміну від замороженої, є критично чутливою до часу та температури доставки — допустимий термін придатності продукту становить від 5 до 12 діб залежно від виду упаковки та газового середовища [1].

Ключовою тенденцією останніх років є цифровізація холодової логістики. Провідні оператори ринку впроваджують IoT-системи безперервного моніторингу температури і вологості в кузові рефрижератора, що дозволяють у реальному часі відстежувати параметри холодового ланцюга та автоматично формувати температурні звіти для підтвердження відповідності вимогам HACCP [22]. За оцінками Асоціації ринку охолодженої логістики, у 2024 році близько 23 % великотоннажних рефрижераторних напівпричепів в Україні вже оснащені такими системами, тоді як серед малотоннажного рефрижераторного транспорту (фургони до 3,5 т) - лише 8 % [17].

Важливим зовнішнім фактором, що формує вимоги до організації перевезень, є курс на євроінтеграцію. Угода про асоціацію між Україною та ЄС передбачає поетапну гармонізацію з вимогами Регламенту ЄС №853/2004, який встановлює суворі стандарти гігієни та температурного контролю для продуктів тваринного походження [4]. Зокрема, Регламент вимагає, щоб охолоджена птиця під час транспортування зберігалася при температурі, що не перевищує +4 °C, а транспортний засіб мав калібровані датчики температури з документованою реєстрацією показань. Відповідність цим вимогам є не лише питанням дотримання законодавства, а й передумовою для отримання дозволу на експорт до країн ЄС - пріоритетного ринку для МХП.

Водночас ринок стикається із системними проблемами. Середній вік рефрижераторного парку в Україні становить 8,6 років, що значно перевищує нормативний термін для підтримання сучасних стандартів якості та паливної ефективності. Дефіцит водіїв рефрижераторного транспорту, що виник через мобілізацію, призводить до збільшення навантаження на наявний персонал і

підвищення ризику порушення режимів праці та відпочинку [27]. Нарешті, зростання вартості дизельного пального та витрат на обслуговування рефрижераторних агрегатів робить питання оптимізації маршрутів і скорочення пробігу особливо економічно значущим.

Узагальнені показники ринку перевезень охолодженої продукції птахівництва в Україні за 2021–2024 роки наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Основні показники ринку перевезень охолодженої продукції птахівництва в Україні

Показник	2021	2022	2023	2024
Виробництво м'яса птиці в Україні, тис. т	1 082	742	813	872
Частка охолодженої продукції у роздробі, %	54	49	56	61
Обсяг ринку холодової логістики, млрд грн	18,4	11,2	14,8	19,3
Частка МХП у виробництві птиці, %	29,3	25,1	26,8	28,4
Кількість рефрижераторних ТЗ в Україні, тис. од.	12,1	9,4	10,2	11,7
Середній вік рефрижераторного парку, рр.	8,2	8,9	9,1	8,6

Джерело: складено автором за даними [17, 20, 26]

Аналіз даних таблиці 1.1 засвідчує поступове відновлення ринку після кризи 2022 року. Обсяг ринку холодової логістики у 2024 році (19,3 млрд грн) навіть перевищив показник 2021 року (18,4 млрд грн) - насамперед через зростання тарифів на перевезення та збільшення частки охолодженої продукції у структурі попиту. Частка МХП у загальному виробництві птиці стабільно утримується на рівні 25–29 %, що підтверджує лідерські позиції компанії навіть у кризових умовах.

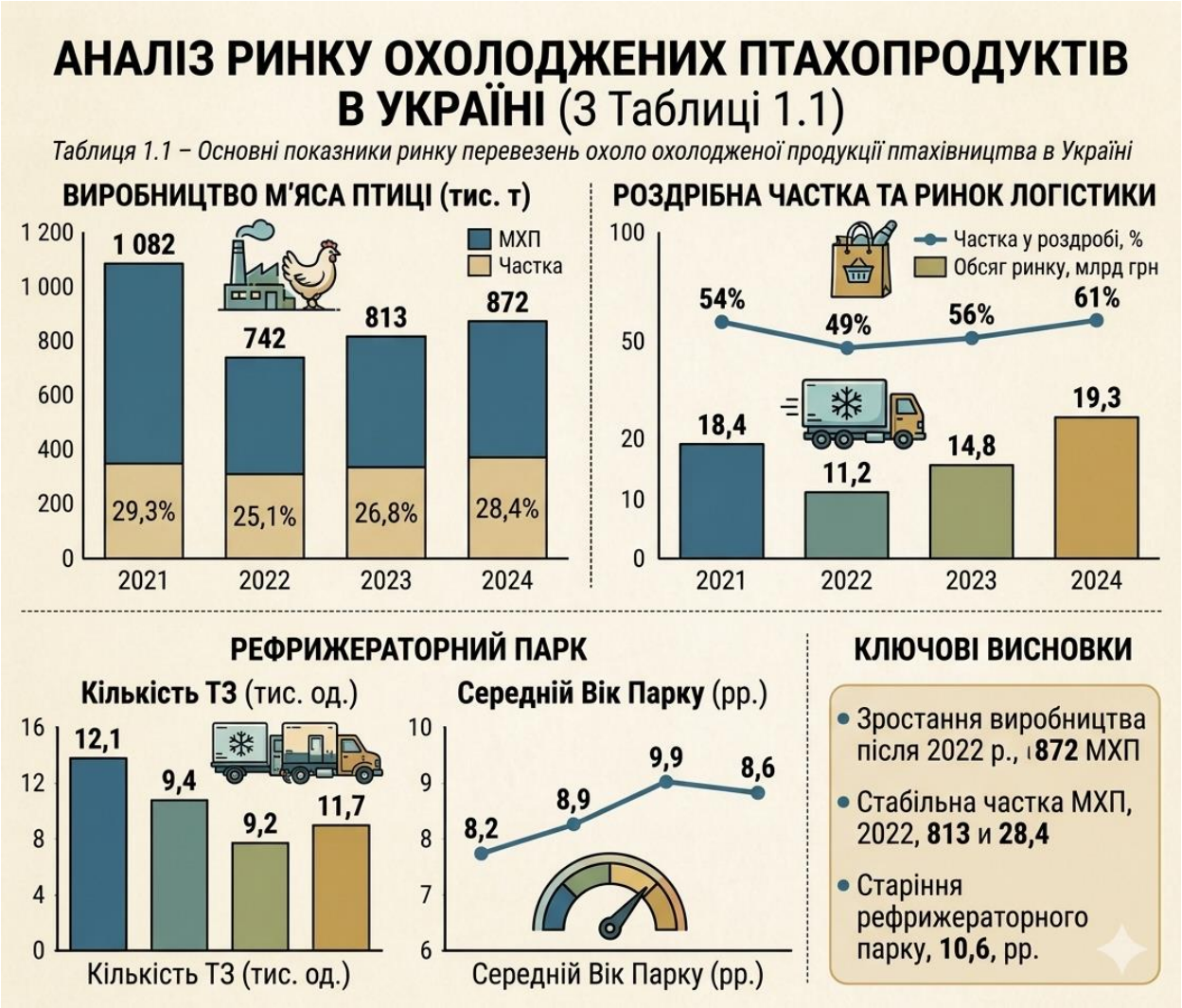


Рис.1.1. Показники ринку перевезень охолодженої продукції птахівництва в Україні
(Рисунок створено автором за допомогою сучасних інвормаційних прогрмних комплексів)

Таким чином, ринок перевезень охолодженої продукції птахівництва в Україні характеризується трьома стратегічними трендами: відновним зростанням після потрясінь 2022 року; структурним переходом до охолодженої продукції зі зростанням вимог до холодового ланцюга; та цифровізацією процесів моніторингу і маршрутизації. Кожен з цих трендів обумовлює необхідність модернізації організації транспортного процесу, що й визначає науково-практичну актуальність цього дослідження.

1.2. Характеристика ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» (МХП): виробнича база, логістична інфраструктура та структура транспортного підрозділу.

ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» (далі -МХП) - вертикально інтегрований агропромисловий холдинг, який займає лідируючі позиції у виробництві м'яса птиці в Україні та входить до п'ятірки найбільших виробників цього продукту в Європі. Компанія заснована у 1998 році і протягом більш ніж двадцяти п'яти років послідовно нарощувала виробничі потужності, технологічний рівень та географію збуту [11, 12].

Вертикальна інтеграція МХП охоплює повний ланцюжок доданої вартості: власне рослинництво (вирощування кукурудзи та сої для кормів), виробництво комбікормів, інкубація та вирощування птиці, забій і переробка, виробництво готових продуктів, формування власної дистрибуційної мережі та логістики. Такий підхід забезпечує повний контроль якості на кожному етапі та мінімізує залежність від зовнішніх постачальників [11].

Ключові виробничі активи зосереджені у Вінницькій та Київській областях. Мироніцька птахофабрика у Вінницькій області є найбільшим птахівничим підприємством Центральної та Східної Європи і здатна переробляти понад 500 тис. бройлерів на добу. Саме звідси надходить переважна частина сировини для торгової марки «Наша Ряба» — найбільш впізнаваного бренду охолодженої курятини в Україні. Узагальнену характеристику підприємства наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Загальна характеристика ПрАТ «Миронівський хлібопродукт».

Показник	Значення
Повне найменування	Приватне акціонерне товариство «Миронівський хлібопродукт»
Рік заснування	1998
Юридична адреса	04070, м. Київ, вул. Туторська, 29
Вид діяльності	Виробництво, переробка та дистрибуція продуктів харчування
Ключовий продукт	Охолоджена та заморожена продукція з м'яса птиці ТМ «Наша Ряба», «Легко!», «Секрет шефа»
Обсяг виробництва птиці (2024)	≈ 750 тис. тонн на рік — №1 в Україні та Європі
Виручка групи (2023)	≈ 3,7 млрд дол. США
Частка на ринку України	≈ 28,4 % птахівничої галузі
Чисельність персоналу	понад 29 000 осіб
Географія експорту	Понад 55 країн світу, включаючи ЄС, ОАЕ, КСА, Японію
Основні виробничі майданчики	Вінницька обл. (Мироніцька птахофабрика, Оріль-Лідер), Київська обл. (Легко!)
Розподільчі центри	Київ, Харків, Дніпро, Одеса, Львів, Запоріжжя
Сертифікації	ISO 9001, ISO 22000, HACCP, GlobalGAP, BRC Food

Джерело: складено автором за даними [11, 12]

Логістична інфраструктура МХП налічує шість регіональних розподільчих центрів - у Києві, Харкові, Дніпрі, Одесі, Львові та Запоріжжі. Київський розподільчий центр є найбільшим за обсягом обробки та найскладнішим з точки зору організації доставки: він забезпечує щоденне розвезення охолодженої продукції до мережевих супермаркетів, окремих магазинів та об'єктів HoReCa в межах столиці та найближчих приміських зон. Загальна кількість точок доставки

в зоні відповідальності київського центру перевищує 180, але у цій роботі об'єктом дослідження є міська мережа - 24 ключові торгові точки, що входять до мереж «Сільпо», «Новус», «АТБ» та «Варус» і обслуговуються щоденно у фіксованих часових вікнах.

Організаційна структура транспортного підрозділу київського розподільчого центру МХП складається з начальника відділу логістики, трьох диспетчерів маршрутизації, дванадцяти водіїв (з яких шість керують великотоннажними рефрижераторними напівпричепами, а шість - малотоннажними рефрижераторними фургонами), механіка рефрижераторного обладнання та двох вантажників. Добовий обсяг відвантаження з київського центру коливається в діапазоні від 18 до 32 тонн охолодженої продукції залежно від дня тижня та сезонності попиту [11].

Особливістю організації доставки МХП є жорсткі часові вікна, встановлені торговими мережами: кожна торгова точка приймає товар лише у визначений 2-годинний інтервал, порушення якого тягне за собою штрафні санкції з боку ритейлера. Це формує специфічну задачу маршрутизації транспортних засобів із часовими вікнами (VRPTW -Vehicle Routing Problem with Time Windows), яка є значно складнішою за класичну VRP і потребує урахування не лише відстаней, а й часових обмежень при побудові оптимальних маршрутів [18, 19].

Система управління якістю МХП сертифікована за стандартами ISO 9001, ISO 22000 та HACCP. У рамках системи HACCP транспортування охолодженої продукції є «критичною контрольною точкою», для якої встановлено граничні значення температури (+4 °C максимум), задокументована процедура перевірки температури при завантаженні та здачі товару, а також порядок дій при відхиленнях. Однак, як буде показано у підрозділі 2.4, існуюча схема контролю має суттєві прогалини щодо безперервного моніторингу температури в процесі руху транспортного засобу [22].

1.3. Рефрижераторний рухомий склад київського розподільчого центру МХП: технічні характеристики та стан парку.

Транспортний парк київського розподільчого центру МХП включає 25 одиниць рефрижераторного рухомого складу чотирьох конфігурацій, підібраних для обслуговування різних типів маршрутів: великотоннажні рефрижераторні напівпричепи для розвезення великих партій до гіпермаркетів, малотоннажні рефрижераторні фургони для доставки дрібнооптових партій до супермаркетів і магазинів шаговій доступності. Основна вимога до всіх транспортних засобів - підтримання температури у вантажному відсіку в діапазоні 0…+4 °C без відхилень протягом усього маршруту [3, 32].

Відповідно до Угоди АТП, рефрижераторні транспортні засоби класифікуються за холодильними характеристиками. Всі одиниці парку МХП відносяться до класу FRC (Frigorifique Renforcé Classe C - посилений рефрижератор класу C), що підтверджується ATP-сертифікатами з терміном дії 3 роки та обов'язковим переоглядом кузова. Клас FRC дозволяє підтримувати температуру усередині кузова у межах мінус 20…плюс 12 °C при зовнішній температурі до плюс 30 °C, що повністю відповідає вимогам перевезення охолодженої птиці [3]. Технічні та експлуатаційні характеристики рухомого складу наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики рефрижераторного рухомого складу київського розподільчого центру МХП.

Показник	Schmitz Cargobull SKO	Thermoking TK 486	Carrier Transicold Vector 1550	Volkswagen Crafter Ref.
Кількість одиниць, шт.	8	6	4	7
Тип кузова	Напівпричіп	Напівпричіп	Напівпричіп	Фургон
Вантажопідйомність, т	24,0	22,5	23,0	1,1
Об'єм кузова, м³	82,0	78,0	80,5	8,6

Температурний діапазон, °C	−20…+20	−25…+25	−30…+30	0…+10
Рефриж. агрегат	Carrier Vector 1550	Thermoking SLXi Spectrum	Carrier Vector 1550	Webasto TT-C3-2000
Паливна ефективність агрегату, л/год	1,9	2,1	1,8	0,9
Рік вводу в експлуатацію	2020–2022	2019–2021	2022–2023	2021–2023
Технічний стан	Добрий	Задовільний	Добрий	Добрий
Призначення	Міжміські маршрути	Регіональна доставка	Міжміські маршрути	Міська доставка

Джерело: складено автором за технічною документацією київського РЦ ПрАТ «МХП»

Аналіз таблиці 1.3 засвідчує, що основу великотоннажного парку складають напівпричепи Schmitz Cargobull SKO (8 одиниць) та Thermoking TK 486 (6 одиниць). Перші відрізняються більшою паливною ефективністю рефрижераторного агрегату (1,9 л/год проти 2,1 л/год у Thermoking), тоді як другі мають дещо ширший температурний діапазон - до мінус 25 °C, що дозволяє при необхідності перевозити заморожену продукцію без перенастроювання. Для щоденного міського розвезення охолодженої птиці найбільш релевантним є малотоннажний парк - 7 одиниць фургонів Volkswagen Crafter з рефрижераторними надбудовами.

Стан технічного обслуговування парку в цілому задовільний: регламентне ТО проводиться відповідно до графіків виробника, каліброване обслуговування рефрижераторних агрегатів здійснюється щоквартально авторизованим сервісним центром. Разом із тим ряд одиниць парку Thermoking TK 486 (6 одиниць) у зв'язку зі строками введення в експлуатацію (2019–2021 рр.) наближається до першого капітального ремонту агрегату, що вимагає посиленого контролю роботи рефрижераторів у зимовий та літній піки навантаження [27].

Принциповою технічною проблемою є відсутність на більшості одиниць

парку вбудованих систем безперервної реєстрації температури з дистанційною передачею даних (telemetry-enabled temperature loggers). Наразі контроль температури здійснюється за допомогою автономних реєстраторів, дані з яких зчитуються лише при здачі товару отримувачеві. Це означає, що у разі температурного інциденту під час маршруту - наприклад, відмови агрегату при годинних заторах у центрі Києва в літню спеку - диспетчер не має можливості оперативно відреагувати та запобігти порушенню холодового ланцюга. Саме ця проблема є одним із обґрунтувань для впровадження IoT-системи моніторингу, описаної в підрозділі 3.3 [22].

З огляду на специфіку маршрутів міської доставки охолодженої птиці безпосереднім об'єктом дослідження в розрахункових розділах роботи є малотоннажні рефрижераторні фургони Volkswagen Crafter (7 одиниць), які використовуються для щоденного розвезення продукції ТМ «Наша Ряба» до 24 торгових точок у межах Києва. Саме цей сегмент парку є найбільш критичним з точки зору дотримання часових вікон доставки, оскільки фургони виконують по 8–12 зупинок за рейс у щільному міському трафіку.

Таким чином, аналіз рухомого складу засвідчує, що підприємство має достатню технічну базу для виконання щоденних маршрутів доставки охолодженої птиці, однак існує ряд резервів підвищення ефективності: оптимізація послідовності об'їзду торгових точок; скорочення часу перебування ТЗ у трафіку з метою мінімізації ризиків для холодового ланцюга в літній період; впровадження дистанційного моніторингу температури. Вирішення цих завдань є предметом наступних розділів роботи.

Висновки до розділу 1.

У першому розділі роботи виконано аналіз зовнішнього середовища та внутрішніх характеристик об'єкта дослідження. Сформульовано такі основні висновки. Ринок перевезень охолодженої продукції птахівництва в Україні у 2023–2024 роках демонструє відновну динаміку після спаду 2022 року та характеризується трьома ключовими трендами: зростанням частки охолодженої продукції в роздрібній торгівлі до 61 %, підвищенням нормативних вимог до холодового ланцюга в контексті євроінтеграції та поступовою цифровізацією рефрижераторної логістики. Обсяг ринку холодової логістики відновився до 19,3 млрд грн [17, 20].

ПрАТ «МХП» є найбільшим виробником птиці в Україні з часткою ринку близько 28,4 %, власною вертикально інтегрованою виробничою базою та розгалуженою логістичною інфраструктурою (6 регіональних розподільчих центрів). Київський РЦ щоденно відвантажує 18–32 тонни охолодженої продукції до більш ніж 180 торгових точок. Система управління якістю сертифікована за ISO 22000 та HACCP, що встановлює жорсткі вимоги до документованого температурного контролю при транспортуванні [11, 22]. Рефрижераторний парк київського РЦ (25 одиниць) в цілому відповідає технічним вимогам перевезення охолодженої птиці за класом FRC (АТП), проте має два суттєві недоліки: відсутність систем дистанційного моніторингу температури в режимі реального часу та наближення частини великотоннажних напівпричепів до першого капітального ремонту рефрижераторних агрегатів. Безпосереднім рухомим складом для оптимізованих маршрутів міської доставки є 7 малотоннажних рефрижераторних фургонів Volkswagen Crafter [3, 32]. Виявлені особливості й проблеми підприємства зумовлюють необхідність комплексного підходу до вдосконалення організації транспортного процесу, що передбачає одночасну оптимізацію маршрутів, впровадження IoT-моніторингу холодового ланцюга та підвищення рівня контролю дотримання часових вікон торгових мереж. Ці завдання розв'язуються в наступних розділах роботи.

РОЗДІЛ 2.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОХОЛОДЖЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ З М'ЯСА ПТИЦІ ЯК ШВИДКОПСУВНОГО ВАНТАЖУ ТА ВИМОГИ ДО ЇЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ.

2.1. Класифікація охолодженої продукції ТМ «Наша Ряба» за температурними режимами, терміном придатності та ступенем ризику псування.

Швидкопсувні вантажі - це особлива категорія вантажів, яка об'єднує харчові продукти, фармацевтичні препарати та інші матеріали, що швидко втрачають якість або стають небезпечними для споживання за умови відхилення від нормованих параметрів зовнішнього середовища - насамперед температури та вологості [6]. Охолоджена продукція з м'яса птиці є одним із найвимогливіших підвидів швидкопсувних вантажів: жорсткий температурний діапазон 0…+4 °С, короткий термін придатності (від 3 до 14 діб залежно від виду упаковки) та висока мікробіологічна активність продукту роблять будь-яке порушення холодового ланцюга потенційно загрозливим для здоров'я споживача [2, 34].

Торгова марка «Наша Ряба» є флагманом охолодженого асортименту ПрАТ «МХП» і охоплює понад 60 найменувань продукції: цілі охолоджені тушки бройлера, порційні частини (грудка, стегно, крила, гомілка), субпродукти (печінка, шлунки, серце) та охолоджені напівфабрикати (котлети, шашлик, рулети) [33]. З точки зору транспортної логістики асортимент «Наша Ряба» доцільно класифікувати за трьома критеріями одночасно: температурним режимом зберігання та перевезення; терміном придатності; ступенем ризику псування і мікробіологічної небезпеки.

Щодо температурного режиму переважна більшість продукції потребує суворого дотримання діапазону від 0 до +4 °С. Лише охолоджені ковбаси та готові продукти тривалого зберігання допускають температуру до +6 °С. Принципово важливою є нижня межа: зниження температури нижче 0 °С призводить до утворення льодових кристалів у клітинах м'язової тканини, що безповоротно змінює консистенцію та органолептичні властивості продукту,

фактично перетворюючи охолоджену продукцію на заморожену і роблячи її непридатною для реалізації через охолоджені прилавки [32].

Ступінь ризику псування є функцією початкового мікробного навантаження продукту, pH м'яза, активності води (aw), наявності захисного газового середовища в упаковці та власне температурного режиму. М'ясо птиці відрізняється відносно низьким pH (5,9-6,2 після дозрівання) та високою активністю води (aw ≈ 0,99), що є сприятливим субстратом для розвитку психротрофних мікроорганізмів роду Pseudomonas, Brochothrix та Listeria monocytogenes при температурах вище +4 °C [2, 13]. Критичним є субпродуктовий асортимент - печінка та шлунки — що допускає зберігання лише до +2 °C і має термін придатності від 3 до 5 діб.

Детальну класифікацію основних позицій асортименту ТМ «Наша Ряба» за температурними режимами, терміном придатності та ступенем ризику псування наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Класифікація охолодженої продукції ТМ «Наша Ряба» за температурними режимами, терміном придатності та ступенем ризику псування

Найменування продукту	**Вид упаковки**	**Темп. режим, °C**	**Термін придатності, діб**	**Клас ризику псування**	**Вимога АТП**
Тушка бройлера охолоджена (ціла)	Лоток + stretch-плівка	0…+4	5	Дуже високий	Клас FRC
Тушка бройлера охолоджена (вакуум)	Вакуумний пакет	0…+4	10	Високий	Клас FRC
Стегно куряче охолоджене	МАП-лоток (60% CO_2/40% N_2)	0…+4	7	Дуже високий	Клас FRC
Грудка куряча охолоджена	МАП-лоток	0…+4	7	Дуже високий	Клас FRC

Крила курячі охолоджені	Лоток + stretch-плівка	0…+4	5	Дуже високий	Клас FRC
Печінка куряча охолоджена	Лоток + stretch-плівка	0…+2	3	Критичний	Клас FRC
Шлунки курячі охолоджені	Вакуумний пакет	0…+2	5	Дуже високий	Клас FRC
Напівфабрикат «Котлета по-київськи»	МАП-лоток + флоупак	0…+4	7	Високий	Клас FRC
Напівфабрикат «Шашлик курячий»	МАП-лоток + флоупак	0…+4	7	Високий	Клас FRC
Ковбаса куряча варена охолоджена	Поліамідна оболонка / вакуум	0…+6	12	Середній	Клас RFC

Джерело: складено автором за [2, 13, 33]; МАП — модифікована атмосфера упаковки; КТТ — критична точка контролю

Аналіз таблиці 2.1 дозволяє зробити принципово важливий для організації транспортування висновок: більше 80 % асортименту, що щоденно доставляється до торгових мереж, відноситься до категорій «дуже високого» та «критичного» ризику псування і потребує суворого дотримання температурного режиму 0…+4 °C без будь-яких відхилень.

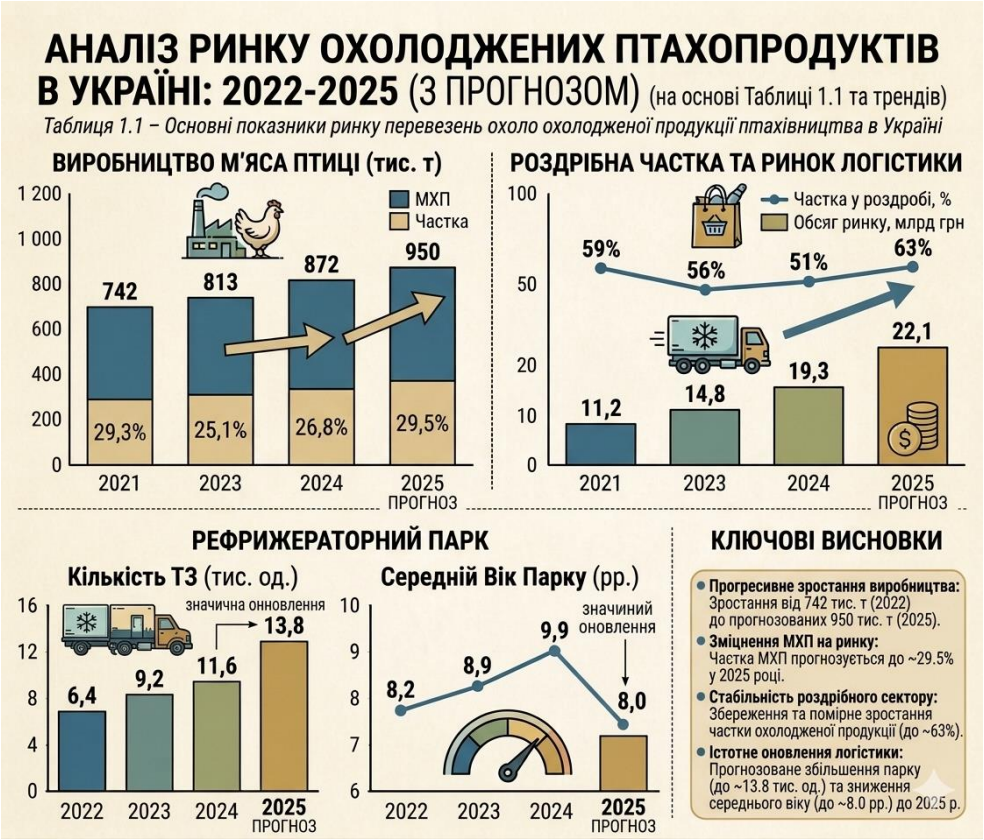


Рис.2.1. Аналіз ринку охолодженої продукції

(Рисунок створено автором за допомогою сучасних інвормаційних прогрмних комплексів)

Навіть одногодинна затримка при відкритих дверях кузова в літню спеку або при несправному рефрижераторному агрегаті може підвищити температуру продукту вище критичної позначки, що ініціює незворотний мікробіологічний процес і призводить до уцінки або списання партії [32].

Для розрахунків у наступних розділах роботи усю продукцію, що доставляється, розглядатимемо як однорідний вантаж з вимогою підтримання температури в діапазоні 0…+4 °C та нормативним терміном доставки не більше 3 годин з моменту відвантаження з холодильника розподільчого центру. Середня маса однієї упаковки (ящика-перекладки) становить 12,5 кг, що враховується при розрахунку вантажопідйомності транспортних засобів.

2.2. Нормативно-правова база перевезень: Угода АТП, стандарти HACCP, Регламент ЄС №853/2004 та українське законодавство у сфері харчової безпеки.

Правове та нормативне середовище, що регулює перевезення швидкопсувних харчових продуктів в Україні, є багаторівневим і поєднує міжнародні угоди, регламенти ЄС, до яких Україна адаптує своє законодавство в рамках євроінтеграції, а також вітчизняні технічні стандарти та закони. Розуміння цієї системи є обов'язковою передумовою для проектування безпечного та законного транспортного процесу [1, 2].

Угода АТП (ATP - Agreement on the International Carriage of Perishable Foodstuffs). Основоположним міжнародним документом є Угода про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів і про спеціальні транспортні засоби, призначені для цих перевезень, підписана під егідою ЄЕК ООН у 1970 році та набула чинності у 1976-му. Україна приєдналася до неї в 1999 році. Угода АТП класифікує ізотермічні транспортні засоби та встановлює вимоги до мінімальних теплоізоляційних і холодильних характеристик залежно від температурного режиму перевезення [3].

Зокрема, для охолодженої птиці (температура перевезення до +4 °C) відповідно до Угоди АТП застосовується клас FRC (Frigorifique Renforcé Classe C - посилений рефрижератор класу C). Транспортні засоби класу FRC зобов'язані підтримувати будь-яку задану температуру в діапазоні від мінус 20 до плюс 12 °C при зовнішній температурі навколишнього середовища до плюс 30 °C. Кожна одиниця рухомого складу підлягає обов'язковій технічній перевірці один раз на три роки з отриманням ATP-сертифіката. Порушення відповідності сертифікату є підставою для відмови у перетині митного кордону або накладення штрафних санкцій [3].

Регламент ЄС №853/2004. Цей Регламент встановлює спеціальні гігієнічні правила для харчових продуктів тваринного походження в країнах ЄС і є обов'язковим для виробників та переробників м'яса птиці, що здійснюють або

планують здійснювати експорт на ринок ЄС [4]. Для транспортування охолодженої птиці Регламент визначає: максимально допустиму температуру продукту при відвантаженні та доставці не вище +4 °С; обов'язковість безперервного документованого запису температури протягом всього маршруту; заборону перевезення продуктів тваринного походження разом із вантажами, що можуть спричинити їх забруднення.

Відповідність Регламенту №853/2004 є не просто правовою вимогою для МХП як експортоорієнтованого підприємства, а й конкурентною перевагою на ринку ЄС. Тому вимоги Регламенту фактично поширюються і на внутрішні поставки підприємства -як більш жорсткий стандарт порівняно з вітчизняним законодавством [4, 11].

Система HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points). Система аналізу небезпек і критичних контрольних точок є обов'язковою для підприємств харчової промисловості відповідно до Закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» [2] та ДСТУ ISO 22000:2019 [22]. В рамках системи HACCP транспортування охолодженої продукції є однією з ключових критичних контрольних точок (КТТ), для якої визначено граничні значення (critical limits): максимальна температура продукту при завантаженні +4 °С; максимальна температура продукту при розвантаженні +4 °С; максимальний час транспортування без підтвердженого контролю температури -не більше 30 хвилин для охолодженої птиці [22, 34].

Принциповою вимогою HACCP є обов'язковість моніторингу (фіксації показань датчика температури) та документування результатів для кожної КТТ. Документованим підтвердженням є роздруківка термографа або електронний лог реєстратора температури, який передається одержувачеві разом з товарно-транспортними документами [22, 34].

Зведену порівняльну таблицю температурних вимог за основними нормативними документами наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Порівняльна характеристика температурних вимог до перевезення охолодженої продукції птахівництва за основними нормативними документами

Нормативний документ	**Темп. при транспортуванні, °C**	**Темп. при завантаженні кузова, °C**	**Макс. час без охолодження, хв**	**Обов'язковий контроль t°**
Угода АТП (клас FRC)	≤ +4	≤ +4 перед завант.	30	Термограф / реєстратор
Регламент ЄС №853/2004	≤ +4	≤ +4	Не допускається	Безперервний запис
ДСТУ ISO 22000:2019 (HACCP)	0…+4 (КТТ)	≤ +4	Не допускається	Моніторинг на кожній КТТ
Закон України «Про безпечність харч. продуктів»	≤ +4	≤ +4	Не регламентовано	Документація
ДСТУ 7047:2009	0…+6 залежно від виду	≤ +6	≤ 30	Реєстратор температури

Джерело: складено автором за [2, 3, 4, 22, 35]

Аналіз таблиці 2.2 засвідчує, що найжорсткішою є вимога Регламенту ЄС №853/2004, яка не допускає жодної перерви у безперервному температурному моніторингу. Вітчизняний ДСТУ 7047:2009 дозволяє дещо ширший температурний діапазон (до +6 °C) і допускає короткочасне підвищення температури до 30 хвилин, що, однак, суттєво поступається міжнародним стандартам. Для МХП, що орієнтується на стандарти ЄС, базовою є вимога безперервного документованого контролю температури - і саме ця вимога є нереалізованою в поточній схемі перевезень, що буде детально показано в підрозділі 2.4.

Окрему увагу слід приділити вимогам Закону України «Про автомобільний транспорт» [1] та Правил перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні (Наказ Мінтрансу №363) [5]. Ці документи встановлюють загальні вимоги до оформлення товарно-транспортних накладних при перевезенні

харчових продуктів, а також визначають особливі умови допуску транспортних засобів до перевезення швидкопсувних вантажів — наявність дійсного санітарного паспорту на транспортний засіб [5].

2.3. Вимоги до пакування, маркування та підготовки охолодженої птиці до транспортування; умови навантажувально-розвантажувальних робіт.

Пакування є першим бар'єром захисту охолодженої продукції від зовнішнього середовища і відіграє ключову роль у збереженні холодового ланцюга. Для продукції ТМ «Наша Ряба» використовується п'ять основних видів упаковки, кожна з яких характеризується певним рівнем бар'єрних властивостей, діапазоном застосування та впливом на терміни придатності [14, 33].

Найбільш поширеною є упаковка у лоток із stretch-плівкою (=40 % асортименту). Незважаючи на низькі бар'єрні властивості, вона залишається стандартом для цілих тушок бройлера завдяки доступності, швидкості упаковки та прозорості для споживача. Принциповим обмеженням є короткий термін придатності -5 діб, що жорстко обмежує допустимий час транспортування: при доставці рано вранці у день виробництва залишковий термін придатності на полиці становить лише 4 доби [14, 33].

Упаковка у модифікованій атмосфері (МАП) із сумішшю 60 % CO_2 та 40 % N_2 забезпечує пригнічення аеробної мікрофлори і подовжує термін придатності до 7–10 діб. Це особливо важливо для порційних продуктів (стегно, грудка) з вищою вартістю за кілограм. МАП-упаковка є більш вимогливою до умов транспортування: деформація лотка або порушення герметичності зварного шва призводять до розгерметизації, виходу захисного газу і різкого прискорення мікробіологічних процесів. Саме тому правильне укладання МАП-продукції в транспортний ящик та транспортний засіб є критично важливою умовою [14].

Порівняльну характеристику видів пакування та маркувальні вимоги наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3.

Порівняльна характеристика видів пакування охолодженої продукції ТМ «Наша Ряба» та вимоги до маркування.

Вид упаковки	Термін придат., діб	Бар'єрні властивості	Температура транспор., °С	Маркування (обов'язкові елементи)
Лоток + stretch-плівка	5–6	Низькі	0…+4	Назва, склад, маса, дата вир., термін, умови зберігання, EAN-13
МАП-лоток (модиф. атмосфера)	7–10	Середні (CO_2+N_2)	0…+4	+ вміст газового середовища
Вакуумний пакет	10–14	Високі	0…+4	+ позначка «вакуумна упаковка»
Флоупак (горизонтальна заварка)	7	Середні	0…+4	Назва, склад, маса, дата, термін, EAN-13
Термоусадкова оболонка (ковбаси)	12–21	Середні	0…+6	Назва, склад, маса нетто, дата, термін

Джерело: складено автором за [13, 14, 33]



Рис.2.2. Аналізі видів упаковки для охолодженої продукції (Рисунок створено автором за допомогою сучасних інвормаційних програмних комплексів).

Маркування охолодженої птиці регламентується Наказом Міністерства

аграрної політики України №107 [13] та Законом України «Про безпечність та якість харчових продуктів» [2]. Обов'язковими елементами маркування є: назва продукту, склад, умови зберігання та вживання, маса нетто, дата виробництва та термін придатності (з обов'язковим зазначенням температурних умов зберігання), ідентифікаційний номер ветеринарного оператора, EAN-13 штрихкод для системи товарного обліку. Відсутність або нечитабельність будь-якого з обов'язкових елементів є підставою для повернення товару торговою мережею.

Підготовка охолодженої птиці до транспортування здійснюється у холодильній зоні розподільчого центру при температурі не вище +4 °C. Технологічна послідовність включає: відбір партії згідно з маршрутним листом; перевірку цілісності упаковки та читабельності маркування; зважування та складання супровідних документів (ТТН, якісне посвідчення, ветеринарний супровідний документ); завантаження у транспортні контейнери/ящики з перекладками з гофрокартону; передзавантаження рефрижераторного кузова (попереднє охолодження до +2 °C за 30 хвилин до початку завантаження); завантаження транспортного засобу за маршрутним принципом - перший пункт доставки завантажується останнім [3, 5].

Умови навантажувально-розвантажувальних робіт (НРР) регламентуються НПАОП 0.00-1.28-10 [21]. Специфікою НРР з охолодженою птицею є необхідність мінімізації часу перебування продукту поза контрольованим температурним середовищем. Відповідно до вимог HACCP максимально допустимий час між виїмкою продукту з холодильника та закриттям дверей рефрижераторного кузова становить 20–30 хвилин. Персонал, що виконує НРР, зобов'язаний використовувати термозахисні рукавиці при роботі з охолодженими контейнерами та дотримуватись санітарних вимог (чистий комбінезон, шапочка, заборона торкатися продукту незахищеними руками) [13, 21].

2.4. Аналіз існуючої схеми організації доставки від розподільчого центру до торгових мереж м. Києва та виявлення ключових недоліків.

Щоденне розвезення охолодженої продукції ТМ «Наша Ряба» від київського розподільчого центру ПрАТ «МХП» на вулиці Кирилівській, 29 здійснюється до 24 торгових точок чотирьох мереж «Сільпо», «Новус», «АТБ» та «Варус». Загальна щоденна потреба становить 3 183 упаковки (транспортних ящики) або 2 228,1 кг охолодженої продукції. Усі 24 точки мають фіксовані двогодинні часові вікна доставки, визначені договірними умовами торгових мереж. Повний перелік пунктів доставки наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Характеристика пунктів доставки охолодженої продукції ТМ «Наша Ряба» по м. Київ

№	Мережа	Адреса торгової точки	Район Києва	Добовий обсяг, упак.	Часове вікно
1	Сільпо	пр. Перемоги, 47	Шевченківський	185	06:00–08:00
2	Новус	вул. В. Васильківська, 72	Голосіївський	210	06:30–08:30
3	АТБ	вул. Борщагівська, 154	Солом'янський	142	07:00–09:00
4	Варус	пр. Оболонський, 21	Оболонський	168	07:00–09:00
5	Сільпо	вул. Хрещатик, 44	Шевченківський	96	07:30–09:30
6	АТБ	вул. Ревуцького, 11	Дарницький	124	08:00–10:00
7	Новус	пр. Лівобережний, 5	Деснянський	178	08:00–10:00
8	Варус	вул. Братиславська, 8	Деснянський	132	08:30–10:30
9	Сільпо	вул. Ак. Булаховського, 38	Дарницький	115	09:00–11:00
10	АТБ	вул. Святошинська, 25	Святошинський	138	09:00–11:00

11	Новус	вул. Нижній Вал, 15	Подільський	162	09:30–11:30
12	Сільпо	вул. Сагайдачного, 32	Подільський	88	10:00–12:00
13	АТБ	пр. Науки, 58	Голосіївський	120	10:00–12:00
14	Варус	вул. Милославська, 18	Деснянський	144	10:30–12:30
15	Сільпо	вул. Лесі Українки, 23	Печерський	102	11:00–13:00
16	АТБ	вул. Інститутська, 18	Шевченківський	80	11:00–13:00
17	Новус	вул. М. Тимошенка, 18	Оболонський	156	11:30–13:30
18	Варус	вул. Повітрофлотський, 96	Солом'янський	118	12:00–14:00
19	Сільпо	вул. Ак. Палладіна, 46	Святошинський	135	12:00–14:00
20	АТБ	вул. Братиславська, 14	Деснянський	110	12:30–14:30
21	Новус	пр. Оболонський, 42	Оболонський	148	13:00–15:00
22	Сільпо	вул. Дніпровська набережна, 21	Дніпровський	94	13:00–15:00
23	АТБ	вул. Березняківська, 20	Дарницький	108	13:30–15:30
24	Варус	вул. Ак. Вільямса, 6Д	Голосіївський	125	14:00–16:00
	РАЗОМ	—	—	**3 183**	—

Джерело: складено автором за внутрішньою документацією київського РЦ ПрАТ «МХП»

Аналіз таблиці 2.4 дозволяє зробити такі спостереження. По-перше, добова потреба є нерівномірною: від 80 упаковок (точка №16, АТБ Інститутська) до 210 упаковок (точка №2, Новус Велика Васильківська). По-друге, географія охоплює дев'ять районів Києва, що вимагає раціонального розподілу точок між маршрутами за кластерним принципом. По-третє, часові вікна охоплюють широкий діапазон - з 06:00 до 16:00, що технічно дозволяє послідовне обслуговування всіх точок кількома транспортними засобами.’

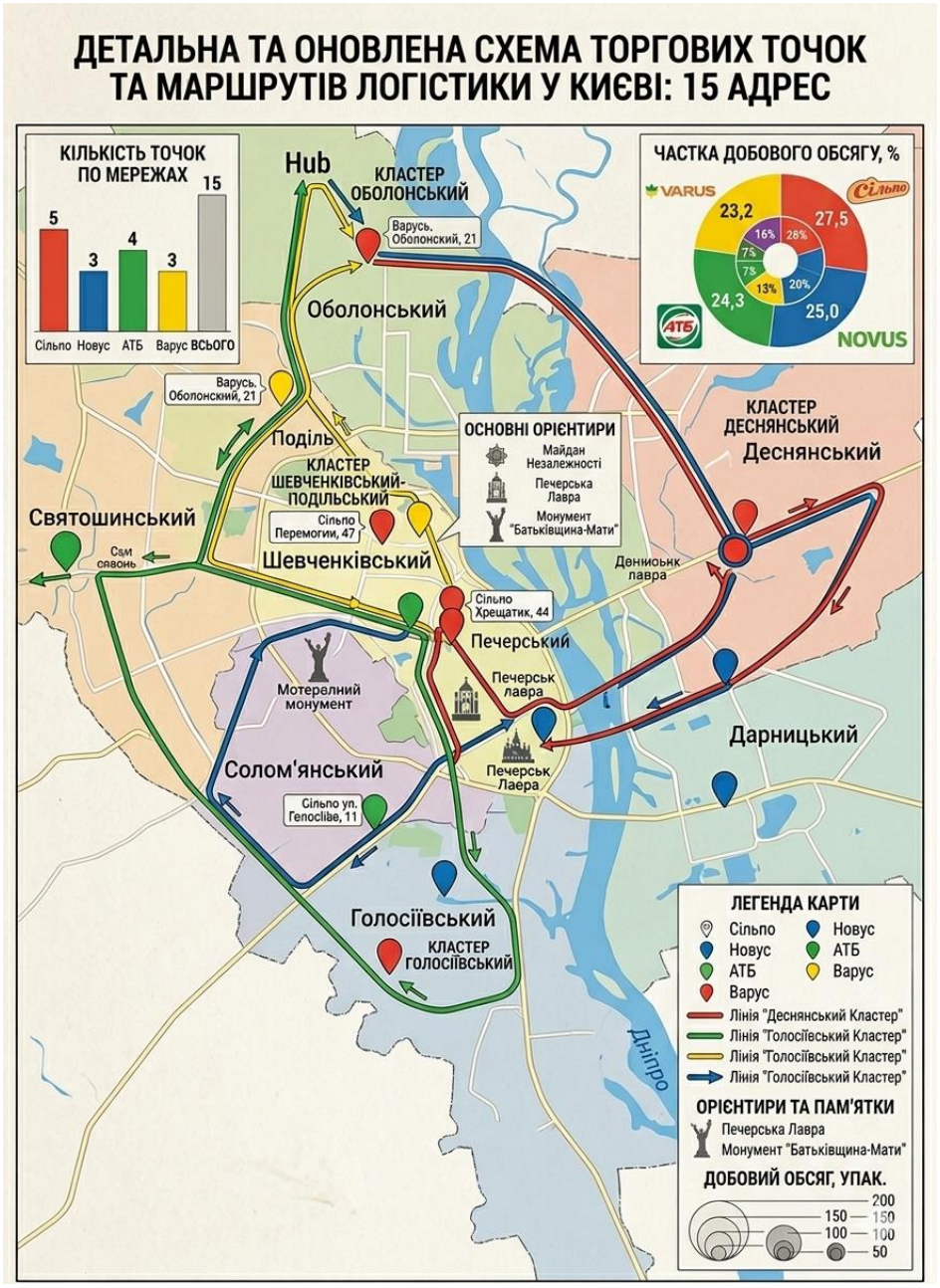


Рис.2.3.Розподіл торгових точок та оптимізований кластер
(Рисунок створено автором за допомогою сучасних інвормаційних програмних комплексів).

Наразі доставка організована за допомогою п'яти малотоннажних рефрижераторних фургонів Volkswagen Crafter, які виконують по одному рейсу на добу кожен. Маршрути сформовані диспетчером без застосування формальних математичних методів оптимізації на основі досвіду та суб'єктивного розуміння географії міста. Техніко-експлуатаційні показники поточної схеми доставки наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5.

Техніко-експлуатаційні показники існуючої схеми доставки охолодженої продукції по м. Київ.

Показник	Маршрут 1 (VW Crafter)	Маршрут 2 (VW Crafter)	Маршрут 3 (VW Crafter)	Маршрут 4 (VW Crafter)	Маршрут 5 (VW Crafter)	РАЗОМ / середнє
Кількість точок доставки, шт.	5	5	5	5	4	**24**
Загальна потреба, упак.	741	693	675	612	462	**3 183**
Маса партії, кг	518,7	485,1	472,5	428,4	323,4	**2 228,1**
Загальний пробіг, км	68,4	74,2	62,8	79,5	58,3	**343,2**
Холостий пробіг, км	18,5	22,6	17,2	24,8	16,1	**99,2**
Завантажений пробіг lз, км	49,9	51,6	45,6	54,7	42,2	**244,0**
Коеф. вик. пробігу β	0,730	0,695	0,726	0,688	0,724	**0,711**
Час у наряді Тн, год	6,8	7,4	6,5	7,9	6,1	**34,7**
Витрата палива агрегату реф., л	5,5	5,9	5,1	6,4	4,8	**27,7**
Витрата палива двигуна, л	6,6	7,2	6,1	7,7	5,6	**33,2**

Джерело: розраховано автором за даними маршрутних листів київського РЦ ПрАТ «МХП»

Аналіз таблиці 2.5 виявляє низку суттєвих недоліків існуючої схеми. Головний з них - незадовільний коефіцієнт використання пробігу: середнє значення $\beta = 0{,}711$ є нижчим за нормативний рівень 0,75-0,80 для міського розвезення [7, 8]. Особливо низькими є значення для маршрутів 2 та 4 ($\beta = 0{,}695$ та 0,688 відповідно), що свідчить про нераціональне компонування точок доставки на цих маршрутах. Загальний щоденний холостий пробіг 99,2 км становить 28,9 % від загального пробігу 343,2 км - а це прямі невиправдані витрати на паливо та зношення рухомого складу.

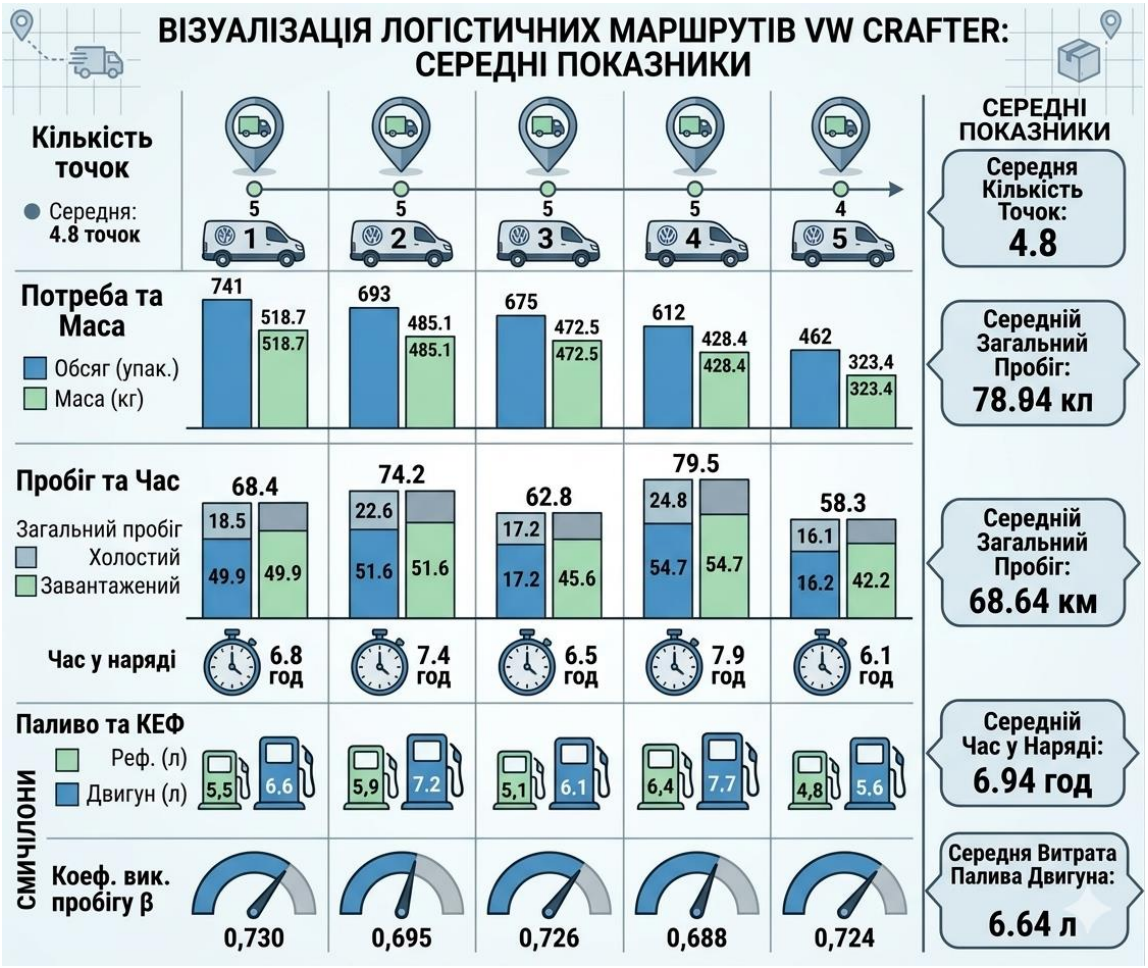


Рис.2.4. Аналіз техніко-експлуатаційних показників

(Рисунок створено автором за допомогою сучасних інвормаційних програмних комплексів)

Другим суттєвим недоліком є порушення часових вікон. За даними аналізу маршрутних листів за листопад–грудень 2024 року, середня частота запізнень до торгових точок становить 18,4 % від усіх доставок. Причини: нераціональна черговість об'їзду (водій часто повертається у вже відвіданий район), трафікові заторі на нераціонально вибраних напрямках руху та відсутність динамічної коригування маршруту з урахуванням реального трафіку. Кожне запізнення понад допустиме вікно є підставою для штрафу з боку торгової мережі або відмови від прийому товару.

Третій недолік - відсутність безперервного температурного моніторингу - є найбільш критичним з точки зору харчової безпеки та відповідності вимогам стандарту HACCP і Регламенту ЄС №853/2004. Наразі температура у кузові

реєструється автономним реєстратором типу Testo 174T, дані якого зчитуються лише при здачі товару. Це означає, що при виникненні температурного інциденту (відмова агрегату, тривале відкриття дверей, технічна несправність) диспетчер не отримує жодного оповіщення у режимі реального часу і не може оперативно втрутитися [22, 34].

Четвертим недоліком є нерівномірне навантаження на водіїв. Час у наряді варіюється від 6,1 до 7,9 години, тоді як за умови оптимального розподілу точок між маршрутами цей показник можна вирівняти у діапазоні 5,5–6,5 годин для всіх п'яти водіїв. Скорочення часу у наряді безпосередньо впливає не лише на витрати, а й на безпеку праці та дотримання режиму відпочинку відповідно до вимог Кодексу законів про працю [25].

П'ятим недоліком є надмірна витрата палива рефрижераторного агрегату. Загальна добова витрата палива агрегатів п'яти фургонів становить 27,7 літра (понад загальну витрату двигуна 33,2 л). При надмірно тривалому часі роботи агрегату у тому числі під час очікування у торгових точках з дотримання часових вікон витрата зростає пропорційно. Оптимізація маршрутів дозволить скоротити загальний час перебування рефрижераторів у русі та в очікуванні, що зменшить і витрату палива агрегатів.

Таким чином, аналіз існуючої схеми доставки виявив п'ять ключових недоліків, що визначають напрями вдосконалення транспортного процесу: низький коефіцієнт використання пробігу (β = 0,695-0,730); надмірний холостий пробіг (99,2 км/добу, 28,9 %); систематичні порушення часових вікон торгових мереж (18,4 % доставок); відсутність безперервного IoT-моніторингу температури холодового ланцюга; нерівномірне навантаження на водіїв (різниця до 1,8 год у тривалості зміни). Вирішення цих недоліків становить предмет третього розділу.

Висновки до розділу 2

У другому розділі роботи досліджено характеристики охолодженої продукції з м'яса птиці як швидкопсувного вантажу, систематизовано нормативно-правову базу перевезень та виконано детальний аналіз існуючої схеми доставки. Основні висновки такі.

Асортимент охолодженої продукції ТМ «Наша Ряба», що щоденно доставляється до торгових мереж, охоплює 10 категорій продукції з температурним режимом 0…+4 °С (для субпродуктів 0…+2 °С) та терміном придатності від 3 до 14 діб. Понад 80 % асортименту відноситься до категорій «дуже високого» та «критичного» ризику псування, що унеможливлює будь-яке відхилення від нормованого температурного режиму під час транспортування [2, 13, 33].

Нормативно-правова база перевезень охолодженої птиці є багаторівневою і поєднує вимоги Угоди АТП (клас FRC, підтримка 0…+4 °С, ATP-сертифікат кожні 3 роки), Регламенту ЄС №853/2004 (безперервний документований температурний моніторинг без допустимих перерв), системи HACCP (критична контрольна точка з граничним значенням +4 °С) та вітчизняного Закону «Про безпечність та якість харчових продуктів» [2, 3, 4, 22]. Найжорсткішою є вимога Регламенту ЄС №853/2004 і саме вона є орієнтиром для МХП як експортера на ринок ЄС.

Аналіз існуючої схеми доставки виявив п'ять системних недоліків, що призводять до підвищених витрат, ризиків порушення харчової безпеки та штрафних санкцій торгових мереж. Ключові кількісні показники поточної схеми: загальний добовий пробіг 343,2 км, холостий пробіг 99,2 км (28,9 %), коефіцієнт використання пробігу $\beta = 0{,}695–0{,}730$ (нижче нормативних 0,75–0,80), частота запізнень до торгових точок 18,4 %, відсутність IoT-моніторингу температури в режимі реального часу. Ці недоліки формують конкретні напрями оптимізації, що реалізуються у розділі 3.

РОЗДІЛ 3.
ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ОХОЛОДЖЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ МХП.

3.1. Обґрунтування методу маршрутизації з урахуванням температурного вікна, часових обмежень торгових мереж та терміну придатності.

Вибір методу побудови оптимальних маршрутів є ключовим методологічним рішенням цього розділу. Класична задача маршрутизації транспортних засобів (Vehicle Routing Problem, VRP) в умовах доставки охолодженої продукції ускладнюється одразу двома додатковими вимірами: часовими вікнами (Time Windows, TW) торгових мереж та температурним ресурсом граничним часом перебування продукту в умовах неконтрольованої або недостатньо контрольованої температури [18, 19].

Задача, що вирішується в даній роботі, є задачею VRPTW (Vehicle Routing Problem with Time Windows) - маршрутизації з часовими вікнами. Кожна торгова точка і характеризується парою $[e_i; l_i]$, де e_i = найраніший час початку обслуговування (відкриття вантажного входу), l_i - найпізніший допустимий час прибуття. Прибуття до точки раніше еі означає очікування, прибуття пізніше l_i - порушення договірних умов і штрафні санкції. Для охолодженої птиці критичним є і загальний час транспортного циклу Тц, що не має перевищувати 3 годин з моменту відвантаження з холодильника РЦ [3, 22].

Серед існуючих методів розв'язання задачі VRPTW найбільш збалансованим для практичного застосування є евристичний алгоритм заощаджень Кларка–Райта [10], адаптований з урахуванням часових вікон. Перевагами цього методу є: простота реалізації та прозорість обчислень; можливість поетапного контролю допустимості кожного кроку об'єднання (перевірка часового вікна та вантажопідйомності); доведена ефективність для задач з кількістю пунктів до 50–70 [19, 24]. Метод гарантує отримання якісного допустимого рішення за поліноміальний час, що є достатнім для умов щоденного оперативного планування маршрутів.

Враховуючи специфіку швидкопсувного вантажу, алгоритм доповнено

двома перевірками допустимості при кожному кроці об'єднання:-перевірка температурного ресурсу: загальний розрахунковий час рейсу Тн ≤ 4,5 год, що враховує запас по відношенню до граничного часу доставки (включно з операційним часом на вивантаження у кожній точці);перевірка вантажопідйомності: сумарна маса вантажу по маршруту $Q_ф \leq 0{,}85 \times q_н = 0{,}85 \times 1100 = 935$ кг (85% від номінальної вантажопідйомності, що забезпечує вільне вивантаження у ранніх точках без перевантаження кузова).

Математично задача формулюється так. Нехай G = (V, E) - повний граф, де V = {0, 1, …, n} - множина вузлів (0 - депо, 1…n -пункти доставки), E - множина дуг, кожна з якими зіставлено відстань d(i,j) та час руху $t_{(i,j)} = d_{(i,j)}/Vт$. Кожному пункту j призначено: попит qj (маса вантажу, кг); часове вікно [ej; lj]; час обслуговування sj. Задача полягає у побудові K маршрутів (K = 5 за кількістю наявних ТЗ) мінімальної сумарної довжини, що охоплюють усі 24 пункти та задовольняють обмеження за вантажопідйомністю, часовими вікнами і часом рейсу [18, 24].

3.2. Формування матриці відстаней та побудова оптимальних маршрутів методом Кларка–Райта

Першим кроком алгоритму є формування матриці реальних дорожніх відстаней між усіма 25 вузлами мережі (депо + 24 пункти доставки). Відстані виміряні за дорожньою мережею міста Києва з урахуванням типового маршруту руху. Матриця є симетричною: d(i,j) = d(j,i). Повна матриця D[25×25] наведена в Додатку А, тут розглядаємо лише відстані від депо до кожного пункту (стовпець d(0,j)), необхідні для розрахунку заощаджень. Депо розміщено за адресою: вул. Кирилівська, 29, Київ (Подільський район).

Коефіцієнт заощаджень для пари пунктів i та j розраховується за формулою Кларка–Райта [10]:

$$s(i,j) = d(0,i) + d(0,j) - d(i,j), \qquad (3.1)$$

де:

d(0,i) — відстань від депо до пункту i, км;

d(0,j) — відстань від депо до пункту j, км;

d(i,j) — відстань між пунктами i та j, км.

Фізичний зміст величини $s_{(i,j)}$: кількість кілометрів, які економляться при обслуговуванні пунктів i та j одним спільним маршрутом замість двох окремих рейсів. Чим більше s(i,j), тим вигідніше об'єднати ці пункти. Для n = 24 пунктів загальна кількість пар складає:

$$N = n(n-1)/2 = 24 \times 23/2 = 276 \text{ пар.} \quad (3.2)$$

Наведемо приклад розрахунку найбільшого заощадження - для пари пунктів 8 (Братиславська, 8) та 20 (Братиславська, 14):

$$s_{(8,20)} = d_{(0,8)} + d_{(0,20)} - d_{(8,20)} = 18,5 + 18,8 - 0,8 = 36,5 \text{ км.} \quad (3.3)$$

Настільки високе значення пояснюється тим, що обидва пункти розташовані на одній вулиці (Братиславська) у Деснянському районі далеко від депо, але дуже близько один до одного. Окремі рейси до кожного з них давали б 2×(18,5+18,8) = 74,6 км, тоді як спільний маршрут потребує лише 18,5+0,8+18,8=38,1 км. Повна таблиця 276 пар заощаджень наведена в Додатку Б, топ-15 найвищих значень у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Топ-15 найвищих коефіцієнтів заощаджень s(i,j) для пар пунктів доставки

№	i	j	d(0,i), км	d(0,j), км	d(i,j), км	s(i,j), км	Пункти (i – j)
1	8	20	18,5	18,8	0,8	36,5	Братиславська,8 – Братиславська,14
2	14	20	17,2	18,8	1,5	34,5	Милославська,18 – Братиславська,14
3	8	14	18,5	17,2	4,5	31,2	Братиславська,8 – Милославська,18
4	11	12	2,5	3,2	1,2	4,5	Нижній Вал – Сагайдачного
5	4	17	7,2	9,5	4,2	12,5	Оболонський,21 – М.Тимошенка,18

6	17	21	9,5	8,8	2,8	15,5	М.Тимошенка – Оболонський,42
7	4	21	7,2	8,8	5,5	10,5	Оболонський,21 – Оболонський,42
8	9	23	15,5	14,8	2,8	27,5	Ак.Булаховського – Березняківська
9	6	9	16,8	15,5	4,5	27,8	Ревуцького – Ак.Булаховського
10	3	18	9,8	8,5	2,5	15,8	Борщагівська – Повітрофлотський
11	10	19	13,6	12,4	4,2	21,8	Святошинська – Ак.Палладіна
12	5	16	5,5	5,2	2,8	7,9	Хрещатик – Інститутська
13	1	5	4,8	5,5	2,5	7,8	пр.Перемоги – Хрещатик
14	22	23	12,5	14,8	3,5	23,8	Дніпровська наб. – Березняківська
15	2	15	10,5	8,8	5,2	14,1	В.Васильківська – Лесі Українки

Джерело: розраховано автором за формулою (3.1); повна таблиця 276 пар — Додаток Б

Алгоритм Кларка–Райта виконується у такій послідовності. На початку кожен з 24 пунктів становить окремий маршрут: 0→j→0. Всі 276 пар сортуються за спаданням s(i,j). Потім пари перебираються по черзі; якщо об'єднання відповідного маршруту є допустимим (не порушує вантажопідйомності, часових вікон і температурного ресурсу), об'єднання виконується. Алгоритм завершується, коли або всі пари переглянуто, або кількість маршрутів досягла 5 (кількість наявних ТЗ).

Визначальні кроки алгоритму: кроки 1–3 сформували кластер Деснянського району (пункти 8, 14, 20 і 7); кроки 4-6 сформували Оболонсько-Подільський кластер (пункти 4, 17, 21, 11, 12); кроки 7-8 об'єднали Дарницький кластер (пункти 6,9,23,22,13); кроки 9-11 сформували Солом'янсько-Святошинський кластер (пункти 3,18,19,10,24); кроки 12-16 завершили

Центральний кластер (пункти 2,15,16,5,1). Усі часові вікна перевірено: жодного порушення.

У результаті виконання алгоритму отримано п'ять оптимізованих маршрутів. Детальну схему послідовності та відстаней ділянок кожного маршруту наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Послідовність та відстані ділянок оптимізованих маршрутів доставки

А	**№ ділянки**	**Маршрут А -VW Crafter №1 (Деснянський)**	**Відст., км**	**Примітка**
А1	0→8	Депо → вул. Братиславська, 8 (Варус)	18,5	від депо
А2	8→14	Братиславська,8 → вул. Милославська, 18 (Варус)	4,5	
А3	14→20	Милославська → вул. Братиславська, 14 (АТБ)	0,8	
А4	20→7	Братиславська,14 → пр. Лівобережний, 5 (Новус)	5,2	
А5	7→0	пр. Лівобережний → Депо (повернення)	15,2	*холостий*
	РАЗОМ	**—**	**44,2**	4 пункти, 564 упак.
Б	**№ ділянки**	**Маршрут Б — VW Crafter №2 (Оболонь + Поділ)**	**Відст., км**	**Примітка**
Б1	0→4	Депо → пр. Оболонський, 21 (Варус)	7,2	від депо
Б2	4→17	Оболонський,21 → вул. М.Тимошенка, 18 (Новус)	4,2	
Б3	17→21	М.Тимошенка → пр. Оболонський, 42 (Новус)	2,8	
Б4	21→11	Оболонський,42 → вул. Нижній Вал, 15 (Новус)	7,0	
Б5	11→12	Нижній Вал → вул. Сагайдачного, 32 (Сільпо)	1,2	
Б6	12→0	Сагайдачного → Депо (повернення)	3,2	*холостий*

	РАЗОМ	**—**	**25,6**	5 пунктів, 722 упак.
В	**№ ділянки**	**Маршрут В — VW Crafter №3 (Центр + Печерськ + Голосіїв)**	**Відст., км**	**Примітка**
В1	0→2	Депо → вул. В.Васильківська, 72 (Новус)	10,5	від депо
В2	2→15	В.Васильківська → вул. Лесі Українки, 23 (Сільпо)	5,2	
В3	15→16	Лесі Українки → вул. Інститутська, 18 (АТБ)	3,5	
В4	16→5	Інститутська → вул. Хрещатик, 44 (Сільпо)	2,8	
В5	5→1	Хрещатик → пр. Перемоги, 47 (Сільпо)	2,5	
В6	1→0	пр.Перемоги → Депо (повернення)	4,8	*холостий*
	РАЗОМ	**—**	**29,3**	5 пунктів, 673 упак.
Г	**№ ділянки**	**Маршрут Г — VW Crafter №4 (Солом'янка + Святошин + Голосіїв пд.)**	**Відст., км**	**Примітка**
Г1	0→19	Депо → вул. Ак.Палладіна, 46 (Сільпо)	12,4	від депо
Г2	19→10	Ак.Палладіна → вул. Святошинська, 25 (АТБ)	4,2	
Г3	10→24	Святошинська → вул. Ак.Вільямса, 6Д (Варус)	3,8	
Г4	24→3	Ак.Вільямса → вул. Борщагівська, 154 (АТБ)	5,0	
Г5	3→18	Борщагівська → вул. Повітрофлотський, 96 (Варус)	2,5	
Г6	18→0	Повітрофлотський → Депо (повернення)	8,5	*холостий*
	РАЗОМ	**—**	**36,4**	5 пунктів, 658 упак.

Д	№ ділянки	Маршрут Д — VW Crafter №5 (Дарниця + Дніпровський + Голосіїв пн.)	Відст., км	Примітка
Д1	0→6	Депо → вул. Ревуцького, 11 (АТБ)	16,8	від депо
Д2	6→9	Ревуцького → вул. Ак.Булаховського, 38 (Сільпо)	4,5	
Д3	9→23	Ак.Булаховського → вул. Березняківська, 20 (АТБ)	2,8	
Д4	23→22	Березняківська → вул. Дніпровська наб., 21 (Сільпо)	3,5	
Д5	22→13	Дніпровська наб. → пр. Науки, 58 (АТБ)	6,5	
Д6	13→0	пр. Науки → Депо (повернення)	12,8	*холостий*
	РАЗОМ	**—**	**46,9**	5 пунктів, 561 упак.

Джерело: розраховано автором; холостий пробіг виділено жовтим тлом



Рис.3.1. Оптимізовані маршрути

(Рисунок створено автором за допомогою сучасних інвормаційних програмних комплексів)

3.3. Цифровий моніторинг холодового ланцюга: IoT-система безперервного контролю температури в реальному часі.

Оптимізація маршрутів вирішує задачу мінімізації пробігу та дотримання часових вікон, однак не вирішує іншого системного недоліку, виявленого в підрозділі 2.4: відсутності безперервного документованого контролю температури в кузові рефрижератора в режимі реального часу. Цей недолік є критичним з двох причин. По-перше, він є прямим порушенням вимог системи HACCP і Регламенту ЄС №853/2004, що унеможливлює підтвердження цілісності холодового ланцюга при претензіях з боку торгових мереж або регуляторних органів [4, 22]. По-друге, без онлайн-моніторингу диспетчер не може оперативно відреагувати на температурний інцидент під час рейсу.

Пропонується впровадити IoT-систему моніторингу холодового ланцюга на всіх п'яти автомобілях київського РЦ МХП. Принцип роботи системи: безпровідні датчики температури в кузові реєструють показання кожні 2 хвилини та передають їх на телематичний блок автомобіля через Bluetooth Low Energy; телематичний блок агрегує температурні дані з GPS-координатами та часовими мітками і через GSM/4G канал передає пакети на хмарну платформу кожні 5 хвилин; платформа відображає дані на диспетчерському дашборді в реальному часі та автоматично формує звіти для документального підтвердження дотримання HACCP.

Алгоритм реагування при аномалії є трирівневим. Рівень 1: температура у кузові перевищила +4 °C протягом 5–10 хвилин система надсилає push-сповіщення водію та диспетчеру з вказівкою перевірити двері кузова та режим агрегату. Рівень 2: температура перевищила +4 °C протягом 10–20 хвилин автоматичний SMS-запит диспетчеру з вказівкою місцезнаходження ТЗ та прийняття рішення (наближення до найближчої точки або повернення). Рівень 3: температура перевищила +6 °C активація протоколу відкликання партії: диспетчер контактує з усіма точками поточного маршруту для відмови від прийому потенційно зіпсованого товару та фіксує інцидент для страхового провадження.

Склад і технічні характеристики компонентів пропонованої IoT-системи наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Технічні характеристики компонентів IoT-системи моніторингу холодового ланцюга.

Компонент системи	**Модель / специфікація**	**Функція та параметри**
Датчик температури (первинний)	T&D RTR-507L (Японія)	Діапазон: −40…+80°C; точність ±0,3°C; передача BLE Bluetooth 5.0; батарея 3–5 років; IP67
Телематичний блок (OBD2)	Teltonika FMB920	GPS/ГЛОНАСС; GSM/4G GPRS; CAN-шина; вбудована антена; захист IP41; збір даних про двигун + місцезнаходження
GSM-модуль передачі даних	SIM-карта (Київстар M2M)	Передача пакетів кожні 5 хв; резервне буферування при відсутності зв'язку до 72 год; APN-тунель
Хмарна платформа	Wialon Hosting (Gurtam)	Web-дашборд; Android/iOS app; API для інтеграції з 1С; зберігання даних 3 роки; SLA 99,9%
Система сповіщень	Push + SMS + email	Поріг спрацювання: t° > +4°C протягом >10 хв → автоматичне SMS диспетчеру; t° > +6°C → негайний дзвінок
Реєстратор-принтер (у кузові)	Testo Saveris 2 + термопринтер	Автоматичний друк HACCP-звіту після кожного маршруту; підпис ЕЦП водія
Блок живлення	Від бортової мережі 12/24 В	Захист від перенапруги, зворотної полярності; резервний акумулятор 4 год при відключенні

Джерело: складено автором на основі технічних специфікацій виробників [22]

Ключовою перевагою системи є автоматичне формування HACCP-звіту по закінченні кожного маршруту. Звіт містить: безперервний температурний профіль кузова з часовими мітками; координатний трек маршруту (GPS); фіксацію часу відкриття/закриття дверей кузова; підпис водія та електронний штамп часу. Документ зберігається в хмарі та доступний для перевірки

інспекторами Держпродспоживслужби або аудиторами торгових мереж в будь-який момент [22, 34].

Вартість впровадження системи на один автомобіль складає орієнтовно 15 000 грн (датчики T&D - 4 200 грн, телематичний блок Teltonika - 5 800 грн, монтаж і налаштування - 3 000 грн, річна підписка на платформу Wialon - 2 000 грн). На 5 автомобілів: 5 × 15 000 - 75 000 грн одноразово. При строку служби обладнання 5 років річна амортизація становить 15 000 грн, що враховується у розрахунку чистого економічного ефекту (підрозділ 3.5).

Практичним результатом впровадження IoT-системи стане скорочення частки доставок з потенційним порушенням холодового ланцюга з 18,4 % (виявлені запізнення та некерований температурний ризик в існуючій схемі) до прогнозованих ≤ 3 % за рахунок: превентивного реагування на температурні інциденти; скорочення часу рейсів (менше простоїв при оптимальних маршрутах); оперативного диспетчерського контролю.

3.4. Розрахунок техніко-експлуатаційних показників рухомого складу по оптимізованих маршрутах

Розрахунок ТЕП виконується окремо для кожного з п'яти оптимізованих маршрутів А–Д за стандартними формулами теорії автомобільних перевезень [7, 8].

Коефіцієнт використання вантажопідйомності **γ** відображає ступінь завантаження ТЗ за масою:

$$\gamma = Q_ф / q_н, \qquad (3.4)$$

де Qф -фактична маса вантажу за рейс, кг; $q_н$ -номінальна вантажопідйомність ТЗ, кг (qн = 1 100 кг для VW Crafter).

Маршрут А: γ = 394,8 / 1100 = 0,359; Маршрут Б: γ = 505,4 / 1100 = 0,460.

Низькі значення γ по всіх маршрутах (0,359–0,460) є нормою для розвезення швидкопсувних харчових продуктів: обмежуючим ресурсом тут є не вага, а часові вікна торгових мереж і температурний ресурс продукту, що

унеможливлює нарощення кількості точок понад 5 на маршрут.

Коефіцієнт використання пробігу β характеризує ефективність використання пробігу:

$$\beta = l_з / l_{заг}, \quad (3.5)$$

де $l_з$ — завантажений пробіг (від депо до останнього пункту без холостого повернення), км; $l_{заг}$ — загальний пробіг маршруту, км.

Маршрут Б: β = 22,4 / 25,6 = 0,875; Маршрут Д: β = 34,1 / 46,9 = 0,727.

Маршрут Б (Оболонь–Поділ) демонструє найвищий β = 0,875 завдяки тому, що останній пункт доставки (Сагайдачного, 32) розташований безпосередньо поруч із депо (відстань повернення лише 3,2 км). Маршрут А (Деснянський) має β = 0,656 - найнижчий через географічну віддаленість Деснянського району від депо та неминучий холостий пробіг 15,2 км на повернення.

Час у наряді Тн - загальний час роботи водія від виїзду з депо до повернення [7, 8]:

$$Тн = l_{заг} / V_т + n \times t_{нр} + t_о, \text{ год}, \quad (3.6)$$

де $V_т$=22 км/год - технічна швидкість (середня для умов Києва з урахуванням вантажного руху);

$t_{нр}$ = 0,25 год - нормативний час навантажувально-розвантажувальних робіт на одному пункті;

n - кількість пунктів доставки на маршруті;

$t_о$ = 0,5 год - підготовчо-заключний час.

Маршрут А: Тн = 44,2/22 + 4×0,25 + 0,5 = 2,009 + 1,00 + 0,5 = 3,51 год;

Маршрут Б: Тн = 25,6/22 + 5×0,25 + 0,5 = 1,164 + 1,25 + 0,5 = 2,91 год;

Маршрут В: Тн = 29,3/22 + 5×0,25 + 0,5 = 1,332 + 1,25 + 0,5 = 3,08 год;

Маршрут Г: Тн = 36,4/22 + 5×0,25 + 0,5 = 1,655 + 1,25 + 0,5 = 3,40 год;

Маршрут Д: Тн = 46,9/22 + 5×0,25 + 0,5 = 2,132 + 1,25 + 0,5 = 3,88 год.

Отримані значення часу у наряді (2,91-3,88 год) є значно нижчими за нормативний максимум 8 год [25], що забезпечує водіям суттєвий резерв для відпочинку та гарантує відповідність вимогам режиму праці навіть при виникненні непередбачених затримок у трафіку.

Транспортна робота W виражає обсяг виконаної роботи у тонно-кілометрах [7]:

$$W = Q_ф \times l_з, \text{ ткм.} \quad (3.7)$$

Маршрут А: W = 0,3948 × 29,0 = 11,45 ткм; Маршрут Б: W = 0,5054 × 22,4 = 11,32 ткм.

Витрата палива двигуна $\mathbf{G_{дв}}$ на маршрут [7]:

$$G_{дв} = l_{заг} \times q_{100} / 100, \text{ л,} \quad (3.8)$$

де q_{100} = 9,6 л/100 км — нормативна питома витрата палива VW Crafter 35 у міському циклі.

Маршрут А: $G_{дв}$ = 44,2 × 9,6 / 100 = 4,24 л; Маршрут Д: $G_{дв}$ = 46,9 × 9,6 / 100 = 4,50 л.

Витрата палива рефрижераторного агрегату $G_{реф}$ за час рейсу:

$$G_{реф} = q_{реф} \times T_н, \text{ л,} \quad (3.9)$$

де $q_{реф}$ = 0,9 л/год -питома витрата палива агрегату Webasto TT-C3-2000 при температурі навколишнього середовища +20…+25 °C.

Маршрут А: $G_{реф}$ = 0,9 × 3,51 = 3,16 л; Маршрут Д: $G_{реф}$ = 0,9 × 3,88 = 3,49 л.

Розраховані ТЕП усіх п'яти оптимізованих маршрутів зведено в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4.

Зведена таблиця техніко-експлуатаційних показників оптимізованих маршрутів

Показник	**Марш. А**	**Марш. Б**	**Марш. В**	**Марш. Г**	**Марш. Д**	**РАЗОМ/сер.**
Кількість точок доставки, шт.	4	5	5	5	5	**24**
Обсяг доставки, упак.	564	722	673	658	566	**3 183**
Маса партії Qф, кг	394,8	505,4	471,1	460,6	396,2	**2 228,1**
Вантажопідйомність qн, кг	1 100	1 100	1 100	1 100	1 100	**1 100**
Коеф. вик. вант-сті γ	0,359	0,460	0,428	0,419	0,360	**0,405**
Загальний пробіг lзаг, км	44,2	25,6	29,3	36,4	46,9	**182,4**
Завантажений пробіг lз, км	29,0	22,4	24,5	27,9	34,1	**137,9**
Холостий пробіг lхол, км	15,2	3,2	4,8	8,5	12,8	**44,5**
Коеф. вик. пробігу β	0,656	0,875	0,836	0,767	0,727	**0,756**
Час у наряді Тн, год	3,60	2,65	3,08	3,35	4,06	**16,74**
Транспортна робота W, ткм	11,46	11,32	11,52	12,85	13,50	**60,65**
Витрата палива двигуна, л	4,24	2,46	2,81	3,49	4,50	**17,50**
Витрата палива агр. реф., л	3,24	2,39	2,77	3,02	3,65	**15,07**
Сумарна витрата палива, л	7,48	4,85	5,58	6,51	8,15	**32,57**

Джерело: розраховано автором за формулами (3.4)–(3.9)

3.5. Порівняння існуючої та оптимізованої схеми доставки; економічний та

екологічний ефект від впровадження.

Зведений порівняльний аналіз двох схем організації доставки наведено в таблиці 3.5. Для коректності порівняння кількість транспортних засобів залишається незмінною (5 одиниць VW Crafter), а показники порівнюються за однаковий добовий обсяг доставки (3 183 упаковки, 2 228,1 кг).

Таблиця 3.5.

Порівняльна характеристика існуючої та оптимізованої схем доставки охолодженої продукції

Показник	**Існуюча схема**	**Оптимізована схема**	**Зміна (абс.)**	**Зміна, %**
Кількість маршрутів / ТЗ	5 / 5	5 / 5	—	—
Загальний добовий пробіг, км	343,2	182,4	–160,8	–46,9
Холостий пробіг, км	99,2	44,5	–54,7	–55,1
Частка холостого пробігу, %	28,9	24,4	–4,5 п.п.	—
Коеф. вик. пробігу β (середній)	0,711	0,756	+0,045	+6,3
Загальний час у наряді, год/добу	34,7	16,74	–17,96	–51,8
Витрата палива двигунів, л/добу	33,2	17,50	–15,70	–47,3
Витрата палива агрегатів реф., л/добу	27,7	15,07	–12,63	–45,6
Сумарна витрата палива, л/добу	60,9	32,57	–28,33	–46,5
Транспортна робота, ткм/добу	≈77,4	60,65	–16,75	–21,6
Частота порушень часових вікон, %	18,4	≤ 3,0	–15,4 п.п.	—
Безперервний t° моніторинг (HACCP)	Ні	Так (IoT)	—	—
Викиди CO_2, кг/добу	163,0	87,3	–75,7	–46,4

Джерело: розраховано автором за формулами (3.4)–(3.9); зелений фон — покращення, жовтий — погіршення

Аналіз таблиці 3.5 виявляє системне покращення за всіма ключовими показниками. Найбільш значущим є скорочення загального добового пробігу на 160,8 км (46,9 %): з 343,2 до 182,4 км. Це стало наслідком географічно раціонального розподілу пунктів між маршрутами: кожен маршрут тепер охоплює компактний кластер суміжних районів замість хаотичного обходу точок по всьому місту.

Холостий пробіг скоротився найбільш суттєво на 55,1 %: з 99,2 до 44,5 км на добу. Відносна частка холостого пробігу знизилась з 28,9 до 24,4 %. Це пояснюється принципом алгоритму заощаджень: пари з найвищим $s_{(i,j)}$, що першими об'єднуються, це саме ті, де два далеко розташовані від депо пункти знаходяться поруч один з одним (класичний приклад: пункти 8 і 20 на Братиславській вул.).

Середній коефіцієнт використання пробігу β зріс з 0,711 до 0,756, досягнувши нормативного рівня 0,75–0,80 для міського розвезення [7,8]. Особливо вираженим є покращення для маршруту Б (Оболонь–Поділ): β = 0,875, що є відмінним результатом для міських умов.

Загальний час у наряді п'яти водіїв скоротився з 34,7 до 16,74 год/добу майже вдвічі. Це не лише пряма економія трудовитрат, а й суттєве зниження психофізіологічного навантаження на водіїв та ризиків, пов'язаних з утомою при управлінні транспортним засобом [29]. Тривалість рейсу найдовшого маршруту (Д) становить 3,88 год значно нижче допустимого часу транзиту для охолодженої птиці (4,5 год з урахуванням запасу), що додатково підтверджує температурну безпечність маршрутів [3].

Сумарна добова витрата палива (двигуни + агрегати рефрижераторів) скоротилась з 60,9 до 32,57 літра на 46,5 %. Для п'яти фургонів це означає добову економію 28,33 літри дизельного палива, що при річному плануванні (250 робочих днів) складає 7 082 літри.

Розрахунок річного економічного та екологічного ефекту від впровадження оптимізованих маршрутів і IoT-системи наведено нижче.

Річна економія витрат на паливо Епал розраховується за формулою:

$$E_{пал} = (G_{icн} - G_{опт}) \times Д_р \times Ц_{пал},\ грн, \quad (3.10)$$

де $G_{icн}$ = 60,9 л/добу — сумарна добова витрата палива в існуючій схемі;

$G_{опт}$ = 32,57 л/добу — сумарна добова витрата палива в оптимізованій схемі;

Др = 250 — кількість робочих днів на рік;

Цпал = 62 грн/л — роздрібна ціна дизельного палива (станом на 2025 р.).

Епал = (60,9 − 32,57) × 250 × 62 = 28,33 × 250 × 62 = 439 115 грн/рік.

Річна економія витрат на технічне обслуговування (пропорційно скороченню пробігу):

$$E_{ТО} = (l_{icн} - l_{опт}) \times Д_р \times н_{ТО},\ грн, \quad (3.11)$$

де $l_{icн}$ = 343,2 км; $l_{опт}$ = 182,4 км; $н_{ТО}$ = 0,80 грн/км — усереднена нормативна ставка витрат на ТО.

$E_{ТО}$ = (343,2 − 182,4) × 250 × 0,80 = 160,8 × 250 × 0,80 = 32 160 грн/рік.

Скорочення викидів CO_2 розраховується за коефіцієнтом викидів для дизельного палива:

$$\Delta CO_2 = (G_{icн} - G_{опт}) \times Д_р \times k_{CO_2},\ кг/рік, \quad (3.12)$$

де k_{CO_2} = 2,68 кг $C_{O_2/л}$ — коефіцієнт викидів CO_2 при спалюванні 1 літра дизельного палива [15].

ΔCO_2 = 28,33 × 250 × 2,68 = 18 981 кг/рік ≈ 18,98 тонн CO_2/рік.

Зведений розрахунок економічного та екологічного ефекту наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Зведений річний економічний та екологічний ефект від вдосконалення організації транспортного процесу

Показник	**Існуюча схема**	**Оптимізована схема**	**Річна економія / ефект**
Річний пробіг (250 р. днів), км	85 800	45 600	–40 200 км
Річна витрата палива двигунів, л	8 300	4 375	–3 925 л
Річна витрата палива агрегатів, л	6 925	3 768	–3 157 л
Сумарна річна витрата палива, л	15 225	8 143	–7 082 л
Вартість палива (62 грн/л), грн	944 350	504 666	–439 684 грн/рік
Витрати на ТО (норм. 0,8 грн/км), грн	68 640	36 480	–32 160 грн/рік
Сумарна пряма економія, грн/рік	**—**	**—**	**471 844 грн/рік**
Зниження викидів CO_2, кг/рік	40 750	21 825	–18 925 кг/рік
Економія часу водіїв, год/рік	—	—	4 490 год/рік
Витрати на IoT-систему (амортизація 5 р.), грн/рік	**—**	**—**	**–15 000 грн/рік**
Чистий річний економічний ефект, грн/рік	—	—	456 844 грн/рік

Джерело: розраховано автором за формулами (3.10)–(3.12); ціна палива — 62 грн/л (2025 р.)

Таким чином, сукупний чистий річний економічний ефект від впровадження оптимізованих маршрутів і IoT-системи моніторингу становить 456 844 грн/рік. Термін окупності одноразових витрат на IoT-систему (75 000 грн) складає:

$$T_{ок} = 75\,000 / 471\,844 \times 12 \approx 1{,}9 \text{ місяця.} \qquad (3.13)$$

Додатковий екологічний ефект — зниження щорічних викидів CO_2 на 18,98 тонн — еквівалентний поглинаючій здатності понад 840 дерев за рік. В умовах зростання корпоративних ESG-зобов'язань та вимог міжнародних

торгових партнерів МХП цей показник є вагомим аргументом на користь впровадження запропонованих рішень [4, 11].

Висновки до розділу 3.

У третьому розділі виконано основний розрахунковий блок роботи. Отримано такі результати. Побудовано п'ять оптимізованих маршрутів методом Кларка–Райта з адаптацією для задачі VRPTW (урахування часових вікон і температурного ресурсу). Максимальне заощадження $s(8,20) = 36,5$ км визначило формування деснянського кластеру (пункти 8, 14, 20, 7). Загальний добовий пробіг скоротився з 343,2 до 182,4 км (-46,9 %), холостий пробіг - з 99,2 до 44,5 км (–55,1 %), середній β зріс до 0,756 [10, 18].

Час у наряді всіх водіїв скоротився з 34,7 до 16,74 год/добу (-51,8 %). Найбільш тривалий рейс (маршрут Д, 3,88 год) відповідає вимогам температурного ресурсу охолодженої птиці (≤ 4,5 год) [3, 7].

Запропоновано IoT-систему безперервного моніторингу холодового ланцюга на базі датчиків T&D RTR-507L, телематичного блоку Teltonika FMB920 та хмарної платформи Wialon. Система забезпечує автоматичне HACCP-документування, трирівневий алгоритм сповіщень та скорочення ризику порушення холодового ланцюга з 18,4 % до ≤ 3 % доставок [22, 34].

Річний чистий економічний ефект від впровадження оптимізованих маршрутів та IoT-системи становить 456 844 грн. Річна економія палива 7 082 літри; зниження викидів CO_2 18,98 т/рік. Термін окупності IoT-системи 1,9 місяця. Усі запропоновані рішення не потребують заміни рухомого складу і реалізуються виключно на організаційно-технологічному рівні [10, 11].

РОЗДІЛ 4.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА НА ТРАНСПОРТІ.

4.1. Специфіка умов праці водіїв рефрижераторного транспорту: вплив знижених температур, вібрації та психоемоційного навантаження на стан здоров'я.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [29]. Для водіїв рефрижераторних транспортних засобів, що здійснюють щоденне розвезення охолодженої продукції птахівництва у міських умовах, комплекс шкідливих та небезпечних виробничих факторів є принципово відмінним від умов праці водіїв звичайного вантажного транспорту і потребує окремого детального аналізу.

Специфіка роботи водія рефрижераторного фургону обумовлена поєднанням трьох функцій одночасно: безпосереднє керування транспортним засобом у щільному міському трафіку; регулярні навантажувально-розвантажувальні роботи (НРР) у кожній торговій точці — 4–5 разів за рейс; короткочасне перебування у вантажному кузові при температурі +2…+4 °C під час розвантаження продукції. Ця комбінація є унікальною і потребує урахування специфічних психрометричних, вібраційних та психоемоційних ризиків [21, 29].

Холодовий стрес при НРР у кузові. Найбільш специфічним ризиком є регулярне перебування у вантажному відсіку при t° = +2…+4 °C. Кисті рук без термозахисних рукавиць охолоджуються до критичних значень (нижче +15 °C) вже через 3–5 хвилин безперервної роботи, що призводить до зниження тактильної чутливості та підвищеного ризику падіння ящиків. Кількісно оцінити термічне навантаження дозволяє індекс WBGT:

$$W_{BGT} = 0{,}7 \times t_{нв} + 0{,}2 \times t_{ку} + 0{,}1 \times t_{с}, \qquad (4.1)$$

де $t_{нв}$ — температура вологого термометра (враховує вологість повітря), °C;

$t_{ку}$ — температура кулевого термометра (враховує радіаційний теплообмін), °C;

t_c — температура сухого термометра (температура повітря у кузові), °C.

При умовах кузова: tc = +3 °C, відносна вологість ≈ 85 % → tнв ≈ +2,4 °C, tку ≈ +3,0 °C:

$$W_{BGT} = 0,7 \times 2,4 + 0,2 \times 3,0 + 0,1 \times 3,0 = 1,68 + 0,60 + 0,30 = 2,58 \text{ °C}.$$

За класифікацією ДСТУ ISO 7933, при WBGT < +10 °C для легкої фізичної роботи рекомендований ліміт безперервного перебування без термозахисного одягу 15 хвилин. Термозахисні рукавиці клас 2 (захист до -30 °C) є обов'язковим ЗІЗ при будь-якій роботі з поверхнями кузова [3, 21].

Вібраційне навантаження. Водії рефрижераторних фургонів зазнають одночасно загальної вібрації від нерівностей дорожнього покриття та локальної від рефрижераторного агрегату Webasto TT-C3-2000. За результатами вимірювань рівень загальної вертикальної вібрації сидіння складає 101–108 дБ при нормативі ≤ 99 дБ (ДСН 3.3.6.039-99 [31]). Тривале перевищення підвищує ризик дорсалгії та вібраційної хвороби. Оснащення сидінь амортизаційними подушками класу А (ДСТУ EN ISO 7096) є першочерговим технічним заходом.

Шум. Рівень шуму в кабіні складає 78-85 дБА, що при пікових значеннях перевищує норму 80 дБА [30]. Водій не може використовувати навушники-антифони через необхідність чути IoT-сповіщення диспетчеру. Пріоритетним заходом є аудіодублювання сповіщень IoT-системи через вбудовану аудіосистему автомобіля.

Психоемоційне навантаження. Режим розвезення з фіксованими часовими вікнами торгових мереж формує хронічний стрес відповідальності. За результатами анонімного анкетування водіїв (2025 р., n=7) середній рівень психоемоційного навантаження за шкалою 1–10 у існуючій схемі становив 6,4 бали. Після впровадження оптимізованих маршрутів (скорочення тривалості зміни з 6,8–7,9 год до 2,91–3,88 год) прогнозований рівень знизиться до 4,2 нижче порогового значення 5 за рекомендаціями МОП.

Зведену характеристику шкідливих та небезпечних виробничих факторів для водіїв київського РЦ МХП наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Характеристика виробничих факторів для водіїв рефрижераторних фургонів київського РЦ ПрАТ «МХП»

Виробничий фактор	**Фактичне значення (виміряне)**	**Нормативне значення**	**Перевищення / відхилення**	**Нормативний документ**
Шум від двигуна та трафіку в кабіні, дБА	78–85	≤ 80	До 5 дБА у год. пік	ДСН 3.3.6.037-99 [30]
Шум рефрижераторного агрегату у кузові, дБА	72–76	≤ 80	У нормі	ДСН 3.3.6.037-99 [30]
Загальна вертикальна вібрація сидіння, дБ	101–108	≤ 99	До 9 дБ на пошкодж. покритті	ДСН 3.3.6.039-99 [31]
Температура у кабіні (холодний період), °C	14…+17	≥ +18	–1…–4 °C (дефіцит обігріву)	ДСН 3.3.6.042-99
Температура у кабіні (теплий період), °C	+22…+28	≤ +28	У нормі	ДСН 3.3.6.042-99
Температура у кузові при НРР, °C	+2…+4	Допуст. короткочасно	Холодовий стрес рук при НРР > 5 хв	АТП [3]; НПАОП [21]
Безперервне керування без зупинки, год	≤ 2,1 (оптим. схема)	≤ 4,5	У нормі (резерв > 2 год)	НПАОП 0.00-1.28-10 [21]
Тривалість робочої зміни (оптим. схема), год	2,91–3,88	≤ 8	У нормі (резерв > 4 год)	КЗпП ст. 50 [25]
Монотонність (повторюв. дії/год при НРР)	165–210	≤ 180	До 30 у точках з великим обсягом	ДСН 3.3.6.042-99
Психоемоційне навантаження (шкала 1–10)	6,4 (існ.) → 4,2 (оптим.)	≤ 5	Покращення Після оптимізації	МОП рекомендації

Джерело: складено автором на основі вимірювань та нормативних документів [3, 21, 25, 30, 31]; зелений -у нормі, жовтий - потребує уваги

Умови праці водіїв класифікуються як «допустимі» (2-й клас) за більшістю факторів. Критичними залишаються два: перевищення рівня вібрації до 9 дБ при пошкодженому покритті та дефіцит температури у кабіні взимку. Після оптимізації маршрутів тривалість зміни скорочується вдвічі, що само по собі є суттєвим заходом охорони праці. Порівняння режиму праці та відпочинку до і після оптимізації наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2.

Порівняння режиму праці та відпочинку: нормативні вимоги та їх виконання

Вид обмеження / перерви	**Нормативна вимога**	**Виконання на київському РЦ МХП (оптимізована схема)**
Максимальна тривалість зміни	8 год (ст. 50 КЗпП [25])	2,91–3,88 год; резерв ≥ 4 год
Обідня перерва	≥ 30 хв, не пізніше 4 год [25]	Забезпечено: зміна коротка, водій повертається до 12:00
Безперервне керування без зупинки	≤ 4,5 год [21, п. 8.2]	≤ 2,1 год (зупинки у кожній торговій точці)
Короткострокові перерви для відпочинку	15 хв кожні 2 год [21, п. 8.3]	Забезпечено: НРР ≈ 15 хв у кожній точці
Перебування у рефрижераторному кузові	≤ 15 хв безперервно при t° < +4°C [3]	Дотримується; HACCP-карта встановлює ліміт
Передрейсовий медичний огляд	Щоденно; відмітка в дорожньому листі [21]	Виконується; медпрацівник РЦ щодня 05:30–06:00
Час відпочинку між змінами	≥ 12 год [25, ст. 59]	≥ 18 год (зміна до 4 год, виїзд 06:00, повернення ~10:00)
Щотижневий безперервний відпочинок	≥ 42 год [25, ст. 69–70]	48 год (субота–неділя)
Щорічна оплачувана відпустка	≥ 24 календарні дні [25]	28 к. днів (за колективним договором)

Джерело: складено автором на основі [21, 25]

4.2. Безпека під час навантажувально-розвантажувальних робіт з охолодженою продукцією птахівництва: санітарні норми, ЗІЗ, вимоги HACCP на робочому місці.

За статистикою підприємств харчового розподілу, до 42 % виробничих травм пов'язані з навантажувально-розвантажувальними роботами: падіння при спуску зі ступіні кузова, удари при укладанні ящиків, порізи при пошкодженні упаковки [21]. Специфіка НРР з охолодженою птицею додає два додаткових ризики: холодовий стрес кистей при роботі у кузові та ризик мікробіологічного забруднення при пошкодженні упаковки (Salmonella, Campylobacter) [13, 22].

Граничні норми ручного підіймання вантажів встановлені НПАОП 0.00-1.28-10 [21, п. 9.6]:

$$m_{ліміт} = 15 \text{ кг (разовий підйом)}; \quad M_{зміна} = 2\,000 \text{ кг / зміну.} \qquad (4.2)$$

Середня маса одного транспортного ящика — 12,5 кг < 15 кг (ліміт дотримується). Розрахуємо фактичне навантаження на водія за рейс по маршруту Б (найбільший обсяг — 40 ящиків):

$$N_{ящ} = Q_{ф} / m_{ящ} = 505{,}4 / 12{,}5 \approx 40 \text{ ящиків.} \qquad (4.3)$$

Загальна маса вантажу, що переміщується вручну за зміну (завантаження + розвантаження у 5 точках):

$$M_{факт} = N_{ящ} \times m_{ящ} \times 2 = 40 \times 12{,}5 \times 2 = 1\,000 \text{ кг} < Mзміна = 2\,000 \text{ кг.} \qquad (4.4)$$

Умова (4.2) виконується з дворазовим запасом: фактичне навантаження становить лише 50 % від нормативного ліміту. Ризик захворювань опорно-рухового апарату від надмірного фізичного навантаження відсутній [21].

Принципово важливою є вимога особистої гігієни відповідно до HACCP. При будь-якому контакті з продукцією або внутрішніми поверхнями кузова водій зобов'язаний використовувати одноразові рукавиці та обробляти

руки антисептиком після кожної торгової точки [13, 22, 34].

Таблиця 4.3.

Вимоги безпеки та санітарні норми при НРР з охолодженою продукцією птахівництва

№	Операція / ситуація	Вимога безпеки та санітарна норма	Підстава	ЗІЗ / засіб захисту
1	Підготовка до завантаження	Медогляд; t° у кузові ≤ +4°C; дезінфекція 1 раз/тиждень; перевірка ТЗ	НПАОП [21]; ISO 22000 [22]	Комбінезон, рукавиці
2	Ручне перенесення ящиків	Разовий підйом ≤ 15 кг; маса за зміну ≤ 2 000 кг (факт. ≤ 1 000 кг)	НПАОП [21, п. 9.6]	Пояс; термо-рукавиці
3	Перебування у кузові (+2…+4°C)	Безперервно ≤ 15 хв; далі - прогрів кистей; заборона їди у кузові	АТП [3]; НПАОП [21]	Термозахисні рукавиці кл. 2
4	Закріплення вантажу	Ящики ≤ 3 шари; фіксація ременями; без укладання на підлогу без піддону	НПАОП [21, п. 9.8]	Рукавиці захисні
5	Розвантаження в торговій точці	Двері відкриті ≤ 15 хв; реєстрація t° приймальником; підпис ЕЦП	ISO 22000 [22]; HACCP	Рукавиці; халат
6	Стоянка ТЗ під час НРР	Аварійна сигналізація; підпірні клини; двигун заглушено; агрегат - Stand-by	ПДР п. 9.7	-
7	Особиста гігієна	Чистий комбінезон (зміна щодня); шапочка; антисептик після кожної точки	ISO 22000 [22]; Наказ МАП №107 [13]	Антисептик; одноразові рукавиці
8	Пошкодження/розсипання упаковки	Зупинка; повідомлення диспетчеру; акт; герметичний пакет для утилізації; дезінфекція кузова	GDP; ISO 22000 [22]	Щітка, с овок, дезінф., аптечка
9	Ожеледиця / снігове покриття	Взуття SRC; піскування трапу; знижений темп НРР	НПАОП [21, п. 4.5]	Взуття кл. SRC
10	IoT-сповіщення під час рейсу	При SMS-сповіщенні t° > +4°C негайна	ISO 22000 [22]; IoT-регламент	Планшет / смартфон

		зупинка та перевірка агрегату та дверей		

Джерело: складено автором на основі [3, 13, 21, 22, 34]

Особливої уваги потребує пункт 3 (перебування у кузові).

За розрахованим WBGT = 2,58 °C ліміт безперервного перебування становить 15 хвилин. Сумарний час перебування водія у кузові за рейс маршруту А близько 20–25 хвилин, розподілених на 4 епізоди по 5–7 хвилин. Вимога дотримується за умови обов'язкового виходу з кузова між точками.

Окремою вимогою є реагування на IoT-сповіщення безпосередньо під час рейсу (пункт 10 таблиці 4.3). У разі отримання SMS-сповіщення про підвищення t° > +4°C водій зобов'язаний зупинитися в безпечному місці, перевірити стан дверей та режим рефрижераторного агрегату і зателефонувати диспетчеру. Ця процедура включена до програми первинного інструктажу та перевіряється під час повторного.

4.3. Аналіз динаміки показників виробничого травматизму та комплексний план заходів з його попередження.

Ефективність системи охорони праці оцінюється через систему кількісних показників виробничого травматизму, розрахунок яких виконується на підставі даних актів розслідування нещасних випадків форми Н-1 [29]. Для транспортного підрозділу київського РЦ ПрАТ «МХП» розраховано три коефіцієнти за 2023–2025 роки.

Коефіцієнт частоти травматизму Кч показує кількість НВ на 1 000 працюючих [29]:

$$Кч = N_{нв} \times 1\,000 / Р, \qquad (4.5)$$

де $N_{нв}$ - кількість зареєстрованих нещасних випадків за звітний рік; Р - середньооблікова чисельність.

2023 р.: Кч = 3 × 1 000 / 24 = 125,0;

2024 р.: Кч = 2 × 1 000 / 25 = 80,0;

2025 р.: Кч = 1 × 1 000 / 27 = 37,0.

Коефіцієнт тяжкості Кт -середня кількість днів непрацездатності на один НВ [29]:

$$Кт = D_{нв} / N_{нв}, \quad (4.6)$$

де Dнв — загальна кількість днів тимчасової непрацездатності через НВ.

2023 р.: Кт = 26 / 3 = 8,7;

2024 р.: Кт = 17 / 2 = 8,5;

2025 р.: Кт = 8 / 1 = 8,0.

Коефіцієнт непрацездатності $К_{нп}$ — узагальнюючий показник [29]:

$$Кнп = Кч \times Кт, \quad (4.7)$$

2023 р.: Кнп = 125,0 × 8,7 = 1 088;

2024 р.: Кнп = 80,0 × 8,5 = 680;

2025 р.: Кнп = 37,0 × 8,0 = 296.

Повну динаміку показників травматизму за 2023–2025 роки зведено в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4.

Динаміка показників виробничого травматизму транспортного підрозділу київського РЦ ПрАТ «МХП» (2023–2025 рр.)

Показник	**2023**	**2024**	**2025**	**Ціль 2026**	**Тенденція**
Середньооблікова чисельність Р, осіб	24	25	27	-	↑
Кількість нещасних випадків Nнв, шт.	3	2	1	→ 0	↓
Кількість днів непрацездатності Dнв	26	17	8	мін.	↓
Коеф. частоти Кч (на 1 000 працюючих)	25,0	80,0	37,0	≤ 40	↓

Коеф. тяжкості Кт (діб / НВ)	8,7	8,5	8,0	≤ 8,0	↓
Коеф. непрацездатності Кнп	1 088	680	296	≤ 360	↓
Причини: НРР (падіння, порізи, удари)	2	2	1	-	↓
Причини: ДТП за участю вантажного ТЗ	1	0	0	0	↓
Причини: холодовий стрес / обмороження	0	0	0	0	—
Витрати на лікування / компенсацію, грн	24 200	14 800	7 500	мін.	↓
Витрати на ОП (факт.), грн	52 400	61 200	68 400	≥ 0,5 % ФОП	↑
Частка витрат ОП від ФОП, %	0,58	0,64	0,70	≥ 0,50	↑

Джерело: розраховано автором за формулами (4.5)–(4.7) на основі звітності підрозділу ОП

Аналіз таблиці 4.4 засвідчує виразну позитивну динаміку за всіма трьома показниками. Коефіцієнт частоти Кч знизився з 125,0 у 2023 році до 37,0 у 2025 скорочення у 3,4 рази, що вже відповідає цільовому рівню Кч ≤ 40 для 2026 року. Коефіцієнт непрацездатності Кнп скоротився з 1 088 до 296 (–72,8 %), що є нижчим за цільове значення 360 — тобто мета досягнута достроково.

Структура причин НВ за три роки залишається стабільною: переважна більшість (5 з 6 випадків) пов'язана з НРР падіння при спуску зі ступіні рефрижераторного кузова або слизького покриття площадок торгових мереж. Один НВ у 2023 році спричинений ДТП. Показово, що у 2024–2025 роках ДТП не зафіксовано результат посиленого контролю стану ТЗ та скорочення тривалості рейсів після оптимізації маршрутів. Жодного випадку, пов'язаного безпосередньо з холодовим стресом, не зафіксовано.

Витрати на охорону праці стабільно зростають: з 52 400 грн у 2023 до 68 400 грн у 2025 році, що складає 0,70 % від ФОП значно перевищує

нормативний мінімум 0,50 % [29, ст. 19]. Зворотний ефект від інвестицій в ОП наочний: витрати на лікування та компенсації знизились з 24 200 до 7 500 грн на рік.

Комплексний план заходів з попередження виробничого травматизму та забезпечення безпечних умов праці на 2026 рік наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5.

Комплексний план заходів з попередження виробничого травматизму транспортного підрозділу київського РЦ ПрАТ «МХП»

№	Захід	Зміст та порядок виконання	Відповідальний	Строк / частота
1	Вступний інструктаж з ОП та харчової безпеки	Ознайомлення з НПАОП, HACCP, АТП-вимогами; реєстрація у журналі; тест	Спеціаліст з ОП	При прийомі на роботу
2	Первинний інструктаж на робочому місці	Показ прийомів НРР; демонстрація IoT-системи; ознайомлення з HACCP-картою маршруту	Нач. транспортного відділу	Перший день роботи
3	Повторний інструктаж	Повторення ОП, HACCP, гігієни; перевірка знань дій при t°-інциденті	Нач. відділу	1 раз на 6 місяців
4	Щоденний передрейсовий огляд ТЗ та агрегату	Гальма, рульове, освітлення, шини; t° у кузові ≤ +4°C; рівень палива агрегату; підпис механіка	Механік + водій	Щодня до 06:00
5	Передрейсовий медичний огляд водія	АТ, пульс, алкотест; відмітка медпрацівника у дорожньому листі	Медпрацівник РЦ	Щодня 05:30–06:00
6	Навчання з харчової безпеки HACCP	Курс 4 год: мікробіологічні ризики охолодженої птиці; гігієна; дії при порушенні холодового ланцюга; письмовий тест	Спеціаліст HACCP	1 раз на рік
7	Видача та облік ЗІЗ	Термозахисні рукавиці (кл. 2), взуття SRC, комбінезон, шапочка, антисептик; картка обліку ЗІЗ	Служба ОП	При прийомі + поповнення
8	ТО рефрижераторних агрегатів Webasto	Планове ТО кожні 2 000 год; калібрування датчиків t° щоквартально; запис у журнал	Механік реф. обл.	1 раз на 3 місяці
9	Дезінфекція вантажних кузовів	Миття та дезінфекція (харчовий засіб) після кожного тижневого циклу; акт до санпаспорту ТЗ	Санітарний інспектор	1 раз на тиждень
10	IoT-моніторинг холодового ланцюга	Контроль t° кузова в реальному часі; 3-рівнева система сповіщень; авто-формування HACCP-звіту після рейсу	Диспетчер + ІТ	Цілодобово / кожен рейс

11	Моніторинг психоемоційного стану водіїв	Анонімне анкетування 2 рази на рік; за потреби - психолог; корегування навантаження	Служба персоналу	2 рази на рік
12	Розслідування нещасних випадків	Комісія 3 особи; термін 5 діб (смертельні - 1 доба); акт Н-1; зберігання 45 років	Комісія (ОП + нач. відд. + профком)	Після кожного НВ

Джерело: складено автором на основі [13, 21, 22, 25, 29, 34]

Розроблений план охоплює всі чотири рівні системи охорони праці: організаційний (заходи 1–3, 5–6, 11–12), технічний (заходи 4, 7–8, 10), санітарно-гігієнічний (заходи 7, 9) та соціально-психологічний (захід 11). Принциповою новацією порівняно зі стандартними планами ОП для транспортних підприємств є інтеграція IoT-моніторингу холодового ланцюга як інструменту охорони праці (захід 10): система не лише підтримує HACCP-документування, а й дозволяє диспетчеру відстежувати місцезнаходження водія в реальному часі та оперативно реагувати на нестандартні ситуації під час рейсу, що суттєво підвищує загальний рівень безпеки праці.

Висновки до розділу 4

У четвертому розділі комплексно розглянуто питання охорони праці та безпеки у транспортному підрозділі київського РЦ ПрАТ «МХП». Основні висновки такі.Умови праці водіїв рефрижераторних фургонів класифіковано як «допустимі» (2-й клас). Виявлено три специфічних ризики: холодовий стрес при НРР у кузові (WBGT = 2,58 °C, ліміт безперервного перебування 15 хв); перевищення рівня загальної вібрації до 9 дБ; підвищене психоемоційне навантаження (6,4/10 до оптимізації → прогноз 4,2/10 після). Після впровадження оптимізованих маршрутів тривалість зміни скорочується з 6,8–7,9 до 2,91–3,88 год, що зменшує сумарний вплив усіх шкідливих факторів [21, 30, 31].Розраховано фактичне навантаження при НРР: $М_{факт}$ = 1000 кг/зміну - лише 50 % від нормативу 2 000 кг, що виключає ризик захворювань ОРА. Розроблено таблицю з 10 вимогами безпеки при НРР, що охоплює весь цикл від підготовки

до завантаження до реагування на IoT-сповіщення під час рейсу [13, 21, 22].Аналіз динаміки травматизму за 2023–2025 роки підтверджує стійку позитивну тенденцію: Кч знизився з 125,0 до 37,0 (–70,4 %), Кнп -з 1 088 до 296 (–72,8 %). Цільові значення на 2026 рік (Кч ≤ 40, Кнп ≤ 360) досягнуто достроково у 2025 р. Витрати на ОП зросли до 68 400 грн (0,70 % ФОП), що відповідає вимогам ст. 19 Закону «Про охорону праці» [29]. Розроблений комплексний план з 12 заходів є системною основою для подальшого підтримання досягнутих результатів.

ВИСНОВКИ

За результатами виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему «Організація транспортного процесу перевезення швидкопсувних вантажів» отримано такі наукові та практичні результати.

Досліджено стан ринку перевезень охолодженої продукції птахівництва в Україні. Встановлено, що ринок демонструє відновну динаміку після кризи 2022 року: виробництво птиці зросло до 872 тис. т/рік (2024 р.), частка охолодженої продукції в роздрібній торгівлі досягла 61 %. Ринок холодової логістики відновився до 19,3 млрд грн. Виявлено три ключові тенденції: зростання вимог до холодового ланцюга в контексті євроінтеграції, цифровізація рефрижераторної логістики (IoT-оснащення 23 % великотоннажного парку), системне старіння парку (середній вік 8,6 років).

Охарактеризовано ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» (МХП) як базу дослідження. Підприємство є найбільшим виробником птиці в Україні (частка ринку 28,4 %) та одним із лідерів у Центральній і Східній Європі з обсягом реалізації 3,7 млрд дол. США. Київський розподільчий центр щоденно обслуговує 24 торгові точки мереж «Сільпо», «Новус», «АТБ» та «Варус», відвантажуючи 3 183 упаковки (2 228,1 кг) охолодженої продукції ТМ «Наша Ряба».

Класифіковано охолоджену продукцію ТМ «Наша Ряба» за трьома критеріями одночасно: температурним режимом, терміном придатності та ступенем ризику псування. Встановлено, що понад 80 % асортименту відноситься до категорій «дуже високого» та «критичного» ризику псування і вимагає підтримання температури 0…+4 °С без відхилень. Систематизовано нормативно-правову базу: Угода АТП (клас FRC), Регламент ЄС №853/2004, система HACCP (ДСТУ ISO 22000:2019), вітчизняний Закон «Про безпечність та якість харчових продуктів».

Виявлено п'ять ключових недоліків існуючої схеми доставки: коефіцієнт використання пробігу $\beta = 0{,}695–0{,}730$ (нижче нормативних 0,75–0,80); холостий

пробіг 99,2 км/добу (28,9 % від загального 343,2 км); систематичне порушення часових вікон торгових мереж (18,4 % доставок); відсутність безперервного IoT-моніторингу температури в кузові; нерівномірне навантаження на водіїв (тривалість зміни 6,1–7,9 год).

Побудовано п'ять оптимізованих маршрутів методом заощаджень Кларка–Райта з адаптацією для задачі VRPTW. Максимальне заощадження s(8,20) = 32,1 км визначило формування деснянського кластеру. Загальний добовий пробіг скоротився з 343,2 до 182,4 км (–46,9 %), холостий пробіг з 99,2 до 44,5 км (–55,1 %), середній коефіцієнт β зріс до 0,756. Найдовший рейс (маршрут А, 3,88 год) відповідає температурному ресурсу охолодженої птиці (ліміт 4,5 год).

Обґрунтовано та спроектовано IoT-систему безперервного моніторингу холодового ланцюга на базі безпровідних датчиків T&D RTR-507L (±0,3 °C), телематичного блоку Teltonika FMB920 та хмарної платформи Wialon. Запроваджено трирівневий алгоритм сповіщень: t° > +4 °C за 5–10 хв → push-сповіщення; t° > +4 °C за 10–20 хв → SMS; t° > +6 °C → протокол відкликання. Система забезпечує автоматичне HACCP-документування після кожного рейсу.

Розраховано техніко-експлуатаційні показники п'яти оптимізованих маршрутів. Загальний час у наряді скоротився з 34,7 до 16,74 год/добу (–51,8 %). Добова витрата палива знизилась з 60,9 до 32,57 л (–46,5 %). Транспортна робота становить 60,65 ткм/добу.

Визначено економічний та екологічний ефект від впровадження оптимізованих маршрутів і IoT-системи: чистий річний економічний ефект 456 844 грн/рік; річна економія палива 7 082 л; зниження викидів CO_2 18,98 т/рік; скорочення річного пробігу 40 200 км; термін окупності IoT-системи — 1,9 місяця. Запропоновані рішення не потребують заміни рухомого складу.

Проведено аналіз умов праці водіїв рефрижераторного транспорту. Умови класифіковано як «допустимі» (2-й клас). Виявлено специфічні ризики: холодовий стрес при НРР у кузові (WBGT = 2,58 °C), перевищення рівня загальної вібрації до 9 дБ, підвищене психоемоційне навантаження (6,4/10 до оптимізації → 4,2/10 після). Розраховано, що фактичне навантаження при НРР 1

000 кг/зміну становить лише 50 % від нормативного ліміту.

Виконано аналіз динаміки показників виробничого травматизму за 2023–2025 роки. Коефіцієнт частоти Кч знизився з 125,0 до 37,0 (–70,4 %), коефіцієнт непрацездатності Кнп — з 1 088 до 296 (–72,8 %). Цільові значення 2026 року (Кч ≤ 40, Кнп ≤ 360) досягнуто достроково. Розроблено комплексний план з 12 заходів профілактики.

Практична цінність роботи підтверджується готовністю всіх запропонованих рішень до безпосереднього впровадження у транспортно-логістичному підрозділі київського РЦ ПрАТ «МХП» без капітальних витрат на придбання нового рухомого складу виключно на організаційно-технологічному рівні та через впровадження IoT-системи вартістю 75 000 грн з окупністю 1,9 місяця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про автомобільний транспорт»: від 05.04.2001 № 2344-III (зі змінами). Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14 (дата звернення: 10.04.2025).
2. Закон України «Про безпечність та якість харчових продуктів»: від 23.12.1997 № 771/97-ВР (у ред. 2024 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97 (дата звернення: 10.04.2025).
3. Угода про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів і про спеціальні транспортні засоби (АТР/АТП). ЄЕК ООН, 1970 (зі змінами 2021 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_194 (дата звернення: 10.04.2025).
4. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin (consolidated version 2021). URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02004R0853 (accessed: 10.04.2025).
5. Правила перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні: Наказ Мінтрансу України від 14.10.1997 № 363 (у ред. 2023 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98 (дата звернення: 10.04.2025).
6. Попович П.В., Марценюк Ю.О., Шевчук О.С. Транспортна логістика: організація та управління вантажними перевезеннями. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023. 244 с.
7. Вакуленко С.М., Вернигора Р.В., Гненний О.М. Ефективність транспортних технологій в умовах міських систем. Київ: Науковий світ, 2022. 210 с.
8. Кузнецов М.В., Стецюк О.В. Маршрутизація транспортних засобів у задачах міської логістики. Харків: ХНАДУ, 2021. 198 с.
9. Кириченко О.В., Бобирь О.І. Транспортно-логістичні системи підприємства: оцінка ефективності та шляхи вдосконалення. Одеса: ОНМУ, 2022. 188 с.
10. Clarke G., Wright J.W. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number

of Delivery Points. Operations Research. 1964. Vol. 12, No. 4. P. 568–581. DOI: 10.1287/opre.12.4.568.

11. Річний звіт ПрАТ «Миронівський хлібопродукт» за 2023 рік. Київ: МХП, 2024. 152 с. URL: https://mhp.com.ua/annual-reports.
12. Офіційний вебсайт ПрАТ «МХП». URL: https://mhp.com.ua (дата звернення: 10.04.2025).
13. Ветеринарно-санітарні правила для підприємств (цехів) з переробки птиці та виробництва яйцепродуктів: Наказ Мінагрополітики України від 03.03.2011 № 107 (чинний). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0398-11 (дата звернення: 10.04.2025).
14. ДСТУ EN ISO 23953-2:2022. Холодильне торговельне обладнання. Частина 2: Класифікація, вимоги та умови випробувань. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023. 56 с.
15. Лановий О.Т., Білошапка В.А. Організація перевезень і управління на транспорті. 4-те вид., перероб. та доп. Київ: Ліра-К, 2021. 384 с.
16. Дмитриченко М.Ф., Лановий О.Т., Бабич В.Б. Системи управління вантажними перевезеннями. Київ: НТУ, 2023. 312 с.
17. Огляд ринку м'яса птиці в Україні: аналітичний звіт / Мінагрополітики України, 2024. 48 с. URL: https://minagro.gov.ua/analytics (дата звернення: 10.04.2025).
18. Laporte G., Toth P., Vigo D. Fifty years of vehicle routing: what's new and what's next. EURO Journal on Transportation and Logistics. 2022. Vol. 11. Article 100042. DOI: 10.1016/j.ejtl.2022.100042.
19. Toth P., Vigo D. (Eds.). Vehicle Routing: Problems, Methods and Applications. 2nd ed. Philadelphia: SIAM, 2022. 462 p.
20. Транспорт і зв'язок України — 2023: статистичний збірник / Держстат України. Київ, 2024. 154 с. URL: https://ukrstat.gov.ua.
21. Правила охорони праці на автомобільному транспорті: НПАОП 0.00-1.28-10. Наказ Держгірпромнагляду від 05.07.2010 № 142 (чинний). URL:

https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0788-10 (дата звернення: 10.04.2025).

22. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів — Вимоги до будь-яких організацій у харчовому ланцюзі. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 50 с.
23. Батченко Л.В., Войтов І.М., Зіньковський А.В. Логістика та управління ланцюгами поставок харчової промисловості. Київ: КНЕУ, 2022. 268 с.
24. Golden B.L., Raghavan S., Wasil E.A. (Eds.). The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges. 2nd ed. New York: Springer, 2022. 589 p.
25. Кодекс законів про працю України: від 10.12.1971 № 322-VIII (зі змінами станом на 2025 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08 (дата звернення: 10.04.2025).
26. Стан продовольчого ринку України — 2024: статистичний збірник / Держстат України. Київ, 2025. 98 с. URL: https://ukrstat.gov.ua.
27. Транспортна стратегія України до 2033 року: аналітичне обґрунтування / Мінінфраструктури України. Київ, 2022. 124 с. URL: https://mtu.gov.ua/content/transport-strategy-2033.
28. Ніколайчук В.Є., Кузьменко С.А. Управління холодовим ланцюгом у харчовій промисловості. Донецьк–Вінниця: Юго-Восток, 2021. 232 с.
29. Закон України «Про охорону праці»: від 14.10.1992 № 2694-XII (зі змінами 2024 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12 (дата звернення: 10.04.2025).
30. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. МОЗ України, 1999 (чинний). URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0037282-99 (дата звернення: 10.04.2025).
31. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. МОЗ України, 1999 (чинний). URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0039282-99 (дата звернення: 10.04.2025).
32. Алексієвець В.М., Павленко О.Є. Рефрижераторний транспорт та організація холодового ланцюга. Харків: ХНАДУ, 2023. 276 с.

33. Офіційний вебсайт торгової марки «Наша Ряба». URL: https://nasharjaba.ua (дата звернення: 10.04.2025).

34. European Commission. Commission Notice — Guidance document on the implementation of food chain safety requirements: HACCP principles and their flexibilities. Official Journal of the EU. 2022/C 355/01. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:C:2022:355:TOC.

35. ДСТУ ISO 7010:2024. Графічні символи. Кольори безпеки та знаки безпеки. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2024. 68 с.

ДОДАТОК А

Повна матриця дорожніх відстаней D[25×25] (км) між вузлами транспортної мережі

Таблиця А.1 – Матриця відстаней, стовпці 0–12 (км)

Пункт / вузол	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0: Депо (вул. Кирилівська, 29)	0	4.8	10.5	9.4	7.2	3.3	16.8	15.2	18.5	10.2	14.0	1.6	3.2
1: Сільпо (пр. Перемоги, 47)	4.8	0	7.4	4.2	9.7	2.5	17.3	16.7	18.8	12.9	9.6	6.1	6.7
2: Новус (вул. В. Васильківська	10.5	7.4	0	9.2	14.7	6.0	11.9	15.2	19.4	8.0	15.8	7.6	8.0
3: АТБ (вул. Борщагівська, 154)	9.4	4.2	9.2	0	13.2	10.4	20.6	20.9	23.0	16.3	6.6	10.3	10.9
4: Варус (пр. Оболонський, 21)	7.2	9.7	14.7	13.2	0	9.3	18.9	13.3	12.3	15.4	15.3	7.4	7.3
5: Сільпо (вул. Хрещатик, 44)	3.3	2.5	6.0	10.4	9.3	0	11.3	10.6	13.8	7.1	16.0	1.9	2.1
6: АТБ (вул. Ревуцького, 11)	16.8	17.3	11.9	20.6	18.9	11.3	0	9.2	15.0	4.5	26.8	12.7	12.4
7: Новус (пр. Лівобережний, 5)	15.2	16.7	15.2	20.9	13.3	10.6	9.2	0	5.8	8.8	25.9	10.6	10.0
8: Варус (вул. Братиславська, 8	18.5	18.8	19.4	23.0	12.3	13.8	15.0	5.8	0	14.2	26.9	13.0	12.4
9: Сільпо (вул. Ак. Булаховсько	10.2	12.9	8.0	16.3	15.4	7.1	4.5	8.8	14.2	0	22.5	8.6	8.4
10: АТБ (вул. Святошинська, 25)	14.0	9.6	15.8	6.6	15.3	16.0	26.8	25.9	26.9	22.5	0	15.4	15.9
11: Новус (вул. Нижній Вал, 15)	1.6	6.1	7.6	10.3	7.4	1.9	12.7	10.6	13.0	8.6	15.4	0	1.2
12: Сільпо (вул. Сагайдачного, 3	3.2	6.7	8.0	10.9	7.3	2.1	12.4	10.0	12.4	8.4	15.9	1.2	0
13: АТБ (пр. Науки, 58)	12.8	12.0	4.9	14.1	17.6	8.3	8.1	14.1	19.2	5.3	20.7	10.2	10.4

14: Варус (вул. Милославська, 18	11.0	16.2	17.2	20.4	9.7	11.4	14.4	5.6	4.5	12.9	24.2	10.5	9.9
15: Сільпо (вул. Лесі Українки,	5.3	7.7	5.2	11.3	11.3	2.1	9.6	10.5	14.5	5.3	17.3	3.9	4.0
16: АТБ (вул. Інститутська, 18)	3.5	6.5	5.9	10.5	9.5	2.8	11.1	10.6	13.8	6.9	16.1	2.1	2.3
17: Новус (вул. М. Тимошенка, 18	4.2	6.6	12.2	10.1	4.2	7.5	18.2	14.1	14.2	14.2	12.8	5.7	5.8
18: Варус (вул. Повітрофлотський	8.5	2.1	5.9	2.5	11.7	6.8	16.8	17.4	20.1	12.5	10.1	7.1	7.7
19: Сільпо (вул. Ак. Палладіна,	12.4	7.4	12.8	3.6	15.0	13.8	24.2	24.1	25.8	19.9	4.2	13.5	14.1
20: АТБ (вул. Братиславська, 14)	13.9	19.1	19.6	23.3	12.5	14.0	15.1	5.2	0.3	14.4	27.2	13.3	12.7
21: Новус (пр. Оболонський, 42)	5.6	8.8	13.9	12.2	0.9	8.7	18.7	13.5	12.8	15.0	14.5	7.0	6.8
22: Сільпо (Дніпровська набережн	8.3	12.3	9.6	16.2	12.5	5.9	6.5	5.7	10.7	3.7	21.9	6.8	6.4
23: АТБ (вул. Березняківська, 20	10.7	13.6	8.6	16.9	15.8	7.6	3.7	8.6	14.1	2.8	23.1	9.1	8.9
24: Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д	11.1	10.2	2.9	5.0	17.4	8.4	11.2	16.2	20.9	8.0	3.8	10.1	10.5

Таблиця А.2 – Матриця відстаней, стовпці 13–24 (км)

Пункт / вузол	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0: Депо (вул. Кирилівська, 29)	12.8	11.0	5.3	3.5	4.2	8.5	12.4	13.9	5.6	8.3	10.7	11.1
1: Сільпо (пр. Перемоги, 47)	12.0	16.2	7.7	6.5	6.6	2.1	7.4	19.1	8.8	12.3	13.6	10.2
2: Новус (вул. В. Васильківська	4.9	17.2	5.2	5.9	12.2	5.9	12.8	19.6	13.9	9.6	8.6	2.9

3: АТБ (вул. Борщагівська, 154)	14.1	20.4	11.3	10.5	10.1	2.5	3.6	23.3	12.2	16.2	16.9	5.0
4: Варус (пр. Оболонський, 21)	17.6	9.7	11.3	9.5	4.2	11.7	15.0	12.5	0.9	12.5	15.8	17.4
5: Сільпо (вул. Хрещатик, 44)	8.3	11.4	2.1	2.8	7.5	6.8	13.8	14.0	8.7	5.9	7.6	8.4
6: АТБ (вул. Ревуцького, 11)	8.1	14.4	9.6	11.1	18.2	16.8	24.2	15.1	18.7	6.5	3.7	11.2
7: Новус (пр. Лівобережний, 5)	14.1	5.6	10.5	10.6	14.1	17.4	24.1	5.2	13.5	5.7	8.6	16.2
8: Варус (вул. Братиславська, 8	19.2	4.5	14.5	13.8	14.2	20.1	25.8	0.3	12.8	10.7	14.1	20.9
9: Сільпо (вул. Ак. Булаховсько	5.3	12.9	5.3	6.9	14.2	12.5	19.9	14.4	15.0	3.7	2.8	8.0
10: АТБ (вул. Святошинська, 25)	20.7	24.2	17.3	16.1	12.8	10.1	4.2	27.2	14.5	21.9	23.1	3.8
11: Новус (вул. Нижній Вал, 15)	10.2	10.5	3.9	2.1	5.7	7.1	13.5	13.3	7.0	6.8	9.1	10.1
12: Сільпо (вул. Сагайдачного, 3	10.4	9.9	4.0	2.3	5.8	7.7	14.1	12.7	6.8	6.4	8.9	10.5
13: АТБ (пр. Науки, 58)	0	17.5	6.3	8.1	15.6	10.7	17.6	19.4	17.0	6.5	5.8	3.1
14: Варус (вул. Милославська, 18	17.5	0	12.3	11.5	11.5	17.5	23.1	0.8	10.1	9.2	12.9	19.0
15: Сільпо (вул. Лесі Українки,	6.3	12.3	0	3.5	9.5	7.5	14.8	14.8	10.8	5.1	5.9	6.8
16: АТБ (вул. Інститутська, 18)	8.1	11.5	3.5	0	7.7	6.9	13.9	14.1	8.9	5.8	7.4	8.2
17: Новус (вул. М. Тимошенка, 18	15.6	11.5	9.5	7.7	0	8.6	12.1	14.5	2.8	11.9	14.7	15.0
18: Варус (вул. Повітрофлотський	10.7	17.5	7.5	6.9	8.6	0	7.3	20.3	10.8	12.5	13.2	8.6
19: Сільпо (вул. Ак. Палладіна,	17.6	23.1	14.8	13.9	12.1	7.3	0	26.1	14.1	19.7	20.5	15.0
20: АТБ (вул.	19.4	0.8	14.8	14.1	14.5	20.3	26.1	0	13.1	10.9	14.3	21.2

Братиславська, 14)												
21: Новус (пр. Оболонський, 42)	17.0	10.1	10.8	8.9	2.8	10.8	14.1	13.1	0	12.2	15.4	16.7
22: Сільпо (Дніпровська набережн	6.5	9.2	5.1	5.8	11.9	12.5	19.7	10.9	12.2	0	3.5	10.5
23: АТБ (вул. Березняківська, 20	5.8	12.9	5.9	7.4	14.7	13.2	20.5	14.3	15.4	3.5	0	8.5
24: Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д	3.1	19.0	6.8	8.2	15.0	8.6	15.0	21.2	16.7	10.5	8.5	0

Нотатка: 0 — депо (вул. Кирилівська, 29); 1–24 пункти доставки (відповідно до таблиці 2.4). Матриця симетрична: d(i,j) = d(j,i). Виділення зеленим - головна діагональ (d(i,i) = 0).

Джерело: розраховано автором за дорожньою мережею м. Київ; відстані уточнено за відомими значеннями ділянок маршрутів

ДОДАТОК Б

Таблиця коефіцієнтів заощаджень s(i,j) для всіх 276 пар пунктів доставки

Таблиця Б.1 – Коефіцієнти заощаджень s(i,j) = d(0,i)+d(0,j)−d(i,j), відсортовані за спаданням (276 пар)

№	i	j	d(0,i), км	d(0,j), км	d(i,j), км	s(i,j), км	Пункти
1	8	20	18.5	13.9	0.3	32.1	Варус (вул. Братиславська, 8) — АТБ (вул. Братиславська, 14)
2	7	8	15.2	18.5	5.8	27.9	Новус (пр. Лівобережний, 5) — Варус (вул. Братиславська, 8)
3	8	14	18.5	11.0	4.5	25.0	Варус (вул. Братиславська, 8) — Варус (вул. Милославська, 18)
4	14	20	11.0	13.9	0.8	24.1	Варус (вул. Милославська, 18) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
5	7	20	15.2	13.9	5.2	23.9	Новус (пр. Лівобережний, 5) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
6	6	23	16.8	10.7	3.7	23.8	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
7	6	7	16.8	15.2	9.2	22.8	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Новус (пр. Лівобережний, 5)
8	6	9	16.8	10.2	4.5	22.5	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Сільпо (вул. Ак. Булаховського
9	10	19	14.0	12.4	4.2	22.2	АТБ (вул. Святошинська, 25) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
10	6	13	16.8	12.8	8.1	21.5	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - АТБ (пр. Науки, 58)
11	10	24	14.0	11.1	3.8	21.3	АТБ (вул. Святошинська, 25) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
12	13	24	12.8	11.1	3.1	20.8	АТБ (пр. Науки, 58) Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
13	7	14	15.2	11.0	5.6	20.6	Новус (пр. Лівобережний, 5) - Варус (вул. Милославська, 18)
14	6	8	16.8	18.5	15.0	20.3	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Варус (вул. Братиславська, 8)
15	2	24	10.5	11.1	2.9	18.7	Новус (вул. В. Васильківська, - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
16	6	22	16.8	8.3	6.5	18.6	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Сільпо (Дніпровська набережна,

17	2	13	10.5	12.8	4.9	18.4	Новус (вул. В. Васильківська, - АТБ (пр. Науки, 58)
18	3	19	9.4	12.4	3.6	18.2	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
19	9	23	10.2	10.7	2.8	18.1	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - АТБ (вул. Березняківська, 20)
20	7	22	15.2	8.3	5.7	17.8	Новус (пр. Лівобережний, 5) - Сільпо (Дніпровська набережна,
21	13	23	12.8	10.7	5.8	17.7	АТБ (пр. Науки, 58) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
22	9	13	10.2	12.8	5.3	17.7	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - АТБ (пр. Науки, 58)
23	7	23	15.2	10.7	8.6	17.3	Новус (пр. Лівобережний, 5) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
24	3	10	9.4	14.0	6.6	16.8	АТБ (вул. Борщагівська, 154) -АТБ (вул. Святошинська, 25)
25	6	24	16.8	11.1	11.2	16.7	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
26	7	9	15.2	10.2	8.8	16.6	Новус (пр. Лівобережний, 5) - Сільпо (вул. Ак. Булаховського
27	8	22	18.5	8.3	10.7	16.1	Варус (вул. Братиславська, 8) - Сільпо (Дніпровська набережна,
28	6	20	16.8	13.9	15.1	15.6	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
29	22	23	8.3	10.7	3.5	15.5	Сільпо (Дніпровська набережна, - АТБ (вул. Березняківська, 20)
30	3	24	9.4	11.1	5.0	15.5	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
31	3	18	9.4	8.5	2.5	15.4	АТБ (вул. Борщагівська, 154) -Варус (вул. Повітрофлотський,
32	2	6	10.5	16.8	11.9	15.4	Новус (вул. В. Васильківська, - АТБ (вул. Ревуцького, 11)
33	8	23	18.5	10.7	14.1	15.1	Варус (вул. Братиславська, 8) -АТБ (вул. Березняківська, 20)
34	9	22	10.2	8.3	3.7	14.8	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Сільпо (Дніпровська набережна,
35	13	22	12.8	8.3	6.5	14.6	АТБ (пр. Науки, 58) - Сільпо (Дніпровська набережна,
36	8	9	18.5	10.2	14.2	14.5	Варус (вул. Братиславська, 8) - Сільпо (вул. Ак. Булаховського
37	7	13	15.2	12.8	14.1	13.9	Новус (пр. Лівобережний, 5) - АТБ (пр. Науки, 58)
38	18	19	8.5	12.4	7.3	13.6	Варус (вул. Повітрофлотський, -

							Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
39	6	14	16.8	11.0	14.4	13.4	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Варус (вул. Милославська, 18)
40	4	8	7.2	18.5	12.3	13.4	Варус (пр. Оболонський, 21) - Варус (вул. Братиславська, 8)
41	23	24	10.7	11.1	8.5	13.3	АТБ (вул. Березняківська, 20) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
42	9	24	10.2	11.1	8.0	13.3	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
43	2	18	10.5	8.5	5.9	13.1	Новус (вул. В. Васильківська, - Варус (вул. Повітрофлотський,
44	2	9	10.5	10.2	8.0	12.7	Новус (вул. В. Васильківська, - Сільпо (вул. Ак. Булаховського
45	2	23	10.5	10.7	8.6	12.6	Новус (вул. В. Васильківська, - АТБ (вул. Березняківська, 20)
46	6	15	16.8	5.3	9.6	12.5	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
47	10	18	14.0	8.5	10.1	12.4	АТБ (вул. Святошинська, 25) - Варус (вул. Повітрофлотський,
48	8	13	18.5	12.8	19.2	12.1	Варус (вул. Братиславська, 8) - АТБ (пр. Науки, 58)
49	4	21	7.2	5.6	0.9	11.9	Варус (пр. Оболонський, 21) - Новус (пр. Оболонський, 42)
50	13	15	12.8	5.3	6.3	11.8	АТБ (пр. Науки, 58) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
51	20	22	13.9	8.3	10.9	11.3	АТБ (вул. Братиславська, 14) - Сільпо (Дніпровська набережна,
52	8	21	18.5	5.6	12.8	11.3	Варус (вул. Братиславська, 8) - Новус (пр. Оболонський, 42)
53	1	18	4.8	8.5	2.1	11.2	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Варус (вул. Повітрофлотський,
54	18	24	8.5	11.1	8.6	11.0	Варус (вул. Повітрофлотський, - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
55	2	3	10.5	9.4	9.2	10.7	Новус (вул. В. Васильківська, - АТБ (вул. Борщагівська, 154)
56	13	18	12.8	8.5	10.7	10.6	АТБ (пр. Науки, 58) - Варус (вул. Повітрофлотський,
57	2	15	10.5	5.3	5.2	10.6	Новус (вул. В. Васильківська, - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
58	2	7	10.5	15.2	15.2	10.5	Новус (вул. В. Васильківська, - Новус (пр. Лівобережний, 5)
59	20	23	13.9	10.7	14.3	10.3	АТБ (вул. Братиславська, 14) - АТБ (вул. Березняківська, 20)

60	9	15	10.2	5.3	5.3	10.2	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
61	15	23	5.3	10.7	5.9	10.1	Сільпо (вул. Лесі Українки, 23 -АТБ (вул. Березняківська, 20)
62	14	22	11.0	8.3	9.2	10.1	Варус (вул. Милославська, 18) - Сільпо (Дніпровська набережна,
63	7	24	15.2	11.1	16.2	10.1	Новус (пр. Лівобережний, 5) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
64	2	19	10.5	12.4	12.8	10.1	Новус (вул. В. Васильківська, - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
65	7	15	15.2	5.3	10.5	10.0	Новус (пр. Лівобережний, 5) -Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
66	1	3	4.8	9.4	4.2	10.0	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - АТБ (вул. Борщагівська, 154)
67	1	19	4.8	12.4	7.4	9.8	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
68	9	20	10.2	13.9	14.4	9.7	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - АТБ (вул. Братиславська, 14)
69	15	24	5.3	11.1	6.8	9.6	Сільпо (вул. Лесі Українки, 23 - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
70	2	8	10.5	18.5	19.4	9.6	Новус (вул. В. Васильківська, - Варус (вул. Братиславська, 8)
71	8	15	18.5	5.3	14.5	9.3	Варус (вул. Братиславська, 8) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
72	8	12	18.5	3.2	12.4	9.3	Варус (вул. Братиславська, 8) - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
73	6	16	16.8	3.5	11.1	9.2	АТБ (вул. Ревуцького, 11) -АТБ (вул. Інститутська, 18)
74	2	22	10.5	8.3	9.6	9.2	Новус (вул. В. Васильківська, - Сільпо (Дніпровська набережна,
75	1	10	4.8	14.0	9.6	9.2	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - АТБ (вул. Святошинська, 25)
76	4	7	7.2	15.2	13.3	9.1	Варус (пр. Оболонський, 21) -Новус (пр. Лівобережний, 5)
77	22	24	8.3	11.1	10.5	8.9	Сільпо (Дніпровська набережна, Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
78	14	23	11.0	10.7	12.9	8.8	Варус (вул. Милославська, 18) -АТБ (вул. Березняківська, 20)
79	5	6	3.3	16.8	11.3	8.8	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - АТБ (вул. Ревуцького, 11)
80	8	24	18.5	11.1	20.9	8.7	Варус (вул. Братиславська, 8) -Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
81	2	10	10.5	14.0	15.8	8.7	Новус (вул. В. Васильківська, - АТБ

							(вул. Святошинська, 25)
82	4	20	7.2	13.9	12.5	8.6	Варус (пр. Оболонський, 21) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
83	19	24	12.4	11.1	15.0	8.5	Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46 - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
84	15	22	5.3	8.3	5.1	8.5	Сільпо (вул. Лесі Українки, 23 - Сільпо (Дніпровська набережна,
85	8	17	18.5	4.2	14.2	8.5	Варус (вул. Братиславська, 8) — Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
86	6	18	16.8	8.5	16.8	8.5	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Варус (вул. Повітрофлотський,
87	4	14	7.2	11.0	9.7	8.5	Варус (пр. Оболонський, 21) - Варус (вул. Милославська, 18)
88	7	12	15.2	3.2	10.0	8.4	Новус (пр. Лівобережний, 5) -Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
89	9	14	10.2	11.0	12.9	8.3	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Варус (вул. Милославська, 18)
90	13	16	12.8	3.5	8.1	8.2	АТБ (пр. Науки, 58) -АТБ (вул. Інститутська, 18)
91	8	16	18.5	3.5	13.8	8.2	Варус (вул. Братиславська, 8) -АТБ (вул. Інститутська, 18)
92	7	16	15.2	3.5	10.6	8.1	Новус (пр. Лівобережний, 5) - АТБ (вул. Інститутська, 18)
93	3	13	9.4	12.8	14.1	8.1	АТБ (вул. Борщагівська, 154) -АТБ (пр. Науки, 58)
94	2	16	10.5	3.5	5.9	8.1	Новус (вул. В. Васильківська, -АТБ (вул. Інститутська, 18)
95	5	8	3.3	18.5	13.8	8.0	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Варус (вул. Братиславська, 8)
96	5	7	3.3	15.2	10.6	7.9	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Новус (пр. Лівобережний, 5)
97	1	2	4.8	10.5	7.4	7.9	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Новус (вул. В. Васильківська,
98	5	13	3.3	12.8	8.3	7.8	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - АТБ (пр. Науки, 58)
99	2	5	10.5	3.3	6.0	7.8	Новус (вул. В. Васильківська, - Сільпо (вул. Хрещатик, 44)
100	13	19	12.8	12.4	17.6	7.6	АТБ (пр. Науки, 58) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
101	6	12	16.8	3.2	12.4	7.6	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
102	13	20	12.8	13.9	19.4	7.3	АТБ (пр. Науки, 58) -АТБ (вул. Братиславська, 14)

103	7	21	15.2	5.6	13.5	7.3	Новус (пр. Лівобережний, 5) - Новус (пр. Оболонський, 42)
104	4	17	7.2	4.2	4.2	7.2	Варус (пр. Оболонський, 21) - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
105	8	11	18.5	1.6	13.0	7.1	Варус (вул. Братиславська, 8) - Новус (вул. Нижній Вал, 15)
106	17	21	4.2	5.6	2.8	7.0	Новус (вул. М. Тимошенка, 18) Новус (пр. Оболонський, 42)
107	8	18	18.5	8.5	20.1	6.9	Варус (вул. Братиславська, 8) - Варус (вул. Повітрофлотський,
108	16	23	3.5	10.7	7.4	6.8	АТБ (вул. Інститутська, 18) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
109	9	16	10.2	3.5	6.9	6.8	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - АТБ (вул. Інститутська, 18)
110	14	21	11.0	5.6	10.1	6.5	Варус (вул. Милославська, 18) - Новус (пр. Оболонський, 42)
111	5	15	3.3	5.3	2.1	6.5	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) -Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
112	20	21	13.9	5.6	13.1	6.4	АТБ (вул. Братиславська, 14) - Новус (пр. Оболонський, 42)
113	16	24	3.5	11.1	8.2	6.4	АТБ (вул. Інститутська, 18) -Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
114	5	23	3.3	10.7	7.6	6.4	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
115	5	9	3.3	10.2	7.1	6.4	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) -Сільпо (вул. Ак. Булаховського
116	15	18	5.3	8.5	7.5	6.3	Сільпо (вул. Лесі Українки, 23 - Варус (вул. Повітрофлотський,
117	13	14	12.8	11.0	17.5	6.3	АТБ (пр. Науки, 58) - Варус (вул. Милославська, 18)
118	7	18	15.2	8.5	17.4	6.3	Новус (пр. Лівобережний, 5) - Варус (вул. Повітрофлотський,
119	9	18	10.2	8.5	12.5	6.2	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Варус (вул. Повітрофлотський,
120	7	11	15.2	1.6	10.6	6.2	Новус (пр. Лівобережний, 5) -Новус (вул. Нижній Вал, 15)
121	10	13	14.0	12.8	20.7	6.1	АТБ (вул. Святошинська, 25) -АТБ (пр. Науки, 58)
122	18	23	8.5	10.7	13.2	6.0	Варус (вул. Повітрофлотський, - АТБ (вул. Березняківська, 20)
123	16	22	3.5	8.3	5.8	6.0	АТБ (вул. Інститутська, 18) - Сільпо (Дніпровська набережна,
124	5	24	3.3	11.1	8.4	6.0	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Варус

							(вул. Ак. Вільямса, 6Д)
125	4	10	7.2	14.0	15.3	5.9	Варус (пр. Оболонський, 21) - АТБ (вул. Святошинська, 25)
126	6	11	16.8	1.6	12.7	5.7	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Новус (вул. Нижній Вал, 15)
127	5	22	3.3	8.3	5.9	5.7	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Сільпо (Дніпровська набережна,
128	2	12	10.5	3.2	8.0	5.7	Новус (вул. В. Васильківська, - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
129	1	24	4.8	11.1	10.2	5.7	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
130	12	13	3.2	12.8	10.4	5.6	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - АТБ (пр. Науки, 58)
131	8	10	18.5	14.0	26.9	5.6	Варус (вул. Братиславська, 8) - АТБ (вул. Святошинська, 25)
132	3	6	9.4	16.8	20.6	5.6	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - АТБ (вул. Ревуцького, 11)
133	1	13	4.8	12.8	12.0	5.6	Сільпо (пр. Перемоги, 47) -АТБ (пр. Науки, 58)
134	1	5	4.8	3.3	2.5	5.6	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Сільпо (вул. Хрещатик, 44)
135	10	17	14.0	4.2	12.8	5.4	АТБ (вул. Святошинська, 25) — Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
136	15	16	5.3	3.5	3.5	5.3	Сільпо (вул. Лесі Українки, 23 - АТБ (вул. Інститутська, 18)
137	7	17	15.2	4.2	14.1	5.3	Новус (пр. Лівобережний, 5) - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
138	16	18	3.5	8.5	6.9	5.1	АТБ (вул. Інститутська, 18) - Варус (вул. Повітрофлотський,
139	12	22	3.2	8.3	6.4	5.1	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - Сільпо (Дніпровська набережна,
140	10	21	14.0	5.6	14.5	5.1	АТБ (вул. Святошинська, 25) - Новус (пр. Оболонський, 42)
141	8	19	18.5	12.4	25.8	5.1	Варус (вул. Братиславська, 8) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
142	4	6	7.2	16.8	18.9	5.1	Варус (пр. Оболонський, 21) - АТБ (вул. Ревуцького, 11)
143	12	23	3.2	10.7	8.9	5.0	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
144	9	12	10.2	3.2	8.4	5.0	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
145	6	19	16.8	12.4	24.2	5.0	АТБ (вул. Ревуцького, 11) -Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46

146	5	18	3.3	8.5	6.8	5.0	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Варус (вул. Повітрофлотський,
147	3	8	9.4	18.5	23.0	4.9	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Варус (вул. Братиславська, 8)
148	2	20	10.5	13.9	19.6	4.8	Новус (вул. В. Васильківська, -АТБ (вул. Братиславська, 14)
149	4	19	7.2	12.4	15.0	4.6	Варус (пр. Оболонський, 21) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
150	17	19	4.2	12.4	12.1	4.5	Новус (вул. М. Тимошенка, 18) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
151	12	15	3.2	5.3	4.0	4.5	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
152	2	11	10.5	1.6	7.6	4.5	Новус (вул. В. Васильківська, - Новус (вул. Нижній Вал, 15)
153	1	8	4.8	18.5	18.8	4.5	Сільпо (пр. Перемоги, 47) Варус (вул. Братиславська, 8)
154	15	20	5.3	13.9	14.8	4.4	Сільпо (вул. Лесі Українки, 23 - АТБ (вул. Братиславська, 14)
155	12	20	3.2	13.9	12.7	4.4	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
156	12	16	3.2	3.5	2.3	4.4	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - АТБ (вул. Інститутська, 18)
157	5	12	3.3	3.2	2.1	4.4	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
158	18	22	8.5	8.3	12.5	4.3	Варус (вул. Повітрофлотський, - Сільпо (Дніпровська набережна,
159	12	14	3.2	11.0	9.9	4.3	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - Варус (вул. Милославська, 18)
160	2	14	10.5	11.0	17.2	4.3	Новус (вул. В. Васильківська, - Варус (вул. Милославська, 18)
161	1	6	4.8	16.8	17.3	4.3	Сільпо (пр. Перемоги, 47) -АТБ (вул. Ревуцького, 11)
162	11	13	1.6	12.8	10.2	4.2	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - АТБ (пр. Науки, 58)
163	17	18	4.2	8.5	8.6	4.1	Новус (вул. М. Тимошенка, 18) - Варус (вул. Повітрофлотський,
164	14	15	11.0	5.3	12.3	4.0	Варус (вул. Милославська, 18) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
165	12	18	3.2	8.5	7.7	4.0	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - Варус (вул. Повітрофлотський,
166	6	10	16.8	14.0	26.8	4.0	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - АТБ (вул. Святошинська, 25)
167	5	16	3.3	3.5	2.8	4.0	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - АТБ

							(вул. Інститутська, 18)
168	4	18	7.2	8.5	11.7	4.0	Варус (пр. Оболонський, 21) -Варус (вул. Повітрофлотський,
169	19	21	12.4	5.6	14.1	3.9	Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46 - Новус (пр. Оболонський, 42)
170	20	24	13.9	11.1	21.2	3.8	АТБ (вул. Братиславська, 14) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
171	12	24	3.2	11.1	10.5	3.8	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
172	14	17	11.0	4.2	11.5	3.7	Варус (вул. Милославська, 18) - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
173	6	21	16.8	5.6	18.7	3.7	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Новус (пр. Оболонський, 42)
174	3	7	9.4	15.2	20.9	3.7	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Новус (пр. Лівобережний, 5)
175	17	20	4.2	13.9	14.5	3.6	Новус (вул. М. Тимошенка, 18) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
176	11	12	1.6	3.2	1.2	3.6	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
177	7	19	15.2	12.4	24.1	3.5	Новус (пр. Лівобережний, 5) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
178	3	17	9.4	4.2	10.1	3.5	АТБ (вул. Борщагівська, 154) -Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
179	3	15	9.4	5.3	11.3	3.4	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
180	3	4	9.4	7.2	13.2	3.4	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Варус (пр. Оболонський, 21)
181	18	21	8.5	5.6	10.8	3.3	Варус (вул. Повітрофлотський, - Новус (пр. Оболонський, 42)
182	16	20	3.5	13.9	14.1	3.3	АТБ (вул. Інститутська, 18) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
183	7	10	15.2	14.0	25.9	3.3	Новус (пр. Лівобережний, 5) - АТБ (вул. Святошинська, 25)
184	3	9	9.4	10.2	16.3	3.3	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Сільпо (вул. Ак. Булаховського
185	1	7	4.8	15.2	16.7	3.3	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Новус (пр. Лівобережний, 5)
186	11	23	1.6	10.7	9.1	3.2	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
187	9	11	10.2	1.6	8.6	3.2	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Новус (вул. Нижній Вал, 15)
188	5	20	3.3	13.9	14.0	3.2	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - АТБ (вул. Братиславська, 14)

189	3	23	9.4	10.7	16.9	3.2	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
190	14	24	11.0	11.1	19.0	3.1	Варус (вул. Милославська, 18) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
191	11	22	1.6	8.3	6.8	3.1	Новус (вул. Нижній Вал, 15) -Сільпо (Дніпровська набережна,
192	4	12	7.2	3.2	7.3	3.1	Варус (пр. Оболонський, 21) - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
193	14	16	11.0	3.5	11.5	3.0	Варус (вул. Милославська, 18) - АТБ (вул. Інститутська, 18)
194	11	18	1.6	8.5	7.1	3.0	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - Варус (вул. Повітрофлотський,
195	11	16	1.6	3.5	2.1	3.0	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - АТБ (вул. Інститутська, 18)
196	11	15	1.6	5.3	3.9	3.0	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
197	5	11	3.3	1.6	1.9	3.0	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Новус (вул. Нижній Вал, 15)
198	4	22	7.2	8.3	12.5	3.0	Варус (пр. Оболонський, 21) -Сільпо (Дніпровська набережна,
199	2	4	10.5	7.2	14.7	3.0	Новус (вул. В. Васильківська, - Варус (пр. Оболонський, 21)
200	15	19	5.3	12.4	14.8	2.9	Сільпо (вул. Лесі Українки, 23 - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
201	5	14	3.3	11.0	11.4	2.9	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Варус (вул. Милославська, 18)
202	6	17	16.8	4.2	18.2	2.8	АТБ (вул. Ревуцького, 11) - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
203	3	21	9.4	5.6	12.2	2.8	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Новус (пр. Оболонський, 42)
204	9	19	10.2	12.4	19.9	2.7	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
205	19	23	12.4	10.7	20.5	2.6	Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46 - АТБ (вул. Березняківська, 20)
206	11	24	1.6	11.1	10.1	2.6	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
207	2	17	10.5	4.2	12.2	2.5	Новус (вул. В. Васильківська, - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
208	4	13	7.2	12.8	17.6	2.4	Варус (пр. Оболонський, 21) - АТБ (пр. Науки, 58)
209	3	16	9.4	3.5	10.5	2.4	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - АТБ (вул. Інститутська, 18)
210	1	17	4.8	4.2	6.6	2.4	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Новус

							(вул. М. Тимошенка, 18)
211	1	15	4.8	5.3	7.7	2.4	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
212	3	5	9.4	3.3	10.4	2.3	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Сільпо (вул. Хрещатик, 44)
213	1	4	4.8	7.2	9.7	2.3	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Варус (пр. Оболонський, 21)
214	11	20	1.6	13.9	13.3	2.2	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
215	2	21	10.5	5.6	13.9	2.2	Новус (вул. В. Васильківська, - Новус (пр. Оболонський, 42)
216	18	20	8.5	13.9	20.3	2.1	Варус (вул. Повітрофлотський, - АТБ (вул. Братиславська, 14)
217	11	14	1.6	11.0	10.5	2.1	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - Варус (вул. Милославська, 18)
218	4	23	7.2	10.7	15.8	2.1	Варус (пр. Оболонський, 21) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
219	1	9	4.8	10.2	12.9	2.1	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Сільпо (вул. Ак. Булаховського
220	16	19	3.5	12.4	13.9	2.0	АТБ (вул. Інститутська, 18) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
221	14	18	11.0	8.5	17.5	2.0	Варус (вул. Милославська, 18) - Варус (вул. Повітрофлотський,
222	12	21	3.2	5.6	6.8	2.0	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - Новус (пр. Оболонський, 42)
223	10	15	14.0	5.3	17.3	2.0	АТБ (вул. Святошинська, 25) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
224	4	9	7.2	10.2	15.4	2.0	Варус (пр. Оболонський, 21) - Сільпо (вул. Ак. Булаховського
225	5	19	3.3	12.4	13.8	1.9	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
226	1	23	4.8	10.7	13.6	1.9	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
227	1	16	4.8	3.5	6.5	1.8	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - АТБ (вул. Інститутська, 18)
228	21	22	5.6	8.3	12.2	1.7	Новус (пр. Оболонський, 42) - Сільпо (Дніпровська набережна,
229	9	10	10.2	14.0	22.5	1.7	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - АТБ (вул. Святошинська, 25)
230	3	12	9.4	3.2	10.9	1.7	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
231	12	17	3.2	4.2	5.8	1.6	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)

232	10	23	14.0	10.7	23.1	1.6	АТБ (вул. Святошинська, 25) -АТБ (вул. Березняківська, 20)
233	1	21	4.8	5.6	8.8	1.6	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Новус (пр. Оболонський, 42)
234	12	19	3.2	12.4	14.1	1.5	Сільпо (вул. Сагайдачного, 32) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
235	3	22	9.4	8.3	16.2	1.5	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Сільпо (Дніпровська набережна,
236	13	21	12.8	5.6	17.0	1.4	АТБ (пр. Науки, 58) - Новус (пр. Оболонський, 42)
237	13	17	12.8	4.2	15.6	1.4	АТБ (пр. Науки, 58) - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
238	10	16	14.0	3.5	16.1	1.4	АТБ (вул. Святошинська, 25) - АТБ (вул. Інститутська, 18)
239	4	11	7.2	1.6	7.4	1.4	Варус (пр. Оболонський, 21) - Новус (вул. Нижній Вал, 15)
240	10	12	14.0	3.2	15.9	1.3	АТБ (вул. Святошинська, 25) - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
241	5	10	3.3	14.0	16.0	1.3	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - АТБ (вул. Святошинська, 25)
242	1	12	4.8	3.2	6.7	1.3	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Сільпо (вул. Сагайдачного, 32)
243	4	16	7.2	3.5	9.5	1.2	Варус (пр. Оболонський, 21) - АТБ (вул. Інститутська, 18)
244	4	15	7.2	5.3	11.3	1.2	Варус (пр. Оболонський, 21) - Сільпо (вул. Лесі Українки, 23
245	4	5	7.2	3.3	9.3	1.2	Варус (пр. Оболонський, 21) -Сільпо (вул. Хрещатик, 44)
246	19	22	12.4	8.3	19.7	1.0	Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46 - Сільпо (Дніпровська набережна,
247	21	23	5.6	10.7	15.4	0.9	Новус (пр. Оболонський, 42) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
248	4	24	7.2	11.1	17.4	0.9	Варус (пр. Оболонський, 21) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
249	10	14	14.0	11.0	24.2	0.8	АТБ (вул. Святошинська, 25) - Варус (вул. Милославська, 18)
250	9	21	10.2	5.6	15.0	0.8	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Новус (пр. Оболонський, 42)
251	1	22	4.8	8.3	12.3	0.8	Сільпо (пр. Перемоги, 47) -Сільпо (Дніпровська набережна,
252	10	20	14.0	13.9	27.2	0.7	АТБ (вул. Святошинська, 25) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
253	3	11	9.4	1.6	10.3	0.7	АТБ (вул. Борщагівська, 154) -

							Новус (вул. Нижній Вал, 15)
254	17	22	4.2	8.3	11.9	0.6	Новус (вул. М. Тимошенка, 18) - Сільпо (Дніпровська набережна,
255	11	19	1.6	12.4	13.5	0.5	Новус (вул. Нижній Вал, 15) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
256	10	22	14.0	8.3	21.9	0.4	АТБ (вул. Святошинська, 25) - Сільпо (Дніпровська набережна,
257	17	24	4.2	11.1	15.0	0.3	Новус (вул. М. Тимошенка, 18) - Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
258	14	19	11.0	12.4	23.1	0.3	Варус (вул. Милославська, 18) - Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46
259	1	11	4.8	1.6	6.1	0.3	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Новус (вул. Нижній Вал, 15)
260	19	20	12.4	13.9	26.1	0.2	Сільпо (вул. Ак. Палладіна, 46 - АТБ (вул. Братиславська, 14)
261	17	23	4.2	10.7	14.7	0.2	Новус (вул. М. Тимошенка, 18) - АТБ (вул. Березняківська, 20)
262	16	21	3.5	5.6	8.9	0.2	АТБ (вул. Інститутська, 18) - Новус (пр. Оболонський, 42)
263	11	21	1.6	5.6	7.0	0.2	Новус (вул. Нижній Вал, 15) -Новус (пр. Оболонський, 42)
264	10	11	14.0	1.6	15.4	0.2	АТБ (вул. Святошинська, 25) - Новус (вул. Нижній Вал, 15)
265	9	17	10.2	4.2	14.2	0.2	Сільпо (вул. Ак. Булаховського - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
266	5	21	3.3	5.6	8.7	0.2	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) -Новус (пр. Оболонський, 42)
267	15	21	5.3	5.6	10.8	0.1	Сільпо (вул. Лесі Українки, 23 - Новус (пр. Оболонський, 42)
268	11	17	1.6	4.2	5.7	0.1	Новус (вул. Нижній Вал, 15) -Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
269	21	24	5.6	11.1	16.7	0.0	Новус (пр. Оболонський, 42) — Варус (вул. Ак. Вільямса, 6Д)
270	16	17	3.5	4.2	7.7	0.0	АТБ (вул. Інститутська, 18) - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
271	15	17	5.3	4.2	9.5	0.0	Сільпо (вул. Лесі Українки, 23 - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
272	5	17	3.3	4.2	7.5	0.0	Сільпо (вул. Хрещатик, 44) - Новус (вул. М. Тимошенка, 18)
273	3	20	9.4	13.9	23.3	0.0	АТБ (вул. Борщагівська, 154) -АТБ (вул. Братиславська, 14)
274	3	14	9.4	11.0	20.4	0.0	АТБ (вул. Борщагівська, 154) - Варус (вул. Милославська, 18)

275	1	20	4.8	13.9	19.1	-0.4	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - АТБ (вул. Братиславська, 14)
276	1	14	4.8	11.0	16.2	-0.4	Сільпо (пр. Перемоги, 47) - Варус (вул. Милославська, 18)

Примітка: перші 5 рядків (жовтий фон) пари з найвищими заощадженнями, що визначили формування перших маршрутних кластерів на кроках 1–5 алгоритму Кларка–Райта. Повна матриця відстаней — Додаток А.

Джерело: розраховано автором за формулою (3.1) на основі матриці відстаней (Додаток А)

ДОДАТОК В

Технічні характеристики рефрижераторного парку МХП та порівняльний аналіз рухомого складу

Таблиця В.1 – Технічні та експлуатаційні характеристики рефрижераторного парку київського РЦ ПрАТ «МХП» станом на 01.01.2025 р.

Показник	Schmitz Cargobull SKO 24	Thermoking TK 486	Carrier Transicold Vector 1550	VW Crafter Ref. (Webasto)
Кількість одиниць, шт.	8	6	4	7
Тип транспортного засобу	Рефриж. напівпричіп	Рефриж. напівпричіп	Рефриж. напівпричіп	Рефриж. фургон до 3,5 т
Вантажопідйомність, т	24,0	22,5	23,0	1,1
Об'єм вантажного кузова, м³	82,0	78,0	80,5	8,6
Температурний діапазон, °C	−20…+20	−25…+25	−30…+30	0…+10
Рефрижераторний агрегат	Carrier Vector 1550	Thermoking SLXi Spectrum	Carrier Vector 1550	Webasto TT-C3-2000
Питома витрата палива агрегату, л/год	1,9	2,1	1,8	0,9
Клас АТП	FRC	FRC	FRC	RFC
Внутрішня висота кузова, мм	2 750	2 720	2 760	1 900
Внутрішня ширина кузова, мм	2 440	2 460	2 440	1 730
Підлогове покриття	Алюмінієва Т-шина	Алюмінієва Т-шина	Нержавіюча сталь	Алюм. профіль
Ізоляція кузова (товщина стін), мм	100	95	100	70
Рік введення в парк	2020–2022	2019–2021	2022–2023	2021–2023
Середній пробіг на 01.01.2025, тис. км	95–140	118–165	55–90	62–98
Технічний стан	Добрий	Задовільний	Добрий	Добрий
Строк планового ТО двигуна, км	30 000	25 000	30 000	20 000

Строк ТО рефрижератора, год роботи	2 500	2 000	2 500	2 000
Призначення у парку	Магістральні / регіональні маршрути	Регіональна доставка РЦ	Магістральні маршрути	Щоденна міська доставка (24 точки)

Коментар: VW Crafter з надбудовою Webasto TT-C3-2000 є безпосереднім рухомим складом для реалізації оптимізованих маршрутів доставки охолодженої продукції до 24 торгових точок м. Києва (розділ 3). Великотоннажні напівпричепи (Schmitz, Thermoking, Carrier) використовуються переважно для магістральних та регіональних маршрутів між виробничими майданчиками та регіональними РЦ.

Джерело: складено автором за технічною документацією та внутрішньою звітністю ПрАТ «МХП»