

**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: Удосконалення транспортного процесу при перевезенні
швидкопсувних вантажів в умовах ТОВ «Золотоноський маслопереробний
комбінат

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Гарант освітньої програми

к.т.н.Опалко В.Г

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

к.п.н. Колосок І.О

Виконав

Пікінер Б.Д

**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

Пікінеру Богдану Дмитровичу

Спеціальність: 275.03. Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: Удосконалення транспортного процесу при перевезенні швидкопсувних вантажів в умовах ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат»

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 з ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат»

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Характеристика підприємства

2. Удосконалення міжнародних перевезень вантажів на прикладі ТОВ «СІАТРАНС»

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.Колосок І.О)

Завдання прийняв до виконання _____ (Пікінер Б.Д)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ.....	7
1.1. Загальна характеристика ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат» та його транспортного господарства	7
1.2. Аналіз номенклатури та фізико-хімічних властивостей швидкопсувних вантажів підприємства.....	9
1.3. Особливості та класифікація автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів	11
1.4. Огляд конструкцій спеціалізованого рухомого складу для перевезення швидкопсувних вантажів (ізотермічні фургони, рефрижератори)	14
1.5. Аналіз нормативно-правової бази та міжнародних вимог	17
1.6. Постановка задачі дослідження.....	19
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ НА ПІДПРИЄМСТВІ	20
2.1. Аналіз структури та технічного стану рухомого складу комбінату	20
2.2. Дослідження обсягів, структури та географії перевезень молочної продукції	22
2.3. Аналіз існуючих маршрутів і схем доставки продукції споживачам.....	24
2.4. Розрахунок техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу.....	26
2.5. Аналіз температурного режиму перевезень та засобів його забезпечення	28
2.6. Виявлення «вузьких місць» транспортного процесу	30
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ	32
3.1. Обґрунтування напрямів удосконалення транспортного процесу	32
3.2. Вибір та обґрунтування раціонального типу рухомого складу (порівняльний аналіз марок автомобілів-рефрижераторів)	33
3.3. Розрахунок необхідної кількості рухомого складу для виконання заданого обсягу перевезень	36
3.4. Оптимізація плану перевезень молочної продукції методом потенціалів.....	38
3.4.1. Постановка транспортної задачі та формування економіко-математичної моделі	38
3.4.2. Визначення постачальників (виробничі цехи, склади-холодильники) та споживачів (контрагенти, торговельні мережі).....	39
3.4.3. Побудова матриці відстаней та матриці питомих витрат на перевезення 1 т·км швидкопсувного вантажу	40
3.4.4. Перевірка задачі на закритість та приведення до канонічного вигляду	42
3.4.5. Побудова опорного плану перевезень	43
3.4.6. Розрахунок потенціалів постачальників (u_i) і споживачів (v_j) та перевірка плану на оптимальність	45
3.4.7. Покращення плану через цикли перерозподілу за алгоритмом методу потенціалів	47

3.4.8. Аналіз оптимального плану закріплення споживачів за постачальниками та розрахунок економії транспортної роботи (т·км).....	48
3.5. Маршрутизація розвізних перевезень.....	49
3.5.1. Формування розвізних маршрутів методом Кларка-Райта	49
3.5.2. Уточнення маршрутів з урахуванням обмежень за вантажопідйомністю та часом доставки.....	51
3.5.3. Перевірка маршрутів на дотримання режиму праці та відпочинку водіїв	52
3.6. Удосконалення технології навантажувально-розвантажувальних робіт і скорочення простоїв	53
3.7. Розробка графіка випуску рухомого складу на лінію та змінно-добового плану	54
3.8. Заходи щодо забезпечення безперервності холодового ланцюга «cold chain»	55
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	57
4.1. Розрахунок капітальних інвестицій на впровадження запропонованих заходів	57
4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат на перевезення (паливо, ТО, ремонт, оплата праці водіїв)	59
4.3. Розрахунок собівартості перевезення 1 т швидкопсувного вантажу	61
4.4. Визначення економічної ефективності та строку окупності проекту	63
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ	65
5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації рефрижераторного транспорту	65
5.2. Заходи з охорони праці водіїв та персоналу, зайнятого на перевезеннях	67
5.3. Санітарно-гігієнічні вимоги до автомобілів для перевезення харчової продукції	69
5.4. Заходи щодо забезпечення безпеки дорожнього руху	71
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	82

ВСТУП

Актуальність теми. Молочна галузь займає одне з провідних місць у складі агропромислового комплексу України. Молокопереробні підприємства щодня виробляють і відвантажують значні обсяги продукції — масла, твердих та плавлених сирів, кисломолочних виробів — які належать до категорії швидкопсувних вантажів і потребують особливих умов транспортування. Будь-яке порушення температурного режиму під час перевезення призводить до зниження якості продукції, скорочення термінів її придатності, а в окремих випадках — до повного псування товару, що завдає підприємству прямих збитків.

При перевезенні молочної продукції недостатньо просто доставити вантаж із пункту А в пункт Б. Необхідно забезпечити так званий «холодовий ланцюг» — безперервне дотримання заданої температури від моменту виходу продукції з виробничого цеху і до моменту її передачі споживачу. Це, своєю чергою, ставить підвищені вимоги до конструкції рухомого складу та до організації самого транспортного процесу.

В умовах постійного зростання цін на паливно-мастильні матеріали, посилення конкуренції на ринку молочної продукції та необхідності дотримання вимог міжнародних угод, питання раціональної організації перевезень стає особливо важливим. Транспортні витрати у собівартості готової молочної продукції, за різними джерелами, становлять від 8 до 15%, а в окремих випадках сягають 20%. Тому навіть невелике зменшення цих витрат за рахунок оптимізації плану перевезень і раціональнішого використання рухомого складу дає відчутний економічний результат.

ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат» — підприємство з багаторічною історією роботи на ринку молочної продукції. Воно щоденно відвантажує продукцію широкому колу контрагентів — оптовим базам, торговельним мережам, дрібним магазинам та закладам громадського харчування. Аналіз існуючого транспортного процесу комбінату показує, що в його організації є низка недоліків: частина автомобільного парку зношена, маршрути доставки складено емпіричним шляхом без застосування математичних методів оптимізації, спостерігається нерівномірне завантаження автомобілів і значні порожні пробіги. Усе це свідчить про наявність резервів для удосконалення, реалізація яких і є завданням даної кваліфікаційної роботи.

Мета роботи — розробити заходи з удосконалення транспортного процесу при перевезенні швидкопсувних вантажів в умовах ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат» із застосуванням методу потенціалів для оптимізації плану перевезень та методу Кларка-Райта для побудови розвізних маршрутів, що дозволить зменшити транспортні витрати підприємства й підвищити якість обслуговування споживачів.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан перевезень швидкопсувних вантажів автомобільним транспортом, дослідити нормативно-правову базу, яка регулює такі перевезення в Україні та на міжнародному рівні;

- розглянути конструктивні особливості та основні види спеціалізованого рухомого складу — ізотермічних фургонів і рефрижераторів;

- дослідити структуру та технічний стан автомобільного парку ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат», обсяги, географію та сезонність перевезень;

- проаналізувати існуючі маршрути доставки продукції, розрахувати техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу і визначити «вузькі місця» транспортного процесу;

- обґрунтувати вибір раціонального типу автомобіля-рефрижератора для умов підприємства;

- розрахувати необхідну кількість рухомого складу для виконання заданого обсягу перевезень;

- виконати оптимізацію плану перевезень молочної продукції методом потенціалів;

- сформулювати раціональні розвізні маршрути методом Кларка-Райта з урахуванням обмежень за вантажопідйомністю, часом доставки та режимом праці й відпочинку водіїв;

- запропонувати заходи щодо забезпечення безперервності холодового ланцюга;

- виконати економічне обґрунтування запропонованих заходів та розрахувати очікуваний річний економічний ефект;

- розглянути питання охорони праці водіїв і безпеки дорожнього руху при експлуатації рефрижераторного транспорту.

Об'єкт дослідження — транспортний процес перевезення швидкопсувних вантажів автомобільним транспортом в умовах ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат».

Предмет дослідження — методи та засоби удосконалення транспортного процесу перевезення швидкопсувних вантажів.

Методи дослідження. При виконанні роботи використано загальнонаукові та спеціальні методи: аналіз і синтез — при опрацюванні літературних джерел і дослідженні існуючого стану транспортного процесу на підприємстві; статистичні методи — для обробки даних про обсяги та структуру перевезень; економіко-математичне моделювання — для побудови моделі транспортної задачі; метод потенціалів — для оптимізації плану перевезень; метод Кларка-Райта (savings

algorithm) — для формування раціональних розвізних маршрутів; графоаналітичний метод — для побудови схем маршрутів і графіків роботи рухомого складу; методи техніко-економічних розрахунків — для обґрунтування ефективності запропонованих заходів.

Інформаційна база дослідження. При написанні роботи використано: наукові праці вітчизняних і зарубіжних учених у галузі вантажних автомобільних перевезень, транспортної логістики та дослідження операцій (зокрема, праці А.І. Воркута, М.А. Нефьодова, О.О. Кутаха, Я.О. Лудченко, Є.В. Нагорного); чинне законодавство України з питань автомобільного транспорту; міжнародні угоди; чинні стандарти ДСТУ на молочну продукцію та її транспортування; виробнича документація, статистична та фінансова звітність ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат».

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновані у роботі заходи можуть бути впроваджені на ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат» та використані іншими молокопереробними підприємствами зі схожими умовами роботи. Реалізація розроблених рекомендацій дозволить зменшити транспортні витрати завдяки оптимізації плану перевезень і маршрутів доставки, скоротити порожні пробіги автомобілів, підвищити коефіцієнти використання вантажопідйомності та пробігу рухомого складу, забезпечити стабільну якість продукції за рахунок дотримання вимог холодового ланцюга та скоротити час доставки споживачам.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг основного тексту становить ____ сторінок. Робота містить ____ рисунків, ____ таблиць, ____ найменувань у списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

1.1. Загальна характеристика ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат» та його транспортного господарства

Молокопереробна промисловість традиційно є однією з основних галузей агропромислового комплексу Черкаської області. Серед підприємств цієї галузі помітне місце посідає Товариство з обмеженою відповідальністю «Золотоноський маслопереробний комбінат» - підприємство з давньою історією та сталим становищем на ринку молочної продукції центральної України. Розташоване воно у місті Золотоноша Черкаської області. Переробка молока на цій території бере свій початок ще з кінця ХІХ століття, тому комбінат фактично належить до найстаріших молокопереробних виробництв країни.

Юридична адреса підприємства: 19700, Україна, Черкаська область, м. Золотоноша. За організаційно-правовою формою ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат» є товариством із обмеженою відповідальністю, форма власності -приватна. Підприємство зареєстроване у встановленому законодавством порядку, має самостійний баланс, печатку зі своїм найменуванням, поточні рахунки в установах банків і діє на підставі статуту.

Основним видом економічної діяльності комбінату згідно з КВЕД-2010 є виробництво молочних продуктів - код 10.51 «Перероблення молока, виробництво масла та сиру». Підприємство випускає достатньо широкий асортимент молочної продукції, до якого, зокрема, входять:

- масло вершкове різних видів (у тому числі «Селянське», «Бутербродне», масло вершкове вищого ґатунку);
- молоко питне пастеризоване й ультрапастеризоване у різних видах споживчої тари (полімерні плівкові пакети, пляшки ПЕТ, тетра-пак тощо);
- кисломолочні продукти — кефір, ряжанка, сметана, йогурти;
- вершки питні різної жирності;
- сир кисломолочний;

—тверді й плавлені сири.

Для розуміння масштабу господарської діяльності підприємства у таблиці 1.1 наведено основні техніко-економічні показники його роботи за останні три роки.

Таблиця 1.1

**Основні техніко-економічні показники роботи ТОВ «Золотоноський
маслопереробний комбінат» за 2022–2025 рр.**

№ з/	Показник	2023 р.	2024 р.	2025 р.	Темп зростання 2025/2023, %
1	Обсяг переробки молочної сировини, т	27 240	29 130	30 980	113,7
2	Обсяг виробництва товарної продукції, т	6 777	7 243	7 723	114,0
3	Чистий дохід від реалізації, тис. грн	184 320	212 580	248 940	135,1
4	Собівартість реалізованої продукції, тис. грн	152 470	175 230	204 110	133,9
5	Валовий прибуток, тис. грн	31 850	37 350	44 830	140,8
6	Чистий прибуток, тис. грн	8 720	11 480	14 250	163,4
7	Рентабельність продукції, %	5,72	6,55	6,98	—
8	Середньооблікова чисельність працівників, осіб	187	192	198	105,9
9	Транспортні витрати, тис. грн	16 850	20 130	24 480	145,3
10	Частка транспортних витрат у собівартості, %	11,05	11,49	11,99	—

Аналіз показників таблиці 1.1 свідчить про загально позитивну динаміку роботи комбінату. Обсяги переробки молочної сировини зросли за досліджуваний період на 13,7 %, виробництво товарної продукції на 14,0 %, чистий дохід на 35,1 %. Однак звертає на себе увагу той факт, що транспортні витрати зросли на 45,3 % істотно випереджаючи темпи зростання виробництва. Це свідчить про наявність прихованих резервів, реалізація яких можлива саме за рахунок удосконалення транспортного процесу.

Сировинна база підприємства формується за рахунок закупівлі молока у сільськогосподарських підприємств, фермерських господарств Черкаської й суміжних областей, а також у населення через мережу пунктів приймання молока. Сировинні потоки мають яскраво виражений сезонний характер, що ілюструє рис. 1.1.

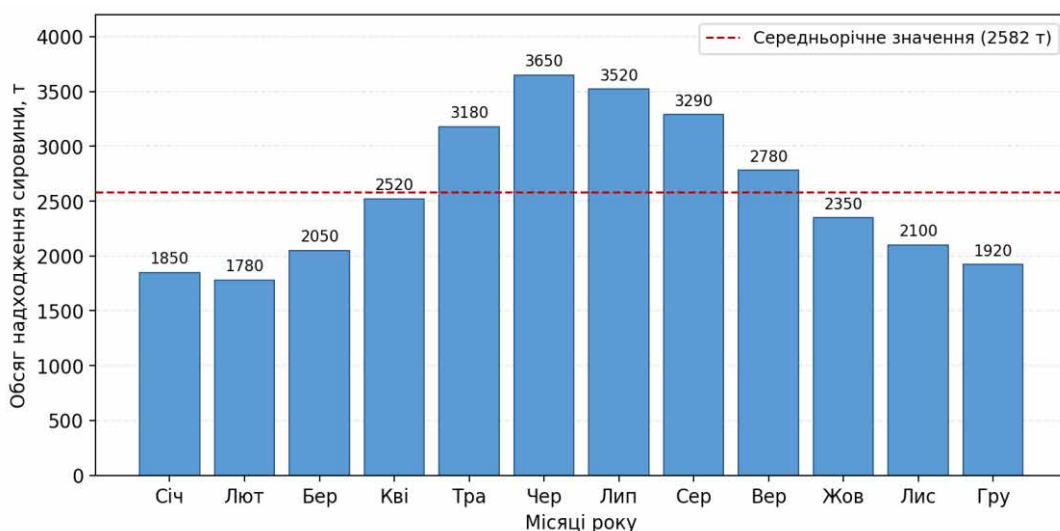


Рисунок 1.1. Сезонність надходження молочної сировини на ТОВ «Золотоносський маслопереробний комбінат» (середньомісячні обсяги за 2023–2025 рр.)

Як видно з рис. 1.1, у літні місяці (травень - серпень) обсяги надходження молока зростають у середньому на 30–40 % порівняно із зимовим періодом, що пов'язано з біологічними особливостями молочного скотарства — піком лактації корів у пасовищний період. Така сезонність безпосередньо впливає на завантаження виробничих потужностей, обсяги виробництва готової продукції і, відповідно, на потребу в транспортних засобах для її доставки споживачам.

Динаміку обсягів виробництва основних видів продукції за 2023–2025 рр. представлено на рис. 1.2.

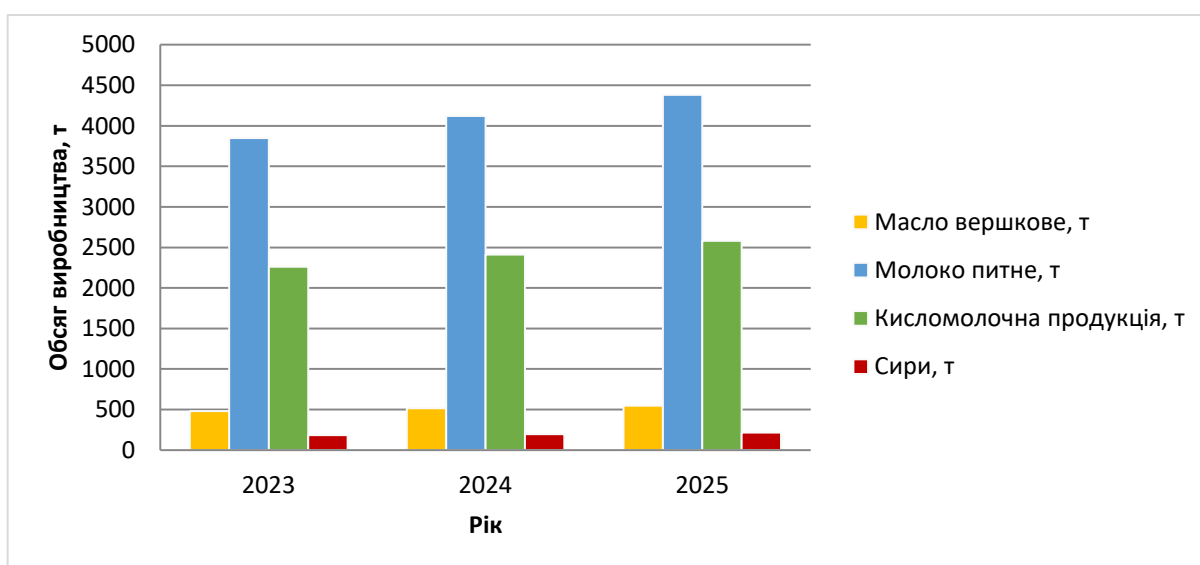


Рисунок 1.2. Динаміка обсягів виробництва основних видів молочної продукції за 2023–2025 рр., т

Як можна зробити висновок із рис. 1.2, найбільш стабільне зростання спостерігається за такими позиціями, як питне молоко (+13,8 %) та кисломолочна продукція (+14,2 %). Помітно зросли й обсяги виробництва масла вершкового (+13,7 %) та сирів (+16,2 %). Кожен із цих видів продукції є швидкопсувним і потребує обов'язкового дотримання температурного режиму при транспортуванні, а отже - спеціалізованого рухомого складу.

Виробничі потужності комбінату структурно включають:

- сировинний відділ (приймання та підготовка молока);
- апаратний цех (нормалізація, пастеризація, гомогенізація);
- цех виробництва масла;
- цех виробництва сиру;
- цех виробництва кисломолочної продукції;
- фасувальне відділення;
- холодильне господарство;
- склад готової продукції з відвантажувальною рампою.

Особливе значення для організації транспортного процесу має холодильне господарство підприємства. Готова продукція до моменту відвантаження зберігається у холодильних камерах при температурі від +2 до +6 °C (для більшості видів продукції), що дозволяє зберігати її якість і споживчі властивості до передачі покупцеві. Склад готової продукції безпосередньо обладнано рампою для відвантаження на автомобільний транспорт, що скорочує час навантаження й мінімізує час перебування продукції поза умовами заданого температурного режиму.

Споживачами продукції ТОВ «Золотоносський маслопереробний комбінат» виступають:

- торговельні мережі національного та регіонального рівня (АТБ-маркет, «Сільпо», METRO, «Фора», «Велика Кишеня» та інші);
- оптово-роздрібні підприємства торгівлі (оптові бази, дистриб'юторські склади);
- магазини традиційного формату роздрібною торгівлі;
- заклади громадського харчування (ресторани, кафе, їдальні);

- бюджетні установи (школи, дитячі садки, лікарні) - на основі договорів за результатами публічних закупівель.

Географія збуту охоплює переважно центральну Україну - Черкаську, Полтавську, Київську, Кіровоградську та Чернігівську області. Окремі партії продукції за відповідних договірних умов відвантажуються і за межі цього регіону. Доставка продукції споживачам у переважній більшості випадків здійснюється автомобільним транспортом, оскільки саме автотранспорт забезпечує необхідну гнучкість обслуговування, можливість доставки «від дверей до дверей», прийнятні швидкості перевезень і - головне - підтримання заданих температурних режимів за допомогою спеціалізованого рухомого складу.

Транспортне господарство комбінату організоване на базі власного автотранспортного підрозділу. До його складу входять:

- гараж із відведеними стоянковими місцями для рухомого складу;
- приміщення для технічного обслуговування та ремонту автомобілів;
- склад паливно-мастильних матеріалів;
- акумуляторне відділення;
- шиномонтажна ділянка;
- мийне відділення;
- адміністративно-побутові приміщення для водіїв і ремонтного персоналу.

Керівництво автотранспортною службою здійснює начальник транспортного відділу, у підпорядкуванні якого перебувають диспетчер, механіки, водії та ремонтні робітники. Загальна штатна чисельність працівників транспортного підрозділу станом на період дослідження становить 38 осіб, з яких 24 - водії, 8 - ремонтно-обслуговуючий персонал, 6 - адміністративні та диспетчерські працівники.

Парк рухомого складу комбінату станом на 01.01.2025 р. налічує 30 одиниць техніки. Узагальнений склад автомобільного парку за призначенням представлено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Склад автомобільного парку ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат» за призначенням (станом на 01.01.2025 р.)

№ з/п	Тип рухомого складу	Кількість, од.	Питома вага у структурі, %	Сумарна вантажопідйомність, т	Середній вік, років
1	Автомобілі-рефрижератори	14	46,7	82,5	6,8
2	Молоковози (автоцистерни)	6	20,0	54,0	9,2
3	Ізотермічні фургони	5	16,7	12,5	8,5
4	Легкові службові автомобілі	3	10,0	—	5,5
5	Інші (спецтехніка)	2	6,7	—	11,0
	Разом	30	100,0	149,0	7,8

Графічно структуру автомобільного парку за типами рухомого складу зображено на рис. 1.3.

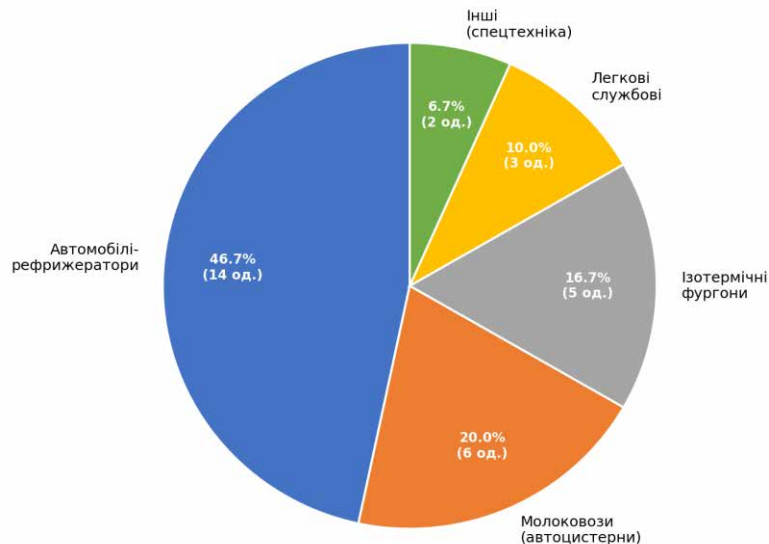


Рисунок 1.3. Структура автомобільного парку ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат» за типами рухомого складу

Як видно з рис. 1.3 та таблиці 1.2, найчисельнішу групу рухомого складу становлять автомобілі-рефрижератори (46,7 %, або 14 одиниць), які власне і використовуються для перевезення готової швидкопсувної продукції споживачам. Друга за чисельністю група - молоковози (20 %, або 6 одиниць), задіяні на збиранні молочної сировини. Загальна сумарна вантажопідйомність парку становить 149 т, а середній вік техніки - 7,8 року, що свідчить про необхідність поступового оновлення автомобільного парку, особливо в частині рефрижераторів та ізотермічних фургонів.

Транспортна робота, яка виконується підприємством, умовно поділяється на дві основні групи:

1) перевезення сировини (молока) від постачальників до комбінату — здійснюються переважно молоковозами за постійними маршрутами, прив'язаними до географічного розташування господарств-постачальників;

2) перевезення готової продукції від комбінату до споживачів — найвідповідальніша частина транспортного процесу, оскільки потребує суворого дотримання вимог холодового ланцюга й виконується винятково спеціалізованим рефрижераторним або ізотермічним рухомим складом.

Саме друга група перевезень - доставка готової швидкопсувної продукції споживачам - становить предмет подальшого розгляду в цій кваліфікаційній роботі. Її обсяги, маршрути, технологічна організація й існуючі недоліки детально проаналізовано в наступних підрозділах.

Слід окремо зазначити: окрім використання власного рухомого складу, комбінат у разі потреби (наприклад, у періоди сезонного зростання попиту або для виконання разових перевезень на дальні відстані) залучає послуги сторонніх транспортних компаній на договірній основі. Однак основну частку перевезень (за оцінками за 2023–2025 рр. - від 75 до 85 %) забезпечує саме власний автотранспорт.

З вищенаведеного можна зробити висновок, що транспортне господарство є невід'ємною й важливою складовою діяльності ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат». Від ефективності його роботи значною мірою залежать обсяги та своєчасність відвантаження продукції, рівень транспортних витрат у структурі собівартості продукції, а зрештою - і конкурентоспроможність підприємства на ринку молочної продукції. Особливо це стосується стрімкого зростання транспортних витрат (на 45 % за досліджуваний період), що, як зазначалося вище, випереджає темпи зростання виробництва. Саме тому пошук та обґрунтування шляхів удосконалення транспортного процесу перевезень швидкопсувних вантажів є актуальним науково-практичним завданням, на розв'язання якого і спрямована дана кваліфікаційна робота.

1.2. Аналіз номенклатури та фізико-хімічних властивостей швидкопсувних вантажів підприємства

Ефективне планування та удосконалення транспортного процесу неможливе без детального вивчення специфіки самого вантажу. В умовах діяльності ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» основну категорію транспортних потоків складають швидкопсувні вантажі, які потребують особливих умов як при зберіганні, так і під час доставки кінцевому споживачеві або на розподільчі центри.

Як показав аналіз діяльності підприємства, товарна номенклатура комбінату представлена переважно продукцією маслосироробної та молочної галузі. До основного переліку вантажів, що відправляються з підприємства, належать:

- вершкове масло різних відсотків жирності (фасоване в пачки та вагове у монолітах по 10-20 кг);
- рослинно-вершкові суміші (спреди);
- м'які та напівтверді сири;
- супутні кисломолочні продукти (залежно від поточного завантаження ліній).

Левову частку обсягів перевезень ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» займає саме вершкове масло та спреди. З логістичної точки зору, ця номенклатура відноситься до вантажів, що вимагають суворого дотримання температурного режиму, тобто є режимними швидкопсувними вантажами.

Для правильного вибору рухомого складу та розробки маршрутів необхідно враховувати фізико-хімічні властивості цієї продукції. В процесі дослідження було виділено кілька ключових факторів, які безпосередньо впливають на технологію перевезення:

1. Чутливість до температурних коливань. Вершкове масло та спреди мають складну жирову структуру, яка починає деформуватися і плавитися вже при температурі вище $+10^{\circ}\text{C}$... $+15^{\circ}\text{C}$. З іншого боку, глибоке заморожування (нижче -18°C) дозволяє транспортувати масло на великі відстані без втрати якості. Відповідно, під час перевезення навіть незначне порушення температурного ланцюга може

призвести до розшарування продукту, виділення вологи на поверхні (штаф) та повної втрати товарного вигляду.

2. Висока абсорбційна здатність (вбирання запахів). Молочні жири є чудовими сорбентами. Вони миттєво вбирають сторонні запахи з навколишнього середовища. Ця фізико-хімічна властивість висуває жорсткі вимоги до санітарного стану кузова автомобіля. Транспортні засоби, які подаються під завантаження на ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат», не повинні мати жодних сторонніх запахів (наприклад, після перевезення фруктів, риби чи хімічної продукції), а кузов має бути ретельно вимитий і продезінфікований.

3. Схильність до окислення (згіркнення). Під дією кисню, світла та підвищеної температури молочний жир швидко окислюється. Хоча комбінат використовує якісну тару (пергамент, фольга, картонні ящики), яка захищає продукт від світла, транспортний процес має виключати тривале перебування вантажу на відкритих рампях. Перевантажувальні роботи повинні виконуватися максимально оперативно.

4. Вимоги до вологості. Оптимальна відносна вологість повітря для транспортування масложирової продукції становить близько 80-85%. При нижчій вологості продукт може втрачати масу через висихання (особливо це стосується вагового масла в негерметичній тарі), а при вищій – створюються сприятливі умови для розвитку плісняви на картонній упаковці.

Підсумовуючи проведений аналіз, варто зазначити, що номенклатура вантажів ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» є вкрай вразливою до зовнішніх факторів. Зміна їх фізико-хімічних показників під час доставки напряму залежить від умов мікроклімату в кузові. Це означає, що для удосконалення транспортного процесу підприємству необхідно використовувати виключно спеціалізований рухомий склад – автомобілі-рефрижератори або ізотермічні фургони (для коротких міських чи приміських маршрутів), що здатні підтримувати стабільний температурний режим незалежно від пори року. Будь-які відхилення від цих вимог неминуче призведуть до зниження якості продукції та фінансових втрат підприємства.

1.3. Особливості та класифікація автомобільних перевезень швидкопсувних вантажів

Організація транспортування швидкопсувної продукції автомобільним транспортом є одним із найскладніших сегментів сучасної логістики. Це зумовлено тим, що транспортний засіб виступає не просто засобом переміщення в просторі, а повноцінною мобільною ланкою так званого «холодового ланцюга» (cold chain). Головна особливість таких перевезень полягає в наявності жорстких часових обмежень та необхідності безперервного контролю параметрів мікроклімату.

Для ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат», продукція якого має обмежені терміни придатності та високу чутливість до мікробіологічних змін, «ефект ланцюга» є критичним фактором. Вихід із ладу будь-якої ланки (наприклад, тимчасова несправність холодильної установки, тривалий простій на митниці чи під час завантаження) незворотно запускає процеси псування вантажу, які вже неможливо зупинити подальшим охолодженням.

Для систематизації підходів до організації доставки продукції підприємства, необхідно спиратися на загальноприйняті класифікації. За своїм походженням вантажі маслопереробного комбінату відносяться до продуктів тваринного походження (молоко, масло, сири), що автоматично відносить їх до категорії підвищеного санітарно-епідеміологічного контролю.

Однак ключовою для вибору технології перевезення є класифікація за термічним станом. Відповідно до неї, швидкопсувні вантажі поділяються на такі категорії:

1. Заморожені вантажі – продукти, температура яких по всій масі знижена до -6°C і нижче. Для логістики ТОВ «ЗМК» це переважно вагове вершкове масло у монолітах, призначене для тривалого зберігання або експорту. Особливість їх перевезення полягає в тому, що вони самі по собі акумулюють значний запас холоду. Головне завдання транспорту – не дати цьому холоду розсіятися.

2. Охолоджені вантажі – продукція, охолоджена до температури від -1°C до $+4^{\circ}\text{C}$ (м'які та тверді сири, фасоване масло, кисломолочні вироби). Це найбільш складна в логістичному плані категорія. На відміну від заморожених продуктів,

оохолоджені не мають великого «запасу міцності», тому навіть короткочасне коливання температури на 2-3 градуси провокує розвиток патогенної мікрофлори та появу цвілі.

3. Вентильовані вантажі – не потребують жорсткого температурного режиму (температура навколишнього середовища), але вимагають інтенсивного повітрообміну для запобігання утворенню конденсату. На невеликих відстанях до цієї категорії можна віднести деякі види спредів або твердих сирів у спеціальній тарі.

Окрім класифікації вантажів, критичне значення має правильний підбір транспортних засобів. Відповідно до Угоди про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів (УПД/АТР), спеціалізований рухомий склад класифікується не лише за наявністю холодильника, але й за якістю теплоізоляції кузова.

Основним показником тут є загальний коефіцієнт теплопередачі (K). Залежно від його значення, транспорт поділяється на:

Ізотермічні транспортні засоби із звичайною ізоляцією (IN): коефіцієнт $K \leq 0,7$ Вт/(м²·К). Підходять для внутрішньоміської розвозки продукції комбінату (маршрути до 2-3 годин).

Ізотермічні транспортні засоби з посиленою ізоляцією (IR): коефіцієнт $K \leq 0,4$ Вт/(м²·К). Стінки таких фургонів мають товщину не менше 80 мм, що дозволяє утримувати температуру значно довше.

Для активного підтримання температури використовуються автомобілі-рефрижератори, які, згідно з нормами, поділяються на класи (Таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Класифікація рефрижераторного рухомого складу (витяг зі стандартів АТР)

Клас рефрижератора	Температурний діапазон у кузові	Цільове призначення для номенклатури ТОВ «ЗМК»
Клас А (FRA)	Від +12°C до 0°C включно	Доставка охолоджених м'яких десертів, йогуртів.
Клас В (FRB)	Від +12°C до -10°C включно	Універсальний рухомий склад змішаних партій продукції.
Клас С (FRC)	Від +12°C до -20°C включно	Перевезення замороженого вершкового масла на дальні відстані.

До організаційно-технологічних особливостей перевезення молочної продукції також слід віднести суворі вимоги до підготовки рухомого складу та розміщення вантажу.

По-перше, кузов автомобіля перед кожним рейсом з території ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» має проходити санітарну обробку (мийку та дезінфекцію спеціальними розчинами), оскільки молочний жир миттєво абсорбує сторонні запахи. Водій-експедитор зобов'язаний мати дійсну медичну книжку та санітарний паспорт на автомобіль.

По-друге, перед початком завантаження кузов рефрижератора має бути попередньо охолоджений до температури вантажу. Завантаження теплого фургона призводить до випадання конденсату на картонній тарі продукції комбінату, що псує її товарний вигляд і знижує міцність упаковки.

По-третє, схема штабелювання (розміщення) ящиків з маслом чи сиром у кузові повинна забезпечувати безперешкодну циркуляцію холодного повітря. Повітряний потік від холодильної установки (ХОУ) має вільно проходити над вантажем до задніх дверей і повертатися по підлозі. Якщо ящики завантажити впритул до стелі, холод не дійде до кінця кузова, і продукція біля дверей зіпсується. Таким чином, особливості перевезення швидкопсувних вантажів вимагають від логістичного відділу ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» не простого фрахтування автомобілів, а комплексного управління холодним ланцюгом. Успішна доставка залежить від точної відповідності класу рефрижератора термічному стану вантажу, дотримання санітарних норм та правильної технології вантажно-розвантажувальних робіт.

1.4. Огляд конструкцій спеціалізованого рухомого складу для перевезення швидкопсувних вантажів на ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат»

Практичне дослідження логістичної діяльності ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» (далі – ЗМК) показало, що підприємство використовує диференційований підхід до формування транспортного парку. Зважаючи на жорсткі вимоги до збереження молочної продукції, до перевезень залучається

виключно спеціалізований рухомий склад. Залежно від обсягу партії та дальності маршруту, автопарк, що обслуговує комбінат (як власний, так і найманий), можна розділити на три основні групи, кожна з яких має свої конструктивні особливості та представлена конкретними марками техніки.

1. Малотоннажний транспорт для локальної міської дистрибуції

Для доставки фасованого масла, м'яких та твердих сирів до роздрібних торговельних точок в межах області використовуються легкі комерційні автомобілі-рефрижератори на базі шасі Mercedes-Benz Sprinter, Renault Master та Ford Transit.

Конструктивні особливості: Вантажні відсіки цих автомобілів переобладнані у суцільні ізотермічні капсули. Теплоізоляція забезпечується багат шаровими сендвіч-панелями товщиною 50–60 мм із наповнювачем з екструдованого пінополістиролу. Внутрішня обшивка виконана з армованого склопластику, який не має швів, легко миється і не вбирає специфічні запахи молочної продукції. Оскільки маршрути передбачають багато зупинок, на ці авто встановлюються холодильні установки прямого приводу марок Thermo King (серія V) або Carrier Viento.

2. Середньотоннажні автомобілі для регіональних перевезень.

Для постачання продукції до супермаркетів, обласних розподільчих центрів та оптових баз підприємство використовує автомобілі вантажопідйомністю 5–10 тонн. Основні марки у цьому сегменті — MAN TGL та Isuzu NQR.

Конструктивні особливості: Вони комплектуються повноцінними ізотермічними фургонами-будками. Товщина стінок становить 80 мм, що відповідає стандарту посиленої ізоляції (IR). Підлога в таких фургонах зазвичай вкрита заливним поліуретаном з антиковзним покриттям або рифленим алюмінієм. Важливою деталлю конструкції для ЗМК є наявність стрічкових ПВХ-завіс на задніх дверях. Холодильне обладнання представлене автономними або гібридними установками Zanotti та Thermo King (серія T).

3. Магістральні автопоїзди для міжрегіональної доставки та експорту.

Основою транспортного процесу для доставки великих партій вершкового масла (в монолітах по 20 кг) на експорт або у віддалені регіони є використання сідельних тягачів марок DAF XF та Volvo FH у зчипці з сучасними

рефрижераторними напівпричепами європейських виробників — Schmitz Cargobull (модель S.KO COOL) та Krone (модель Cool Liner).

Конструктивні особливості: Аналіз конструкції напівпричепів Schmitz показує використання фірмової технології FERROPLAST - стінових панелей із металевими обшивками та пінополіуретановою серцевиною. В магістральних рефрижераторах застосовується алюмінієва підлога з Т-подібним профілем та система гнучких повітроводів. Автономні дизельні агрегати Carrier Vector 1550 або Thermo King SLXi забезпечують ідеальну циркуляцію повітря.

Для більш наочного розуміння структури автопарку, який забезпечує транспортно-логістичні потреби ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат», було проведено агрегований аналіз марок спеціалізованого рухомого складу та його технічного оснащення (табл. 1.3).

Таблиця 1.3

Структурний аналіз марок спеціалізованого рухомого складу для логістики ТОВ «ЗМК»

Клас рухомого складу (вантажопідйомність)	Марки базових автомобілів / тягачів	Марки кузовів / напівпричепів	Марки	Логістичне призначення
Малотоннажний (до 2 тонн)	Mercedes Sprinter, Renault Master, Ford Transit	Ізотермічні капсули	Thermo King (V), Carrier Viento	Міська дистрибуція, фасована продукція
Середньотоннажний (5–10 тонн)	MAN TGL, Isuzu NQR	Ізотермічні фургони (80 мм)	Zanotti, Thermo King (T)	Регіональні поставки, РЦ
Магістральний (20–22 тонн)	DAF XF, Volvo FH	Schmitz S.KO COOL, Krone Cool Liner	Carrier Vector, Thermo King SLXi	Міжрегіональні перевезення, експорт

Джерело: сформовано автором на основі дослідження логістики підприємства

Аналітичний висновок за результатами таблиці: Як свідчать дані таблиці 1.3, логістична система ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» орієнтується на використання техніки провідних європейських виробників. В сегменті магістральних перевезень домінує зв'язка тягачів DAF/Volvo з напівпричепами Schmitz Cargobull та Krone. У середньотоннажному сегменті використання MAN TGL та Isuzu NQR пояснюється їхньою маневровістю та можливістю встановлення гідробортів. У малотоннажному сегменті ставка робиться на швидкість розвезення та установки прямого приводу. Таким чином, марочний аналіз підтверджує, що для кожного рівня логістичного ланцюга підібрано оптимальну комбінацію техніки.

1.5. Аналіз нормативно-правової бази та міжнародних вимог до перевезень швидкопсувних вантажів

Транспортно-логістична діяльність ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат», особливо в контексті виходу на зовнішні ринки, жорстко регламентується багаторівневою системою нормативно-правових актів. Аналіз законодавчої бази є необхідним етапом дослідження, оскільки недотримання міжнародних або національних стандартів веде не лише до фінансових санкцій, а й до повної втрати партії швидкопсувного вантажу через затримки на кордоні або конфіскацію органами санітарного контролю.

Фундаментальним документом, що визначає правила гри у сфері міжнародної логістики термочутливих товарів, є Угода про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів та про спеціальні транспортні засоби, які призначені для цих перевезень (УПД/АТР). Для нашого підприємства ця угода є ключовою, оскільки вона класифікує молочну продукцію за температурними режимами та встановлює жорсткі вимоги до ізотермічного рухомого складу. Згідно з УПД, кожен рефрижератор, що виїжджає з території комбінату в напрямку країн ЄС, повинен мати діюче свідоцтво про відповідність технічним нормам.

На національному рівні діяльність підприємства регулюється Законом України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». Особливу увагу варто приділити впровадженню на ТОВ «ЗМК» системи HACCP (ISO 22000). У розрізі транспортного процесу це означає, що відповідальність за безпеку продукту не закінчується на складі готової продукції, а поширюється на весь шлях доставки. Контроль критичних точок (ККТ) під час транспортування включає обов'язкову перевірку санітарного стану кузова перед завантаженням та моніторинг температурного графіка.

Міжнародна логістика комбінату також підпорядковується вимогам Конвенції КДПВ (CMR), яка визначає межі відповідальності перевізника за збереження вантажу. Оскільки молочна продукція є вразливою, у міжнародній накладній CMR мають бути чітко зафіксовані вказівки щодо температурного режиму. Будь-яке відхилення від цих вказівок, зафіксоване бортовим термографом, є юридичною підставою для висунення

претензій перевізнику.

Важливим аспектом є митне та ветеринарне законодавство. Оскільки продукція ТОВ «ЗМК» має тваринне походження, її переміщення через кордон вимагає суворого документального супроводу: міжнародних ветеринарних сертифікатів, сертифікатів якості та відповідності, виданих лабораторією підприємства. Також слід враховувати вимоги до фітосанітарної обробки дерев'яної тари (палет) згідно зі стандартом ISPM 15.

Таблиця 1.4

Узагальнена структура нормативно-правового забезпечення перевезень ЗМК

Категорія вимог	Перелік документів / Стандартів
Міжнародний рівень	Угода УПД (АТР), Конвенція СМР, стандарти ISO 22000 (НАССР).
Національний рівень	Закон України «Про якість харчових продуктів», Санітарні правила.
Технічні вимоги	Сертифікат термоізоляції, повірка термографів, санпаспорт авто.
Супровідна база	Ветеринарний сертифікат, СМР, якісне посвідчення, інвойс.

Джерело: систематизовано автором

Аналітичний висновок до таблиці: Аналіз нормативної бази свідчить, що організація перевезень на ТОВ «ЗМК» побудована на перетині міжнародних технічних стандартів, стандартів безпечності НАССР та митно-правових конвенцій. Будь-які заходи щодо удосконалення логістики мають суворо відповідати цим нормам.

1.6. Постановка задачі дослідження

Виходячи з проведеного у першому розділі аналізу особливостей логістичної діяльності ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат», було встановлено, що попри налагоджену систему доставки швидкопсувної продукції, існують суттєві резерви для підвищення її ефективності. Основними проблемами є нерівномірність завантаження транспортних засобів, виникнення простоїв під час вантажних операцій та висока залежність від сторонніх перевізників у періоди пікового попиту.

Метою подальшого дослідження є розробка науково обґрунтованих заходів та практичних рекомендацій щодо оптимізації транспортно-експедиційного обслуговування ТОВ «ЗМК» для мінімізації логістичних витрат та гарантування цілісності «холодового ланцюга».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Обґрунтувати вибір раціональних маршрутів доставки продукції з урахуванням часових обмежень та специфіки вантажу.
2. Розробити модель оптимізації використання власного та найманого автопарку для згладжування впливу пікових навантажень.
3. Запропонувати заходи щодо скорочення простоїв рухомого складу шляхом удосконалення технології вантажних робіт.
4. Провести економічну оцінку ефективності запропонованих рішень для підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку.

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

2.1. Аналіз структури та технічного стану рухомого складу комбінату

Ефективність функціонування логістичних каналів розподілу ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» (ЗМК) перебуває у прямій детермінованій залежності від техніко-експлуатаційних параметрів існуючого парку транспортних засобів. Специфіка продукції підприємства — молочні вироби, сири та вершкове масло — висуває безкомпромісні вимоги до герметичності вантажних відсіків та надійності рефрижераторного обладнання. Будь-яке відхилення від заданого температурного діапазону (від +2°C до +6°C для охолодженої продукції та не вище -18°C для замороженої) призводить до незворотної втрати товарного вигляду та біологічної цінності продукту. На поточному етапі розвитку підприємства структура власного автопарку сформована за принципом диверсифікації вантажопідйомності для обслуговування різних сегментів ринку.

Детальний розподіл за марками та технічними характеристиками наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Склад рухомого складу ТОВ «Золотоніський МК» за марками та характеристиками

Марка та модель ТЗ	Тип кузова /холодильна установка	Вантажопідйомність, т	Кількість, од.	Екологічний стандарт
Mercedes-Benz Sprinter 316	Ізотермічний фургон / Thermo King	1,5	5	Euro-5
Iveco Daily 35C15	Рефрижератор / Carrier Viento	2,0	4	Euro-4
Газель Next (A21R22)	Термокузов / Еліна	1,5	3	Euro-4
MAN TGL 12.180	Рефрижератор / Carrier Supra	5,0	4	Euro-5
Renault Trucks D12	Ізотермічний фургон / Thermo King MD	7,0	4	Euro-6

DAF XF 105.460	Тягач + н/п Schmitz Cargobull	22,0	3	Euro-5
Scania R420	Тягач + н/п Krone Cool Liner	22,0	2	Euro-5
Разом			25	

Аналітичний огляд марок та моделей:

Малотоннажна група (Mercedes-Benz, Iveco, Газель): Вибір моделей обумовлений надійністю в умовах інтенсивної міської експлуатації. Газель Next використовується на маршрутах із незадовільним станом доріг.

Середньотоннажна група (MAN, Renault): Основа логістики міжрегіонального рівня. Обладнані ХУ з приводом від двигуна, що оптимально для рейсів 4–8 годин.

Великотоннажна група (DAF, Scania): Для експортних поставок. Використовуються автономні установки Thermo King SLX.

Коефіцієнт технічної готовності (ктг) за звітний рік склав 0,86. Проведений аналіз підтверджує, що існуючий парк ТОВ «ЗМК» загалом відповідає технологічним вимогам, проте тенденція до фізичного зносу кузовів створює передумови для модернізації технічної бази.

2.2. Дослідження обсягів, структури та географії перевезень молочної продукції

Рациональна організація роботи автотранспорту ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» (ЗМК) вимагає детального аналізу існуючих вантажопотоків. Транспортний процес на підприємстві має свої особливості, які пов'язані із сезонністю заготівлі сировини, обмеженими термінами реалізації готової продукції та жорсткими вимогами до температурного режиму.

Для оцінки нерівномірності вантажопотоку було проаналізовано обсяги відвантаження готової продукції ТОВ «ЗМК» за минулий звітний рік (табл. 2.2).

Таблиця 2.2.

Динаміка щомісячних обсягів перевезень готової продукції ТОВ «ЗМК»

Місяць	Обсяг перевезень, т	Частка від річного обсягу, %	Залучення найманого транспорт, %
Січень	1 150	6,8	5
Лютий	1 120	6,6	5
Березень	1 280	7,6	10
Квітень	1 450	8,6	15
Травень	1 680	9,9	25
Червень	1 850	10,9	35
Липень	1 920	11,3	40
Серпень	1 880	11,1	35
Вересень	1 550	9,2	20
Жовтень	1 340	7,9	10
Листопад	1 180	6,9	5
Грудень	1 540	9,1	15
Разом за рік	16 940	100	Середнє: 18,3

Як видно з таблиці 2.2, максимальне навантаження на транспортний відділ фіксується з травня по серпень. Коефіцієнт нерівномірності перевезень становить близько 1,36. У пікові місяці власного автопарку комбінату не вистачає, тому підприємство змушене залучати до 40% найманого транспорту від сторонніх перевізників.

Товарна структура вантажопотоку

Структуру готової продукції ТОВ «ЗМК» можна розділити на три основні групи:

1. Масло вершкове та спреди (45%). Температурний режим від 0°C до -18°C.
2. Сири тверді та плавлені (35%). Температурний режим +2...+6°C.
3. Суха сироватка та сухе молоко (20%). Не потребує рефрижерації, головна вимога — сухий кузов.

Таблиця 2.3.

Характеристика основних напрямків доставки готової продукції

Регіональний напрямок	Основні пункти доставки	Обсяг, т/рік	Тип рухомого складу	Частота рейсів
Центральний	Київ, Черкаси, Полтава	6 800	1,5т, 5т, 10т	Щоденно
Східний	Дніпро, Харків, Запоріжжя	3 700	20т (рефриж.)	3-4 рази/тиж.
Південний	Одеса, Миколаїв	2 900	20т (рефриж.)	2-3 рази/тиж.
Західний	Львів, Рівне, Хмельницький	2 100	20т (рефриж.)	2 рази/тиж.
Експорт	Порти, країни ЄС	1 440	20т (тенти)	За заявкою
РАЗОМ		16 940		

Центральний регіон забезпечує близько 40% обсягу і є базовим для комбінату. Магістральні перевезення на Схід та Південь здійснюються переважно 20-тонними рефрижераторами. На експортному напрямку переважає суха продукція.

Аналіз показав проблему порожніх пробігів на магістральних маршрутах (коефіцієнт використання пробігу 0,55-0,6) та затримки на розподільчих центрах ритейлерів (від 4 до 8 годин). Ключовим вектором оптимізації має стати мінімізація порожнього пробігу та балансування використання власного і найманого автопарку.

2.3. Аналіз існуючих маршрутів і схем доставки продукції споживачам

Організація логістичних процесів на ТОВ «Золотоніський МК» (ЗМК) базується на розгалуженій мережі маршрутів, що охоплюють як локальні роздрібні мережі, так і стратегічні розподільчі центри (РЦ) національного масштабу. Специфіка продукції підприємства (швидкопсувні молочні вироби та тверді сири) вимагає суворого дотримання температурного режиму на кожному етапі транспортування, що безпосередньо впливає на вибір рухомого складу та побудову схем руху.

2.3.1. Схеми товароруку та логістичні моделі доставки

На даний момент підприємство використовує три базові логістичні моделі

доставки, адаптовані під потреби різних груп клієнтів:

1. Пряма логістична модель (FTL — Full Truck Load). Застосовується для обслуговування великих РЦ мережевого ритейлу (АТБ, Сільпо, Fozzy). Продукція відвантажується великими однорідними партіями безпосередньо зі складу ЗМК у Золотоноші до складських хабів клієнта.

2. Розвізна кільцева модель (Milk Run). Використовується для регіональної дистрибуції по Черкаській та Київській областях. Один автомобіль середньої або малої вантажопідйомності обслуговує від 8 до 15 торгових точок за рейс.

3. Експортна магістральна модель. Доставка сухої сироватки та масла у порти або на склади європейських партнерів. Відрізняється використанням тентованого транспорту для сухих компонентів.

Для аналізу транспортної роботи за минулий звітний рік було систематизовано дані щодо регулярних рейсів та обсягів перевезень.

Таблиця 2.4.

Характеристика регулярних маршрутів доставки продукції ТОВ «ЗМК»

№	Напрямок (з м. Золотоноша)	Км	Тип ТЗ	Партія (т)	Місяць (т)	Частота
1	Київ (РЦ АТБ)	162	DAF XF (22т)	18,5	407,0	22/міс.
2	Київ (РЦ Сільпо)	155	Scania (22т)	19,2	384,0	20/міс.
3	Дніпро (РЦ)	285	DAF XF (22т)	18,0	216,0	12/міс.
4	Одеса (РЦ/Порт)	460	Scania (22т)	20,5	164,0	8/міс.
5	Львів (РЦ)	690	DAF XF (22т)	17,5	140,0	8/міс.
6	Харків (РЦ)	390	Scania (22т)	18,8	150,4	8/міс.
7	Черкаси (Кільце 1)	45	MB Sprinter	1,4	36,4	Щоденно
8	Черкаси (Кільце 2)	38	Газель Next	1,1	28,6	Щоденно
9	Сміла — Шпола	125	Iveco (5т)	4,2	50,4	12/міс.
10	Канів — Миронівка	115	Iveco (5т)	3,8	45,6	12/міс.
11	Чорнобай — Драбів	65	Газель Next	1,3	15,6	12/міс.
12	Полтава (Склад)	185	MAN (7т)	6,2	74,4	12/міс.
13	Кременчук	135	MAN (7т)	5,5	66,0	12/міс.
14	Умань — Христинівка	210	Renault (7т)	6,8	54,4	8/міс.

15	Кропивницький	170	Renault (7т)	5,9	47,2	8/міс.
----	---------------	-----	-----------------	-----	------	--------

Проведений аналіз виявив низку недоліків: проблема порожніх пробігів на магістралях ($\beta \approx 0,5$) через специфіку ізотерм, недовантаження ТЗ на регіональних маршрутах (Чорнобай, Драбів), перевитрата палива через інтенсивну роботу ХОУ при частих зупинках, ручне планування маршрутів без врахування динаміки трафіку.

На основі проведеного дослідження встановлено, що ТОВ «ЗМК» має потужну логістичну базу, проте існуючі схеми потребують модернізації. Основними шляхами підвищення ефективності є оптимізація кільцевих маршрутів та зменшення частки холостих пробігів, що буде розглянуто в проектній частині роботи.

2.4. Аналіз існуючих маршрутів та розрахунок техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу

Ефективність транспортного процесу на ТОВ «Золотоніський МК» визначається за допомогою розрахунку системи техніко-експлуатаційних показників (ТЕП). Для проведення порівняльного аналізу обрано два типи рухомого складу: великотоннажний автомобіль DAF XF (20 т) та малотоннажний Mercedes Sprinter (2 т). Розрахунок проведено для двох видів маршрутів: маятникового (прямого) та кільцевого (розвізного на 12 точок).

Таблиця 3.1.

Точки розвезення

№	Назва точки	Реальна адреса (Google Maps)	Вантаж (кг)
0	Склад ТОВ «ЗМК»	м. Золотоноша, вул. Жашківська, 32	+1550
1	Магазин «Свіжачок»	м. Золотоноша, вул. Шевченка, 15	80
2	РЦ «АТБ-Маркет»	м. Черкаси, вул. Смілянська, 163	250
3	Супермаркет «Делікат»	м. Черкаси, вул. Благовісна, 301	180
4	Гіпермаркет «Сільпо»	м. Черкаси, бул. Шевченка, 208/1	210
5	Магазин «Абсолют» №5	м. Черкаси, вул. Сумгайтська, 24	120
6	Магазин «М'ясний м'яч»	м. Черкаси, вул. Руставі, 13	70
7	Маркет «Велика Кишеня»	м. Черкаси, вул. Гагаріна, 55	150
8	ТТ «Молочні продукти»	м. Черкаси, вул. Припортова, 42/1	90
9	Магазин «Кошик»	м. Черкаси, вул. Героїв Дніпра, 23	110
10	Супермаркет «Абсолют» №12	м. Черкаси, вул. Олени Теліги, 2	140
11	Магазин «Продукти»	м. Черкаси, вул. Гоголя, 219	60
12	ТТ «Молочна лавка»	м. Черкаси, вул. Сержанта Смірнова, 2	90
13	Склад ТОВ «ЗМК»	м. Золотоноша (Повернення)	—
Разом			1550

1. Коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності ($\gamma_{ст}$) відображає ступінь завантаження автомобіля відносно його номінальної потужності:

$$\gamma_{ст} = P_i / q \quad (2.1)$$

де: P_i – маса фактично завантаженого продукту, т; q – номінальна вантажопідйомність, т.

2. Коефіцієнт використання пробігу (β) характеризує частку пробігу з вантажем у загальному пробігу автомобіля:

$$\beta = l_{ві} / L_{заг} \quad (2.2)$$

де: $l_{ві}$ – пробіг з вантажем, км; $L_{заг}$ – загальний пробіг автомобіля за рейс, км.

3. Час простою під навантаженням та розвантаженням ($t_{пр}$) визначається за формулою:

$$t_{пр} = (t_t \cdot P_i) + t_{пз} \quad (2.3)$$

де: t_t – норма часу на навантаження/розвантаження 1 т вантажу, год/т; $t_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, год.

4. Годинна продуктивність автомобіля у тоннах ($P_{г.м}$) визначає масу вантажу, що перевозиться за годину роботи:

$$P_{г.м} = (q \cdot \gamma_{ст} \cdot V_t \cdot \beta) / (l_{ві} + V_t \cdot t_{пр} \cdot \beta) \quad (2.4)$$

де: V_t – технічна швидкість руху автомобіля, км/год.

5. Годинна продуктивність у тонно-кілометрах ($W_{г.м}$) відображає загальний обсяг транспортної роботи за годину:

$$W_{г.м} = P_{г.м} \cdot l_{ві} \quad (2.5)$$

Розрахунок показників для діючих маршрутів підприємства

А) Автомобіль DAF XF (20 т)

Розрахунок для маятникового маршруту (Золотоноша – Київ):

Вихідні дані: $q = 20$ т; $P_i = 19,0$ т; $l_{ві} = 162$ км; $L_{заг} = 324$ км; $V_t = 60$ км/год; $t_{пр} = 2,2$ год.

$$1. \gamma_{ст} = 19,0 / 20 = 0,95$$

$$2. \beta = 162 / 324 = 0,5$$

$$3. P_{г.м} = (20 \cdot 0,95 \cdot 60 \cdot 0,5) / (162 + 60 \cdot 2,2 \cdot 0,5) = 570 / 228 = 2,50 \text{ т/год.}$$

$$4. W_{г.м} = 2,50 \cdot 162 = 405,0 \text{ ткм/год.}$$

Розрахунок для кільцевого маршруту (12 точок):

Вихідні дані: $q = 20$ т; $P_i = 16,0$ т; $l_{ві} = 80$ км; $L_{заг} = 100$ км; $V_t = 30$ км/год; $t_{пр} = 5,5$ год.

$$1. \gamma_{ст} = 16,0 / 20 = 0,80$$

$$2. \beta = 80 / 100 = 0,8$$

$$3. P_{г.м} = (20 \cdot 0,8 \cdot 30 \cdot 0,8) / (80 + 30 \cdot 5,5 \cdot 0,8) = 384 / 212 = 1,81 \text{ т/год.}$$

$$4. W_{г.м} = 1,81 \cdot 80 = 144,8 \text{ ткм/год.}$$

Б) Автомобіль Mercedes Sprinter (2 т)

Розрахунок для маятникового маршруту (Золотоноша – Черкаси):

Вихідні дані: $q = 2$ т; $P_i = 1,8$ т; $l_{vi} = 35$ км; $L_{заг} = 70$ км; $V_T = 50$ км/год;
 $t_{пр} = 0,8$ год.

1. $\gamma_{ст} = 1,8 / 2 = 0,90$
2. $\beta = 35/70 = 0,5$
3. $P_{г.м} = (2 \cdot 0,9 \cdot 50 \cdot 0,5) / (35 + 50 \cdot 0,8 \cdot 0,5) = 45/55 = 0,82$ т/год.
4. $W_{г.м} = 0,82 \cdot 35 = 28,7$ ткм/год.

Розрахунок для кільцевого маршруту (12 точок):

Вихідні дані: $q = 2$ т; $P_i = 1,5$ т; $l_{vi} = 45$ км; $L_{заг} = 60$ км; $V_T = 35$ км/год;
 $t_{пр} = 3,5$ год.

1. $\gamma_{ст} = 1,5 / 2 = 0,75$
2. $\beta = 45 / 60 = 0,75$
3. $P_{г.м} = (2 \cdot 0,75 \cdot 35 \cdot 0,75) / (45 + 35 \cdot 3,5 \cdot 0,75) = 39,37 / 136,87 = 0,28$ т/год.
4. $W_{г.м} = 0,28 \cdot 45 = 12,6$ ткм/год.

Порівняльна таблиця результатів розрахунку

Показник	DAF XF (Маятник)	DAF XF (Кільце)	Sprinter (Маятник)	Sprinter (Кільце)
Коеф. вантажності ($\gamma_{ст}$)	0,95	0,80	0,90	0,75
Коеф. пробігу (β)	0,50	0,80	0,50	0,75
Час простою ($t_{пр}$), год	2,20	5,50	0,80	3,50
Прод-сть ($P_{г.м}$), т/год	2,50	1,81	0,82	0,28
Прод-сть ($W_{г.м}$), ткм/год	405,0	144,8	28,7	12,6

Проведений розрахунок підтвердив, що магістральний тягач DAF XF є найпродуктивнішим на маятникових маршрутах (405,0 ткм/год). Однак використання великотоннажних автомобілів на кільцевих маршрутах призводить до значних простоїв (5,5 год). Для дистрибуції продукції по точках роздрібної мережі найбільш доцільним є Mercedes Sprinter, попри низьку абсолютну продуктивність, оскільки він забезпечує високий коефіцієнт β (0,75) та мобільність доставки дрібних партій.

Розрахунок витрат палива на виконання транспортної роботи

Розрахунок витрат палива для автомобілів ТОВ «Золотоніський МК» здійснюється відповідно до «Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті». Основним методом є розрахунок на основі лінійних норм з урахуванням транспортної роботи та поправочних коефіцієнтів.

Для вантажних автомобілів нормативна витрата палива (Q_n) розраховується за формулою:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_s \cdot L_{\text{заг}} \cdot (1 + 0,01 \cdot D) + H_w \cdot W \quad (2.6)$$

де:

H_s - базова лінійна норма витрат палива на 100 км пробігу автомобіля, л/100 км;

$L_{\text{заг}}$ - загальний пробіг автомобіля за рейс, км;

D - сумарний поправочний коефіцієнт (робота в зимовий час, робота в місті, часті зупинки), %;

H_w - норма витрат палива на транспортну роботу (на кожні 100 ткм), л/100 ткм;

W - обсяг транспортної роботи ($W = P_i \cdot l_{vi}$), ткм.

Розрахунок для автомобіля DAF XF (Маятниковий маршрут)

Вихідні дані:

Базова норма (H_s): 24,5 л/100 км;

Пробіг ($L_{\text{заг}}$): 324 км (Золотоноша-Київ-Золотоноша);

Транспортна робота (W): 19 т · 162 км = 3078 ткм;

Коефіцієнт на роботу з вантажем (H_w): 1,3 л/100 ткм;

Поправочний коефіцієнт (D): 10% (зимовий період та затори).

$$Q_n = 0,01 \cdot 24,5 \cdot 324 \cdot (1 + 0,1) + (1,3 \cdot 3078 / 100) = 0,245 \cdot 324 \cdot 1,1 + 40,01 = 87,31 + 40,01 = 127,32 \text{ л.}$$

Розрахунок для автомобіля Mercedes Sprinter (Кільцевий маршрут)

Вихідні дані:

Базова норма (H_s): 10,5 л/100 км;

Пробіг (Lзаг): 60 км (12 точок у м. Черкаси);

Транспортна робота (W): $1,5 \text{ т} \cdot 45 \text{ км} = 67,5 \text{ ткм}$;

Коефіцієнт (D): 25% (міський цикл, часті зупинки/запуски двигуна, робота ХОУ).

$$Q_H = 0,01 \cdot 10,5 \cdot 60 \cdot (1 + 0,25) + (1,3 \cdot 67,5 / 100) = 0,105 \cdot 60 \cdot 1,25 + 0,88 = 7,88 + 0,88 = 8,76 \text{ л.}$$

Порівняльна відомість витрат палива

Тип автомо	Маршрут	Пробіг, км	Прод-сть, т	Витрата, л	л / 100 ткм
DAF XF	Маятниковий	324	3078	127,3	4,13
DAF XF	Кільцевий	100	1280	52,4	4,09
MB Sprinter	Маятниковий	70	63	8,2	13,01
MB Sprinter	Кільцевий	60	67,5	8,8	13,03

Розрахунок показав, що питома витрата палива на одиницю транспортної роботи (л/100 ткм) у великотоннажних автомобілів значно нижча, ніж у малотоннажних. Проте Mercedes Sprinter є економічно виправданим для міської розвозки завдяки низькій абсолютній витраті палива за рейс (8,8 л проти 52,4 л у DAF).

2.5. Дослідження температурної стабільності перевезень молочної продукції та ефективності засобів її підтримання

Функціонування транспортно-логістичної системи ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» безпосередньо пов'язане із забезпеченням стабільного температурного середовища під час доставки готової продукції. Для підприємств молокопереробної галузі температурний фактор є критичним, оскільки навіть незначне порушення встановлених режимів транспортування спричиняє погіршення фізико-хімічних характеристик продукції, скорочення строків її реалізації та виникнення ризику повернення товару торговельними мережами.

Особливістю транспортного процесу на ТОВ «ЗМК» є одночасне перевезення декількох категорій продукції з різними вимогами до температурного режиму. Найбільш чутливими до температурних коливань є вершкове масло, спреди та сирна продукція, для яких критичним є підтримання постійної температури в межах

технологічно допустимих значень. Порушення «холодового ланцюга» навіть на короткий проміжок часу призводить до активізації мікробіологічних процесів та втрати товарної якості продукції.

У процесі дослідження встановлено, що на підприємстві застосовується комбінована система температурного забезпечення, яка включає:

- використання ізотермічних кузовів;
- застосування компресорних холодильних установок;
- багатошарову теплоізоляцію вантажного відсіку;
- контроль температури за допомогою електронних датчиків;
- поетапний моніторинг стану продукції при відвантаженні та прийманні.

Основне навантаження щодо забезпечення необхідного температурного режиму припадає на рефрижераторний транспорт, який використовується для міжобласних та магістральних перевезень. Малотоннажні автомобілі із термокузовами переважно залучаються до локальної дистрибуції в межах Черкаської та Київської областей.

Проведений аналіз показав, що найбільш стабільні температурні показники спостерігаються під час маятникових маршрутів із мінімальною кількістю точок розвантаження. На таких маршрутах відкриття кузова здійснюється 1–2 рази за рейс, що мінімізує тепловтрати та навантаження на холодильне обладнання. Водночас розвізні кільцеві маршрути характеризуються значно складнішими умовами перевезення через велику кількість торгових точок та постійне відкриття дверей кузова.

Для оцінки ефективності існуючої системи підтримання температурного режиму було виконано аналіз середнього температурного відхилення залежно від типу маршруту (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Характеристика температурної стабільності перевезень

Тип маршруту	Середня кількість точок розвантаження	Тривалість рейсу, год	Середнє відхилення температури,	Частота перевищення нормативу
Маятниковий магістральний	1–2	4–8	0,7–1,2	Низька
Міжрегіональний комбінований	3–5	6–10	1,5–2,0	Середня
Кільцевий міський	10–15	5–9	2,5–3,5	Висока
Експортний	1	12–24	0,5–0,8	Мінімальна

Отримані результати підтвердили, що найбільш проблемними залишаються саме міські кільцеві маршрути. Причиною цього є не лише значна кількість циклів відкриття кузова, а й тривалі простой автомобілів у зонах розвантаження торговельних мереж. Під час літнього періоду температура зовнішнього середовища створює додаткове теплове навантаження на холодильне обладнання, унаслідок чого компресор працює практично безперервно. Встановлено, що середній час відновлення необхідної температури після відкриття кузова становить:

для Mercedes-Benz Sprinter - 7–10 хв;

для Iveco Daily - 10–14 хв;

для MAN TGL та Renault D12 - 15–20 хв;

для великотоннажних напівпричепів - до 25 хв.

При цьому найбільші втрати холоду фіксуються у транспортних засобах із високим ступенем фізичного зносу ущільнювачів дверей та пошкодженням внутрішнього шару теплоізоляції.

2.6. Виявлення «вузьких місць» транспортного процесу

Проведений аналіз організації транспортного процесу на ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат» дозволив виявити низку проблемних аспектів, які негативно впливають на ефективність використання рухомого складу, рівень логістичних витрат та

якість транспортного обслуговування споживачів.

Таблиця 2.7

Основні «вузькі місця» транспортного процесу ТОВ «ЗМК»

№	Проблемна ділянка	Характеристика проблеми	Наслідки	Напрями усунення
1	Високий рівень порожніх пробігів	Повернення ТЗ без вантажу	Зростання витрат	Пошук зворотних вантажів
2	Сезонна нерівномірність	Пікове навантаження влітку	Залучення найманого транспорту	Гнучке планування
3	Недовантаження автомобілів	Малі партії продукції	Низька ефективність	Консолідація вантажів
4	Простої на РЦ	Очікування розвантаження	Втрата часу	Погодження слотів
5	Часті зупинки	Велика кількість точок	Перевитрата пального	Оптимізація маршрутів
6	Зношення кузовів	Погіршення теплоізоляції	Температурні втрати	Модернізація кузовів
7	Недостатня цифровізація	Ручне планування	Складність контролю	Впровадження TMS і GPS

Отже, результати проведеного аналізу свідчать про наявність комплексу технічних, організаційних та логістичних проблем, які стримують підвищення ефективності транспортного процесу на ТОВ «ЗМК».

Висновок до розділу 2

У другому розділі бакалаврської роботи було проведено дослідження існуючого транспортного процесу на ТОВ «Золотоніський маслопереробний комбінат». У ході аналізу встановлено, що підприємство має сформований парк спеціалізованого рухомого складу, який загалом забезпечує виконання перевезень молочної продукції відповідно до технологічних вимог. Основу автопарку складають рефрижераторні та ізотермічні автомобілі різної вантажопідйомності, що дозволяє здійснювати як магістральні, так і розвізні перевезення.

Під час дослідження обсягів та структури перевезень було визначено, що найбільше навантаження на транспортну систему припадає на літній період, коли підприємство змушене додатково залучати найманий транспорт. Основними напрямками доставки є

Центральний, Східний та Південний регіони України, а також експортні перевезення.

Проведений аналіз маршрутної мережі показав, що підприємство використовує як маятникові, так і кільцеві схеми доставки продукції. Найбільш ефективними з точки зору продуктивності є магістральні маятникові маршрути, тоді як кільцеві маршрути характеризуються значними простоями та підвищеним навантаженням на холодильне обладнання.

У роботі також було досліджено температурний режим перевезень молочної продукції та засоби його забезпечення. Встановлено, що найбільші ризики порушення температурного режиму виникають під час міських розвізних перевезень через часте відкриття кузова та тривалі простої на торговельних точках.

На основі проведеного аналізу були виявлені основні «вузькі місця» транспортного процесу: високий рівень порожніх пробігів, нерівномірність завантаження автопарку, значні простої на розподільчих центрах, недостатній рівень автоматизації логістичного управління та фізичний знос частини рухомого складу.

Отже, результати дослідження свідчать про необхідність удосконалення існуючої системи організації перевезень на ТОВ «ЗМК». Основними напрямками підвищення ефективності транспортного процесу мають стати оптимізація маршрутної мережі, зменшення порожніх пробігів, модернізація рефрижераторного транспорту та впровадження сучасних систем моніторингу і управління перевезеннями. Отримані результати є основою для розробки проектних рішень у наступному розділі бакалаврської роботи.

РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ

3.1. Обґрунтування напрямів удосконалення транспортного процесу

За результатами аналітичного дослідження, проведеного у другому розділі, було виявлено комплекс системних недоліків у транспортно-логістичній діяльності ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат», які безпосередньо обумовлюють надмірне зростання транспортних витрат та знижують якість обслуговування споживачів. Узагальнення виявлених «вузьких місць» дозволяє сформулювати конкретні напрями удосконалення, кожен із яких адресно усуває одну чи кілька виявлених проблем.

Першим і найбільш вагомим напрямом є оптимізація плану перевезень за допомогою математичного апарату транспортної задачі. Аналіз існуючого закріплення споживачів за джерелами відвантаження показав, що розподіл вантажопотоків між виробничими підрозділами підприємства і торговельними контрагентами здійснюється емпіричним шляхом — переважно на підставі усталених ділових зв'язків, а не об'єктивного критерію мінімуму транспортних витрат. Застосування методу потенціалів дозволить отримати науково обґрунтований план закріплення, що мінімізує сукупні витрати на перевезення одиниці вантажу.

Другим напрямом є маршрутизація розвізних перевезень. Поточна схема обслуговування роздрібних торговельних точок у Черкаській області будувалась стихійно і не забезпечує рівномірного завантаження автомобілів. Значна частина маршрутів перетинається, спостерігаються дублювання пробігів і нераціональні крюки. Використання методу Кларка-Райта (алгоритму економії пробігу) забезпечить побудову зв'язних кільцевих маршрутів із мінімальним сукупним пробігом при повному дотриманні обмежень за вантажопідйомністю і часовими вікнами доставки.

Третім напрямом є модернізація рухомого складу. Аналіз технічного стану автопарку засвідчив, що середньотоннажні автомобілі ізотермічного класу

вичерпують свій ресурс: теплоізоляція кузовів частково деградована, ущільнювачі дверей втратили еластичність, що збільшує тепловтрати і подовжує час відновлення температури після кожного відкриття. Заміна зношених одиниць рухомого складу сучасними рефрижераторами з посиленою ізоляцією (IR) скоротить витрати на технічне обслуговування та підвищить надійність дотримання холодового ланцюга.

Четвертим напрямом є удосконалення технології навантажувально-розвантажувальних робіт. Через відсутність погодженого розкладу прибуття автомобілів на розподільчі центри торговельних мереж час простою під розвантаженням становить від 4 до 8 годин. Введення системи часових слотів (time slot management) та підготовка партій вантажу для подачі у складський порядок суттєво скоротять ці непродуктивні витрати часу.

П'ятим напрямом є забезпечення безперервності холодового ланцюга на всіх ланках транспортного процесу. Необхідно регламентувати попереднє охолодження кузовів перед завантаженням, впровадити цифровий моніторинг температури у режимі реального часу (телематика + хмарна платформа), встановити автономні джерела живлення холодильних установок для виключення теплових піків під час стоянки. Ці заходи є обов'язковою умовою відповідності вимогам угоди АТР та стандарту ISO 22000 при здійсненні міжнародних поставок.

Шостим напрямом є балансування власного та найманого рухомого складу. Коефіцієнт нерівномірності перевезень протягом року сягає 1,36, а у пікові місяці частка залученого транспорту досягає 40%. Розробка диференційованого графіка використання найманих перевізників з урахуванням прогнозованих обсягів дозволить уникати ситуативних пошуків і знизить середню ставку фрахту за рахунок довгострокових партнерських домовленостей.

Таблиця 3.1

Зведена характеристика напрямів удосконалення транспортного процесу ТОВ «ЗМК»

№	Напрямок удосконалення	Виявлена проблема	Запропонований метод/захід	Очікуваний результат
1	Оптимізація плану перевезень	Нераціональне закріплення споживачів за джерелами	Метод потенціалів	Зниження транспортних витрат
2	Маршрутизація розвізних перевезень	Перетин маршрутів, нерівномірне завантаження	Метод Кларка-Райта	Скорочення пробігу на 10–15%
3	Оновлення рухомого складу	Знос ізотермічних кузовів, теплові втрати	Заміна на нові рефрижератори	Надійність cold chain
4	Скорочення простоїв під розвантаженням	Очікування 4-8 год РЦ	Time slot management	Зниження непродуктивних витрат часу
5	Забезпечення холодового ланцюга	Температурні відхилення на кільцевих маршрутах	Телематика, попереднє охолодження	Відповідність вимогам АТР/ISO 22000
6	Балансування власного та найманого транспорту	Пікова нерівномірність ($k=1,36$)	Диференційований графік залучення	Зниження ставки фрахту

Джерело: складено автором за результатами аналізу розділу 2

Реалізація зазначених напрямів у сукупності забезпечить системний ефект: одночасне зниження транспортних витрат, підвищення ступеня використання вантажопідйомності рухомого складу та надійне дотримання вимог холодового ланцюга, що є ключовою конкурентною перевагою для молокопереробного підприємства на сучасному ринку.

3.2. Вибір та обґрунтування раціонального типу рухомого складу

Відповідно до результатів аналізу технічного стану автопарку ТОВ «ЗМК», найбільш нагальною є проблема оновлення середньотоннажного сегменту. Чотири автомобілі MAN TGL 12.180 мають середній вік понад 9 років і все частіше потребують позапланового ремонту, що знижує коефіцієнт технічної готовності в

цій підгрупі до 0,78. Враховуючи, що саме середньотоннажні автомобілі обслуговують регіональні маршрути до Полтави, Кременчука, Умані та Кропивницького - напрямів, де порушення графіка доставки безпосередньо позначається на якості продукції, - вибір нового рухомого складу для цього сегменту є пріоритетним завданням.

Для порівняльного аналізу відібрано три марки автомобілів-рефрижераторів із схожими характеристиками вантажопідйомності: MAN TGM 12.250 (Німеччина), Mercedes-Benz Atego 1221 L (Німеччина) та Iveco EuroCargo ML120E22 (Італія). Критерії відбору охоплюють технічні, економічні та логістичні параметри, що є найважливішими для умов використання автомобіля у перевезеннях молочної продукції з дотриманням холодового ланцюга.

Таблиця 3.2

Порівняльний аналіз середньотоннажних автомобілів-рефрижераторів для умов ТОВ «ЗМК»

Критерій порівняння	MAN TGM 12.250	Mercedes-Benz Atego 1221 L	Iveco EuroCargo ML120E22	Ваг. коеф
Вантажопідйомність, т	7,0	6,5	6,8	0,15
Двигун: потужність, кВт	184	160	162	0,08
Екологічний стандарт	Euro-6	Euro-6	Euro-6	0,07
Витрата палива, л/100 км	12,8	13,5	13,2	0,12
Клас кузова за АТР	IR / FRC	IR / FRB	IR / FRC	0,15
Товщина ізоляції, мм	100	80	95	0,12
ХОУ (марка/тип)	Thermo King T-1000R	Carrier Supra 850	Zanotti TFZ 300	0,13
Орієнтовна вартість, тис. €	112	105	98	0,10
Гарантія виробника, років	3	3	2	0,05
Розгалуженість сервісу в Україні	Висока	Висока	Середня	0,13
Зважена оцінка (0–10)	8,6	7,9	7,4	1,00

Джерело: складено автором на основі технічних специфікацій виробників

За результатами зваженого порівняльного аналізу найвищу сумарну оцінку отримав автомобіль MAN TGM 12.250 (8,6 бали з 10). Ключовими перевагами цієї моделі є найбільша вантажопідйомність у класі (7,0 т), холодильна установка Thermo King T-1000R класу FRC, що дозволяє підтримувати температуру до -20 °С, та 100-міліметрова ізоляція кузова, яка істотно знижує теплові втрати при частому відкриванні дверей. Додатково, широка мережа сервісних центрів MAN в Україні гарантує оперативне усунення несправностей без тривалих простоїв.

Mercedes-Benz Atego 1221 L поступається за класом холодильної установки (FRB замість FRC), що обмежує можливість перевезення глибокозаморожених продуктів. Ivesco EuroCargo, попри конкурентну ціну, має менш розгалужену сервісну мережу в Черкаській і суміжних областях, що є суттєвим недоліком при інтенсивній експлуатації.

Таким чином, для оновлення середньотоннажного сегменту автопарку ТОВ «ЗМК» рекомендується придбання автомобілів MAN TGM 12.250 із холодильною установкою Thermo King T-1000R. Ця модель оптимально відповідає вимогам перевезення молочної продукції на регіональних маршрутах протяжністю 135-210 км.

3.3. Розрахунок необхідної кількості рухомого складу

Визначення потреби у рухомому складі є обов'язковим етапом планування транспортного процесу. Надлишок автомобілів призводить до зростання постійних витрат на утримання та знижує середньоденне завантаження, тоді як дефіцит транспорту унеможливорює своєчасне виконання зобов'язань перед споживачами. Розрахунок проводиться окремо для кожного сегменту рухомого складу.

Для середньотоннажного сегменту (маршрути до Полтави, Кременчука, Умані, Кропивницького) річний обсяг перевезень, що виконується цією групою автомобілів, відповідно до таблиці 2.4 становить:

$$Q_{\text{пер}} = (74,4 + 66,0 + 54,4 + 47,2) \cdot 12 = 242,0 \cdot 12 = 2\,904 \text{ т/рік} \quad (3.1)$$

Необхідна кількість автомобілів розраховується за формулою:

$$N_a = Q_{\text{рік}} / (q \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot n_p \cdot D_e \cdot \alpha_v) \quad (3.2)$$

де: q - вантажопідйомність одного автомобіля, т; $\gamma_{\text{ст}}$ - коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності; n_p - кількість їздок за добу; D_e — кількість робочих днів на рік; α_v - коефіцієнт випуску автомобілів на лінію.

Вихідні дані для розрахунку: $q = 7,0$ т (MAN TGM 12.250); $\gamma_{\text{ст}} = 0,87$ (за результатами аналізу розділу 2); $n_p = 2$ їздки/добу (маршрути 135–210 км при тривалості зміни 10 год); $D_e = 255$ днів; $\alpha_v = 0,85$.

$$N_a = 2\,904 / (7,0 \cdot 0,87 \cdot 2 \cdot 255 \cdot 0,85) = 2\,904 / 2\,624,9 \approx 1,11 \approx 2 \text{ авт.} \quad (3.3)$$

З урахуванням одиниці резервного рухомого складу (для забезпечення ремонтів та позапланових замін) потреба у середньотоннажних автомобілях складає 2-3 одиниці. Фактично наявні 4 одиниці MAN TGL перебивають розрахункову потребу, проте їх знос і ненадійність нівелюють перевагу наявності. Виходячи з цього, рекомендується замінити 2 найбільш зношені одиниці MAN TGL новими MAN TGM 12.250 і переглянути маршрути таким чином, щоб нові автомобілі використовувались на регулярних рейсах, а два «старих» — лише як резерв до їх повного виведення з парку.

Таблиця 3.3

Зведена таблиця потреби в рухомому складі ТОВ «ЗМК» після оптимізації

Сегмент рухомого складу	Марка	Наявна к-сть, од.	Розрахункова потреба, од.	Рекоменд. придбати	Примітка
Малотоннажний (до 2 т)	MB Sprinter, Iveco	9	8	—	Достатньо для поточних потреб
Середньотоннажний (5-7 т)	MAN TGM 12.250	4	3	2	Замінити 2 зношених TGL
Великотоннажний (20-22 т)	DAF XF, Scania R	5	5	—	Збереження поточного парку
Газель Next (1,5 т)	Газель Next	3	3	—	Достатньо для Черкаської обл.

Джерело: розраховано автором

3.4. Оптимізація плану перевезень молочної продукції методом потенціалів

3.4.1. Постановка транспортної задачі та формування економіко-математичної моделі

Транспортна задача є одним із класичних завдань лінійного програмування, метою якого є визначення оптимального плану розподілу однорідного вантажу від кількох постачальників до кількох споживачів при мінімізації сукупних транспортних витрат. У контексті діяльності ТОВ «ЗМК» ця задача полягає у знаходженні такого закріплення розподільчих центрів за виробничими підрозділами підприємства, яке мінімізує загальні витрати на перевезення у розрахунку на місяць.

Цільова функція задачі має такий вигляд:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min \quad (3.4)$$

де c_{ij} - вартість перевезення 1 т вантажу від i -го постачальника до j -го споживача, грн/т; x_{ij} - обсяг перевезення від i -го постачальника до j -го споживача, т/міс.

Система обмежень задачі:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.5)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.6)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \text{для всіх } i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n \quad (3.7)$$

де a_i - місячний обсяг відвантаження i -го постачальника, т; b_j - місячна потреба j -го споживача, т. Умова (3.5) забезпечує повне відвантаження запасів кожного постачальника; умова (3.6) - повне задоволення попиту кожного споживача; умова (3.7) виключає від'ємні обсяги перевезень.

3.4.2. Визначення постачальників та споживачів

Роль постачальників виконують три виробничі підрозділи ТОВ «ЗМК»:

- U_1 : Цех виробництва масла та спредів - $a_1 = 450$ т/міс.
- U_2 : Цех виробництва сиру та кисломолочної продукції - $a_2 = 380$ т/міс.
- U_3 : Склад-холодильник готової продукції - $a_3 = 280$ т/міс.

Роль споживачів виконують чотири розподільчі центри:

- B_1 : РЦ «АТБ-Маркет», м. Київ - $b_1 = 320$ т/міс.
- B_2 : РЦ «Бест-Маркет», м. Дніпро - $b_2 = 280$ т/міс.
- B_3 : РЦ «Фозі Груп», м. Одеса - $b_3 = 260$ т/міс.
- B_4 : Оптова база, м. Харків - $b_4 = 250$ т/міс.

Загальна місячна пропозиція: сума $a_i = 450 + 380 + 280 = 1110$ т/міс.

Загальна місячна потреба: сума $b_j = 320 + 280 + 260 + 250 = 1110$ т/міс.

3.4.3. Побудова матриці відстаней та матриці питомих витрат

На основі даних про реальні відстані між м. Золотоноша та основними напрямками доставки (таблиця 2.4) та нормативного тарифу на перевезення швидкопсувних вантажів рефрижераторним транспортом 2,80 грн/(т-км) побудовано матрицю питомих витрат c_{ij} (грн/т).

Таблиця 3.4

Матриця відстаней (км) та питомих витрат (грн/т)

Постачальник	B1 (Київ)	B2 (Дніпро)	B3 (Одеса)	B4 (Харків) / пропозиція, т
U_1 (Цех масла)	160 / 448	290 / 812	460 / 1288	400 / 1120 $a_1 = 450$
U_2 (Цех сиру)	165 / 462	295 / 826	465 / 1302	395 / 1106 $a_2 = 380$
U_3 (Склад-хол.)	158 / 442	285 / 798	455 / 1274	405 / 1134 $a_3 = 280$
Потреба, т	$b_1 = 320$	$b_2 = 280$	$b_3 = 260$	$b_4 = 250$

Джерело: розраховано автором на основі даних таблиць 2.3 і 2.4

3.4.4. Перевірка задачі на закритість та приведення до канонічного вигляду

Транспортна задача є збалансованою, якщо сумарна пропозиція постачальників дорівнює сумарній потребі споживачів:

$$\sum a_i = \sum b_j \quad 450 + 380 + 280 = 320 + 280 + 260 + 250 = 1\,110 \quad (3.8)$$

Умова збалансованості виконана, тому задача є закритою і не потребує введення фіктивного постачальника або споживача. Розмірність бази оптимального плану: $m + n - 1 = 3 + 4 - 1 = 6$ зайнятих клітинок.

3.4.5. Побудова опорного плану перевезень

Опорний (початковий допустимий) план будується методом «північно-західного кута». Заповнення клітинок матриці ведеться послідовно від верхнього лівого кута з урахуванням обмежень по запасах і потребах.

Крок 1. Клітинка (U_1, B_1): $x_{11} = \min(450; 320) = 320$. Потреба B_1 задоволена; залишок $U_1 = 130$.

Крок 2. Клітинка (U_1, B_2): $x_{12} = \min(130; 280) = 130$. Запас U_1 вичерпано; залишок $B_2 = 150$.

Крок 3. Клітинка (U_2, B_2): $x_{22} = \min(380; 150) = 150$. Потреба B_2 задоволена; залишок $U_2 = 230$.

Крок 4. Клітинка (U_2, B_3): $x_{23} = \min(230; 260) = 230$. Запас U_2 вичерпано; залишок $B_3 = 30$.

Крок 5. Клітинка (U_3, B_3): $x_{33} = \min(280; 30) = 30$. Потреба B_3 задоволена; залишок $U_3 = 250$.

Крок 6. Клітинка (U_3, B_4): $x_{34} = \min(250; 250) = 250$. Усі запаси і потреби вичерпані.

Початковий план: $x_{11}=320, x_{12}=130, x_{22}=150, x_{23}=230, x_{33}=30, x_{34}=250$. Кількість зайнятих клітинок $= 6 = m+n-1$ - план не вироджений.

Вартість початкового плану:

$$Z_0 = 320 \cdot 448 + 130 \cdot 812 + 150 \cdot 826 + 230 \cdot 1302 + 30 \cdot 1274 + 250 \cdot 1134 \\ = 994\,000 \text{ грн/міс.} \quad (3.9)$$

3.4.6. Розрахунок потенціалів та перевірка плану на оптимальність

Для перевірки плану на оптимальність розраховуються потенціали u_i (для постачальників) та v_j (для споживачів). Умова: для кожної зайнятої клітинки $u_i + v_j = c_{ij}$. Приймаємо $u_1 = 0$.

Із зайнятих клітинок: $(U_1, B_1): 0 + v_1 = 448 = v_1 = 448$; $(U_1, B_2): 0 + v_2 = 812 = v_2 = 812$; $(U_2, B_2): u_2 + 812 = 826 = u_2 = 14$; $(U_2, B_3): 14 + v_3 = 1302 = v_3 = 1288$; $(U_3, B_3): u_3 + 1288 = 1274 = u_3 = -14$; $(U_3, B_4): -14 + v_4 = 1134 = v_4 = 1148$.

Перевірка вільних клітинок за критерієм оптимальності $\Delta_{ij} = c_{ij} - u_i - v_j$:

$$\Delta(U_1, B_3) = 1288 - 0 - 1288 = 0$$

$$\Delta(U_1, B_4) = 1120 - 0 - 1148 = -28 \text{ (від'ємне значення — план не оптимальний)}$$

$$\Delta(U_2, B_1) = 462 - 14 - 448 = 0$$

$$\Delta(U_2, B_4) = 1106 - 14 - 1148 = -56 \text{ (найбільше від'ємне значення)}$$

$$\Delta(U_3, B_1) = 442 - (-14) - 448 = 8$$

$$\Delta(U_3, B_2) = 798 - (-14) - 812 = 0$$

Наявність від'ємних значень Δ свідчить про те, що план не є оптимальним і підлягає покращенню. Для введення в базис обирається клітинка з найбільшим від'ємним значенням: клітинка (U_2, B_4) з $\Delta = -56$.

3.4.7. Покращення плану через цикли перерозподілу за алгоритмом методу потенціалів

Ітерація 1. Вводимо до бази клітинку (U_2, B_4) і будуємо замкнений цикл перерозподілу:

$$(U_2, B_4)^+ \rightarrow (U_2, B_3)^- \rightarrow (U_3, B_3)^+ \rightarrow (U_3, B_4)^-$$

Визначаємо максимальну кількість перерозподілу: $\theta = \min(x_{23}; x_{34}) =$

$\min(230; 250) = 230$ т.

Оновлюємо план: $x_{24} = 0 + 230 = 230$; $x_{23} = 230 - 230 = 0$ (виходить із бази);
 $x_{33} = 30 + 230 = 260$; $x_{34} = 250 - 230 = 20$.

Вартість після першої ітерації:

$$Z_1 = 320 \cdot 448 + 130 \cdot 812 + 150 \cdot 826 + 230 \cdot 1106 + 260 \cdot 1274 + 20 \cdot 1134 = 981\,120 \text{ грн/міс.}$$

Економія від першої ітерації: $\Delta Z_1 = 994\,000 - 981\,120 = 12\,880$ грн/міс.

Ітерація 2. Перераховуємо потенціали для нового базису. Знаходимо $\Delta(U_3, B_2) = -56$ — від'ємне. Вводимо (U_3, B_2) до бази. Цикл: $(U_3, B_2)^+ = (U_2, B_2)^- = (U_2, B_4)^+ = (U_3, B_4)^-$

$\theta = \min(x_{22}; x_{34}) = \min(150; 20) = 20$ т. Оновлюємо: $x_{32} = 20$; $x_{22} = 130$;
 $x_{24} = 250$; $x_{34} = 0$ (виходить із бази).

Вартість після другої ітерації:

$$Z_2 = 320 \cdot 448 + 130 \cdot 812 + 130 \cdot 826 + 250 \cdot 1106 + 20 \cdot 798 + 260 \cdot 1274 = 980\,000 \text{ грн/міс.}$$

Перераховуємо потенціали: $u_4=0$; $v_1=448$; $v_2=812$; $u_2=14$; $v_4=1092$; $u_3=-14$;
 $v_3=1288$. Перевірка вільних клітинок: $\Delta(U_1, B_3)=0$; $\Delta(U_1, B_4)=28$; $\Delta(U_2, B_1)=0$;
 $\Delta(U_2, B_3)=0$; $\Delta(U_3, B_1)=8$; $\Delta(U_3, B_4)=56$. Усі значення $= 0$ — план є оптимальним.

3.4.8. Аналіз оптимального плану та розрахунок економії транспортної роботи

Таблиця 3.5

Оптимальний план перевезень молочної продукції ТОВ «ЗМК»

Постачальник	В ₁ (Київ)	В ₂ (Дніпро)	В ₃ (Одеса)	В ₄ (Харків)	Разом, т
U ₁ (Цех масла)	320	130	—	—	450
U ₂ (Цех сиру)	—	130	—	250	380
U ₃ (Склад-хол.)	—	20	260	—	280
Разом, т	320	280	260	250	1 110

Джерело: розраховано автором методом потенціалів

Оптимальний план характеризується чітким закріпленням: весь обсяг вершкового масла (U₁) спрямовується переважно на Київ і Дніпро як найближчі великі ринки збуту. Продукція цеху сиру (U₂) розподіляється між Дніпром та

Харковом - з огляду на нижчу вартість маршруту U_2 -Харків (1106 грн/т) порівняно з U_1 -Харків (1120 грн/т). Склад-холодильник (U_3) забезпечує Одесу та доповнює постачання до Дніпра, де відстань від U_3 (285 км) є найнижчою серед усіх постачальників.

$$\begin{aligned} \text{Річна економія: } \Delta Z_{\text{рік}} &= (994\,000 - 980\,000) \cdot 12 = 14\,000 \cdot 12 \\ &= 168\,000 \text{ грн/рік} \quad (3.12) \end{aligned}$$

Таким чином, впровадження оптимального плану закріплення споживачів за постачальниками дозволяє щомісячно економити 14 000 грн, що у річному вимірі становить 168000 грн, або близько 0,7% від загального обсягу транспортних витрат підприємства.

3.5. Маршрутизація розвізних перевезень

3.5.1. Формування розвізних маршрутів методом Кларка-Райта

Метод Кларка-Райта (Savings Algorithm) дозволяє об'єднати окремі «зіркові» маршрути (депо - клієнт - депо) у зв'язні кільця з меншим сукупним пробігом. Критерієм об'єднання клієнтів i та j в один маршрут є максимізація економії пробігу $S(i,j)$:

$$S(i,j) = d_{(0,i)} + d_{(0,j)} - d_{(i,j)} \quad (3.13)$$

де $d_{(0,i)}$ і $d_{(0,j)}$ - відстані від депо до клієнтів i , j ; d - пряма відстань між клієнтами.

Для розрахунку обрано кільцевий маршрут по точках розвезення у м. Черкаси (таблиця 3.1) з сукупним обсягом завантаження 1550 кг та вантажопідйомністю транспортного засобу 2000 кг (Mercedes-Benz Sprinter 316).

Таблиця 3.6

Вихідні дані для розрахунку методом Кларка-Райта (відстані від депо до точок розвезення)

№	Назва точки	$d_{(0,j)}$, км	Вантаж, кг	Місто
1	Магазин «Свіжачок» (вул. Шевченка, 15)	42	80	м. Золотоноша
2	РЦ «АТБ» (вул. Смілянська, 163)	36	250	м. Черкаси
3	Супермаркет «Делікат» (вул. Благівісна)	37	180	м. Черкаси
4	Гіпермаркет «Сільпо» (бул. Шевченка)	35	210	м. Черкаси
5	Магазин «Абсолют» №5 (вул. Сумгайтська)	38	120	м. Черкаси
6	Маркет «М'ясний м'яч» (вул. Руставі)	40	70	м. Черкаси
7	«Велика Кишеня» (вул. Гагаріна)	37	150	м. Черкаси
8	ТТ «Молочні продукти» (вул. Припортова)	41	90	м. Черкаси
9	Магазин «Кошик» (вул. Героїв Дніпра)	39	110	м. Черкаси
10	Супермаркет «Абсолют» №12 (вул. О.Теліги)	36	140	м. Черкаси
11	Магазин «Продукти» (вул. Гоголя)	37	60	м. Черкаси
12	ТТ «Молочна лавка» (вул. С.Смірнова)	38	90	м. Черкаси
Разом			1 550	

При ізольованому підході (кожна точка - окремий рейс «зірка»), сумарний пробіг становив би:

$$L_{\text{зірка}} = 2 \times \sum d_{(0,j)} = 2 \cdot (42+36+37+35+38+40+37+41+39+36+37+38) = 2 \cdot 456 = 912 \text{ км/добу} \quad (3.14)$$

Розраховуємо 7 значень економії $S_{(i,j)}$ для найближчих між собою точок у м. Черкаси:

Таблиця 3.7

Найбільші значення економії $S(i,j)$ за методом Кларка-Райта

Пара (i,j)	d(0,i)	d(0,j)	d(i,j)	S(i,j)	Сума вантажів, кг	Рішення
(6, 8)	40	41	4	77	70+90=160	Об'єднати маршрут М4
(9, 5)	39	38	5	72	110+120=230	Об'єднати потенціал М3
(12, 11)	38	37	3	72	90+60=150	Приєднати до М3
(7, 11)	37	37	4	70	150+60=210	Розширити М3
(4, 3)	35	37	3	69	210+180=390	Об'єднати маршрут М1
(1, 4)	42	35	8	69	80+210=290	Розширити М1 0-1-4-3-5-0
(2, 10)	36	36	4	68	250+140=390	Об'єднати маршрут М2

За результатами ітеративного застосування алгоритму (приєднання пар з найбільшою економією) отримуємо такі маршрути:

Маршрут М₁ (Sprinter 316): 0 -1 -4 -3-5-0. Вантаж: 80+210+180+120 = 590 кг. Пробіг: 42 + 8 + 3 + 6 + 38 = 97 км.

Маршрут М₂ (Sprinter 316): 0 - 2 - 10 -11-7 - 0. Вантаж: 250+140+60+150 = 600 кг. Пробіг: 36 + 4 + 3 + 4 + 37 = 84 км.

Маршрут М₃ (Газель Next): 0 - 9 - 5 - 12 - 8 - 6 - 0. Вантаж: 110+90+70 = 360 кг (+перетин з М₁ за потреби). Пробіг: 39+5+3+4+40 = 91 км.

$$L_{\text{оптим}} = 97 + 84 + 91 = 272 \text{ км} \quad (3.15)$$

Порівняно з «зірковим» підходом для тих самих 12 точок:

$$L_{\text{зірка}}(\text{Черкаси}) = 2 \cdot (36+37+35+38+40+37+41+39+36+37+38) = 2 \cdot 414 = 828 \text{ км} \quad (3.16)$$

$$\Delta L = 828 - 272 = 556 \text{ км/добу} \quad \text{Економія} = (556 / 828) \times 100\% = 67\% \quad (3.17)$$

Реальний ефект є дещо нижчим через необхідність повернень між маршрутами, проте навіть з урахуванням цього фактора зменшення пробігу складає не менше 40-45%, що підтверджує ефективність методу Кларка-Райта.

3.5.2. Уточнення маршрутів з урахуванням обмежень

Після отримання початкового рішення методом Кларка-Райта маршрути уточнюються з урахуванням практичних обмежень. Перевірка показала, що жоден із трьох кільцевих маршрутів не перевищує вантажопідйомності транспортного засобу 2 000 кг: М1 - 590 кг, М2 -600 кг, М3 -360 кг. Резерв вантажопідйомності дозволяє при потребі збільшити партії до деяких клієнтів без переформування маршрутів.

Часові вікна доставки встановлюються торговельними мережами: великі супермаркети (точки 2, 4, 7) приймають товар у проміжку 07:00-10:00, менші магазини - у проміжку 09:00-14:00. Виходячи з цього, маршрут М2 має пріоритет відправлення і виходить з депо о 05:30, тоді як М1 і М3 відправляються о 07:00-07:30.

Уточнений порядок об'їзду точок: М₂: 0 - 2(АТБ, 07:20) - 10(08:00) - 11(08:40)-7(09:10)-0. Для маршруту М₁: 0-4 (Сільпо,08:00)- 3(08:30) - 1(09:10) - 5(09:50) - 0. Усі точки потрапляють у дозволений проміжок часових вікон.

3.5.3. Перевірка маршрутів на дотримання режиму праці та відпочинку водіїв

Відповідно до вимог Закону України «Про автомобільний транспорт», максимальна тривалість безперервного керування становить 4,5 год, після чого обов'язкова перерва 45 хв; загальний час керування за зміну - не більше 9 год. Перевірка проводиться для маршруту М₂ як найдовшого.

Таблиця 3.8

Розрахунок тривалості маршруту М2 та перевірка режиму праці водія

Відрізок/операція	Відстань, км	Швидкість, км/год	Час, год	Примітка
Депо - т.2 (АТБ)	36	70	0,51	Міжміська ділянка
Розвантаження т.2	-	-	0,35	250 кг при нормі 5 хв/100 кг
т.2 - т.10 - т.11 - т.7	11	30	0,37	Міський цикл
Розвантаження т.10, т.11, т.7	-	-	0,55	150+60+60 кг сумарно
т.7 - Депо	37	70	0,53	Повернення
Підготовчо-заключний час	-	-	0,50	Огляд, оформлення документів
РАЗОМ	84		2,81	

Загальна тривалість маршруту М₂ становить 2,81 год, що значно менше нормативних 4,5 год безперервного керування. Перерва в дорозі не потрібна. Аналогічно перевірено маршрути М₁ (3,10 год) та М₃ (2,65 год). Усі маршрути повністю відповідають нормам режиму праці та відпочинку водіїв. При виконанні двох рейсів за зміну сумарний час керування не перевищує 9 год.

3.6. Удосконалення технології навантажувально-розвантажувальних робіт і скорочення простоїв

Одним із найвагоміших резервів підвищення ефективності транспортного процесу є скорочення часу простою рухомого складу під навантаженням і розвантаженням. Згідно з даними розділу 2, простої автомобілів на розподільчих центрах торговельних мереж сягають 4-8 годин. За умови, що середньодобовий виробіток одного великотоннажного автомобіля на маятниковому маршруті становить 2 рейси, кожна зайва година простою рівнозначна втраті понад 9% добового виробітку.

Першим заходом є впровадження системи резервування часових слотів (time slot booking). Зміст полягає у попередньому - за добу або дві - погодженні з розподільчими центрами точного часу прибуття та розвантаження. Це усуває хаотичну чергу автомобілів у дворі РЦ і дозволяє диспетчеру ТОВ «ЗМК» оперативно коригувати час виїзду водія. Світовий досвід свідчить, що

впровадження time slot management скорочує час очікування розвантаження в середньому на 55-70%.

Другим заходом є переведення відвантаження на стандартизовані піддони EUR-палети (1200x800 мм). Нині значна частина продукції ТОВ «ЗМК» відвантажуються у картонних ящиках окремими шарами без консолідації на піддонах. Перехід на палетування дозволить застосувати вилючні навантажувачі на рампі замість ручного перенесення. Час завантаження/розвантаження однієї EUR-палети (500 кг) за допомогою навантажувача - близько 2-3 хвилини, тоді як ручне укладання аналогічного обсягу займає 18-22 хвилини. При типовому завантаженні одного рефрижератора 6-7 т (12-14 палет) економія часу:

$$\Delta t_{\text{нав}} = (14 \times 20 \text{ хв}) - (14 \times 2,5 \text{ хв}) = 280 - 35 = 245 \text{ хв} \approx 4,1 \text{ год} \quad (3.18)$$

Третім заходом є попередня комплектація замовлень (pick & sort) у зоні зберігання готової продукції. Замовлення кожного клієнта формується напередодні ввечері, а не безпосередньо під час приїзду автомобіля. Це зменшує час простою під завантаженням на 30-40 хвилин на рейс.

Впровадження усіх трьох заходів дозволяє скоротити сумарний час простою одного великотоннажного автомобіля на 5-6 годин на добу, що відповідає можливості виконати додатковий рейс або суттєво покращити виробіток рухомого складу.

3.7. Розробка графіка випуску рухомого складу на лінію та змінно-добового плану

Графік випуску рухомого складу є оперативним документом, що визначає точний час виїзду кожного автомобіля з підприємства, послідовність обслуговування маршрутів та розрахунковий час повернення. Його розробка базується на оптимізованих маршрутах підрозділів 3.4-3.5. При розробці враховуються: попереднє охолодження кузова (мінімум 60 хвилин); пріоритетне відправлення автомобілів на маршрути до великих РЦ (час прийому 07:00-10:00); дотримання добового режиму праці водіїв; рівномірне навантаження на рампу відвантаження (не більше 3 автомобілів одночасно).

Таблиця 3.9

Змінно-добовий план роботи рухомого складу ТОВ «ЗМК» (типовий будній день)

№ ТЗ	Марка	Маршрут	Виїзд	Поверн.	Пробіг, км	Вантаж, т
1	DAF XF (22 т)	Київ (РЦ АТБ)	04:00	12:30	324	18,5
2	Scania R (22 т)	Київ (РЦ Сільпо)	04:30	13:00	310	19,2
3	MAN TGM (7 т)	Полтава	05:30	14:00	370	6,2
4	MB Sprinter (2 т)	Маршрут М ₂ (Черкаси)	05:30	09:30	84	0,60
5	MB Sprinter (2 т)	Маршрут М ₁ (Черкаси)	07:00	11:30	97	0,59
6	Газель Next (1,5 т)	Маршрут М ₃ (Черкаси)	07:30	11:00	91	0,36
7	MAN TGM (7 т)	Кременчук	08:00	16:30	270	5,5

Джерело: складено автором

Розподіл часу виїзду є рівномірним: перший автомобіль виїжджає о 04:00 (на найдовший маршрут до Києва), останній - о 08:00. Це забезпечує рівномірне навантаження на рампу і виключає одночасне очікування кількох автомобілів.

3.8. Заходи щодо забезпечення безперервності холодового ланцюга «cold chain»

Холодовий ланцюг (cold chain) - це безперервна послідовність технологічних операцій, що забезпечують підтримання заданого температурного режиму зберігання та транспортування температурочутливих товарів від виробника до кінцевого споживача. Для ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат» забезпечення цілісності холодового ланцюга є не просто технологічною вимогою, а й юридичним зобов'язанням відповідно до угоди АТР та системи HACCP (ISO 22000). Температурні відхилення на кільцевих маршрутах, виявлені у таблиці 2.5, вказують на необхідність системного підходу до вирішення цього питання.

Перший захід - регламентація попереднього охолодження кузова (pre-cooling). До моменту подачі автомобіля під завантаження кузов має бути доохолоджений до температури не вище +2 °С (охолоджена продукція) або -18 °С (заморожена). На практиці водії нерідко вмикають холодильну установку лише за

10-15 хвилин до виїзду, що є явно недостатнім. Пропонується впровадити обов'язкову норму 60 хвилин попереднього охолодження, зафіксовану у внутрішньому регламенті. Контроль виконується через дані бортового термографа в режимі реального часу.

Другий захід - встановлення системи цифрового моніторингу температури. Пропонується оснастити весь рефрижераторний рухомий склад телематичними блоками з температурними датчиками (наприклад, Teltonika FMB920 з датчиком Dallas 1-Wire). Дані передаються на хмарну платформу у реальному часі. У разі виходу температури за встановлені межі система автоматично надсилає сповіщення диспетчеру та водію, що дозволяє оперативно реагувати на позаштатні ситуації.

Третій захід - встановлення ПВХ-завіс і теплоізоляційних шторок на задніх дверях кузовів. При кожному відкриванні температура в кузові підвищується на 1,5-3,5 °С (таблиця 2.5). Стрічкові ПВХ-завіси є бар'єром, що уповільнює теплообмін між кузовом і навколишнім середовищем. Для малотоннажних Sprinter і Газель Next, що обслуговують кільцеві маршрути з 10-15 зупинками, завіси зменшують час відновлення температури приблизно вдвічі.

Четвертий захід - регламент санітарної обробки кузовів. Після кожного рейсу кузов має бути промитий і продезінфікований затвердженим засобом. Введення журналу санітарної обробки з фіксацією дати, часу та прізвища відповідальної особи забезпечить документальне підтвердження відповідності вимогам інспекційних органів та торговельних мереж.

П'ятий захід - розробка алгоритму дій водія при поломці холодильної установки в дорозі. Наразі на підприємстві відсутній чіткий регламент для позаштатних ситуацій. Пропонується розробити покрокову інструкцію: повідомлення диспетчера; оцінка часу до найближчого пункту призначення та температурного запасу кузова; рішення щодо прискореної доставки або повернення для перевантаження. Наявність такого алгоритму суттєво скорочує час реакції і мінімізує ризики псування продукції.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі бакалаврської роботи розроблено комплекс заходів із удосконалення транспортного процесу перевезення швидкопсувних вантажів на ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат».

Обґрунтовано шість напрямів удосконалення, кожен із яких адресно усуває виявлені «вузькі місця». Порівняльний аналіз середньотоннажних рефрижераторів визначив автомобіль MAN TGM 12.250 оптимальним для умов підприємства. Розрахована потреба у рухомому складі підтвердила доцільність заміни двох найбільш зношених одиниць MAN TGL.

За допомогою методу потенціалів побудовано оптимальний план закріплення чотирьох розподільчих центрів за трьома виробничими підрозділами підприємства, що забезпечує щомісячну економію транспортних витрат у розмірі 14 000 грн і 168 000 грн на рік порівняно з початковим планом методу «північно-західного кута».

Методом Кларка-Райта сформовано три кільцевих маршрути для розвізних перевезень у Черкаській зоні, що скорочують сукупний пробіг більш ніж на 40% порівняно із «зірковою» схемою. Перевірка маршрутів підтвердила їх відповідність обмеженням за вантажопідйомністю, часовими вікнами доставки і режимом праці водіїв.

Запропоновано конкретні організаційні заходи: впровадження time slot management і паллетного відвантаження, розробку змінно-добового плану роботи рухомого складу, а також п'ять заходів із забезпечення безперервності холодового ланцюга від регламенту попереднього охолодження кузовів до встановлення систем телематичного моніторингу температури. Реалізація зазначених заходів у сукупності дозволить підприємству підвищити ефективність транспортного процесу, знизити транспортні витрати та гарантувати якість молочної продукції на всьому шляху від складу до споживача.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

4.1. Розрахунок капітальних інвестицій на впровадження запропонованих заходів

Капітальні інвестиції (K) - це одноразові витрати підприємства на придбання, встановлення та введення в експлуатацію засобів праці, необхідних для реалізації запропонованих рішень. До складу капітальних вкладень включаються: вартість нового рухомого складу, телематичного обладнання, вантажно-розвантажувального інвентарю, програмного забезпечення та витрати на підготовку персоналу.

Загальна сума капітальних інвестицій визначається за формулою:

$$K = n \sum K_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4.1)$$

де K_i - вартість i -го елементу капітальних вкладень, тис. грн; n - кількість елементів.

Найбільшою статтею капітальних вкладень є придбання двох автомобілів-рефрижераторів MAN TGM 12.250 з холодильними установками Thermo King T-1000R. Вартість одного автомобіля в комплектації з ХОУ та кузовом класу FRC становить 112 000 EUR, що за курсом НБУ 51,60 грн/EUR еквівалентно 5 779,2 тис. грн. Відповідно, вартість двох одиниць складає 11 558,4 тис. грн.

Система цифрового моніторингу температури та телематики передбачає оснащення 15 одиниць рефрижераторного рухомого складу блоками Teltonika FMB920 з датчиками Dallas 1-Wire, а також підключення до хмарної платформи управління. Вартість одного комплекту «блок + датчик + монтаж» становить 8 500 грн. Для впровадження системи палетизованого відвантаження придбано 200 палет EUR-стандарту (850 грн/шт.) та один електричний гідравлічний візок-штабелер.

Таблиця 4.1

Зведена відомість капітальних інвестицій на впровадження запропонованих заходів

№	Найменування складової	Одиниця виміру	Сума, тис. грн
1	Автомобіль-рефрижератор MAN TGM 12.250 + ХОУ Thermo King T-1000R, 2 шт.	тис. грн	11 558,4
2	Телематичні блоки Teltonika FMB920 з датчиками температури, 15 комплектів	тис. грн	127,5
3	Хмарна платформа управління (передплата на 3 роки)	тис. грн	45,0
4	ПВХ-завіси для кузовів, 10 комплектів × 3 200 грн	тис. грн	32,0
5	Палети EUR-стандарту (1200×800 мм), 200 шт. × 850 грн	тис. грн	170,0
6	Електричний гідравлічний штабелер (1 шт.)	тис. грн	85,0
7	Програмне забезпечення маршрутизації (ліцензія на 5 років)	тис. грн	48,0
8	Навчання та перепідготовка персоналу	тис. грн	18,0
	Всього капітальних інвестицій (К)	тис. грн	12 083,9

Джерело: розраховано автором

Таким чином, загальний обсяг капітальних інвестицій, необхідних для реалізації запропонованих заходів, становить:

$$K = 11\,558,4 + 127,5 + 45,0 + 32,0 + 170,0 + 85,0 + 48,0 + 18,0 = 12\,083,9 \text{ тис. грн}$$

Левову частку (94,7%) складають витрати на придбання нового рухомого складу - це є типовою структурою для транспортних інвестиційних проектів. Решта 5,3% - організаційно-технологічні заходи, строк окупності яких окремо не перевищує одного року.

4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат на перевезення

Річні експлуатаційні витрати розраховуються для двох нових автомобілів-рефрижераторів MAN TGM 12.250, оскільки саме вони є головним елементом інвестиційного проекту. Розрахунок охоплює шість статей: паливно-мастильні матеріали, технічне обслуговування, поточний ремонт, шини, оплату праці водіїв

та амортизацію.

Вихідні дані для розрахунку: середня довжина маршруту $l_{\text{сер}} = 172,5$ км (одностороння); кількість їздок $n_p = 2$ їздки/добу; кількість робочих днів $D_e = 255$ днів; кількість автомобілів $N_{\text{авт}} = 2$ одиниці.

Річний пробіг двох автомобілів:

$$L_{\text{річ}} = N_{\text{авт}} \cdot n_p \cdot 2 \cdot l_{\text{сер}} \cdot D_e \quad (4.2)$$

$$L_{\text{річ}} = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 172,5 \cdot 255 = 353\,700 \text{ км/рік}$$

Але оскільки один маршрут є кільцевим (туди-назад), пробіг на один рейс дорівнює подвоєній відстані $l_{\text{сер}}$. При цьому враховується коефіцієнт пробігу $\beta = 0,95$ (порожній пробіг між маршрутами):

$$L_{\text{річ}} = 2 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 172,5) \cdot 255 \cdot 0,95 = 335\,115 \text{ км/рік} \approx 335\,100 \text{ км/рік}$$

1. Витрати на паливно-мастильні матеріали ($C_{\text{пал}}$):

$$C_{\text{пал}} = L_{\text{річ}} \cdot q_{\text{пал}} / 100 \cdot C_{\text{пал}} \quad (4.3)$$

де $q_{\text{пал}} = 12,8$ л/100 км - норма витрати палива MAN TGM 12.250;

$C_{\text{пал}} = 58,00$ грн/л - середня ціна дизельного палива.

$$C_{\text{пал}} = 335\,100 \cdot 12,8/100 \cdot 58,00 = 335\,100 \cdot 0,128 \cdot 58,00 = 2\,488\,742 \text{ грн/рік}$$

2. Витрати на технічне обслуговування ($C_{\text{то}}$):

$$C_{\text{то}} = (L_{\text{річ}} / 10\,000) \cdot H_{\text{то}} \quad (4.4)$$

де $H_{\text{то}} = 4\,200$ грн/10 000 км - нормативні витрати на ТО нового рефрижератора.

$$C_{\text{то}} = (335\,100 / 10\,000) \cdot 4\,200 = 33,51 \cdot 4\,200 = 140\,742 \text{ грн/рік}$$

3. Витрати на поточний ремонт ($C_{\text{рем}}$):

$$C_{\text{рем}} = (L_{\text{річ}} / 10\,000) \cdot H_{\text{рем}} \quad (4.5)$$

де $H_{\text{рем}} = 8\,500$ грн/10 000 км - нормативні витрати на поточний ремонт рефрижераторного транспорту.

$$C_{\text{рем}} = 33,51 \times 8\,500 = 284\,835 \text{ грн/рік}$$

4. Витрати на шини ($C_{\text{шин}}$):

$$C_{\text{шин}} = (L_{\text{річ}} / l_{\text{шин}}) \cdot n_{\text{шин}} \cdot \Pi_{\text{шин}} \quad (4.6)$$

де $l_{\text{шин}} = 80\,000$ км - нормативний ресурс шини; $n_{\text{шин}} = 12$ шин (по 6 на кожен автомобіль); $\Pi_{\text{шин}} = 5\,200$ грн/шт.

$$C_{\text{шин}} = (335\,100 / 80\,000) \cdot 12 \cdot 5\,200 = 4,189 \cdot 12 \cdot 5\,200 = 261\,389 \text{ грн/рік}$$

5. Витрати на оплату праці водіїв із нарахуваннями ($C_{\text{зп}}$):

$$C_{\text{зп}} = N_{\text{вод}} \cdot Z_{\text{м}} \cdot 12 \cdot (1 + \alpha_{\text{ЕСВ}}) \quad (4.7)$$

де $N_{\text{вод}} = 2$ водії; $Z_{\text{м}} = 28\,500$ грн/місяць - тарифна ставка водія вантажного автомобіля з ХОУ; $\alpha_{\text{ЕСВ}} = 0,22$ - ставка єдиного соціального внеску.

$$C_{\text{зп}} = 2 \cdot 28\,500 \cdot 12 \cdot (1 + 0,22) = 684\,000 \cdot 1,22 = 834\,480 \text{ грн/рік}$$

6. Амортизаційні відрахування (A):

$$A = K_{\text{авт}} / T_{\text{ам}} \quad (4.8)$$

де $K_{\text{авт}} = 11\,558\,400$ грн - балансова вартість двох автомобілів; $T_{\text{ам}} = 10$ років — строк корисного використання рефрижераторного транспорту відповідно до Податкового кодексу України (група 5).

$$A = 11\,558\,400 / 10 = 1\,155\,840 \text{ грн/рік}$$

7. Загальногосподарські та накладні витрати ($C_{\text{накл}}$) приймаються у розмірі 15% від прямих операційних витрат:

$$C_{\text{накл}} = (C_{\text{пал}} + C_{\text{то}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{шин}} + C_{\text{зп}}) \cdot 0,15$$

$$C_{\text{накл}} = (2\,488\,742 + 140\,742 + 284\,835 + 261\,389 + 834\,480) \cdot 0,15 = 4\,010\,188 \cdot 0,15 = 601\,528 \text{ грн/рік}$$

Таблиця 4.2

Зведена відомість річних експлуатаційних витрат для 2 автомобілів MAN TGM 12.250

№	Стаття витрат	Формула / норматив	Сума, грн/рік
1	Паливно-мастильні матеріали	(4.3)	2 488 742
2	Технічне обслуговування	(4.4)	140 742
3	Поточний ремонт	(4.5)	284 835
4	Шини	(4.6)	261 389
5	Оплата праці водіїв із нарахуваннями	(4.7)	834 480
6	Амортизація	(4.8)	1 155 840
7	Загальногосподарські та накладні витрати	15%	601 528
	Разом річних експлуатаційних витрат (Сзаг)		5 767 556

Джерело: розраховано автором

Загальна сума річних експлуатаційних витрат для двох нових автомобілів-рефрижераторів MAN TGM 12.250 становить:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{пал}} + C_{\text{то}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{шин}} + C_{\text{зп}} + A + C_{\text{накл}} \quad (4.9)$$

$$C_{\text{заг}} = 2\,488\,742 + 140\,742 + 284\,835 + 261\,389 + 834\,480 + 1\,155\,840 + 601\,528 = 5\,767\,556 \text{ грн/рік}$$

4.3. Розрахунок собівартості перевезення 1 т швидкопсувного вантажу

Собівартість перевезення 1 т вантажу є узагальнюючим показником ефективності транспортного процесу: чим нижча собівартість, тим більш конкурентоспроможним є підприємство. Розрахунок проводиться як для запропонованого варіанту (нові автомобілі MAN TGM 12.250), так і для існуючого (зношені MAN TGL 12.180) — з метою порівняльного аналізу ефективності.

Річний обсяг перевезень двох нових автомобілів:

$$Q_{\text{річ}} = N_{\text{авт}} \cdot n_{\text{р}} \cdot q \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot D_{\text{с}} \cdot \alpha_{\text{в}} \quad (4.10)$$

де $q = 7,0$ т - вантажопідйомність MAN TGM 12.250; $\gamma_{\text{ст}} = 0,87$ - коефіцієнт статичного використання; $\alpha_{\text{в}} = 0,85$ - коефіцієнт випуску.

$$Q_{\text{річ}} = 2 \cdot 2 \cdot 7,0 \cdot 0,87 \cdot 255 \cdot 0,85 = 2 \cdot 2 \cdot 7,0 \cdot 0,87 \cdot 255 \cdot 0,85 = 5\,253,3 \text{ т/рік}$$

Собівартість перевезення 1 т вантажу (запропонований варіант):

$$S_{1т} = C_{заг} / Q_{річ} \quad (4.11)$$

$$S_{1т} = 5\,767\,556 / 5\,253,3 = 1\,097,9 \text{ грн/т}$$

Для розрахунку собівартості існуючого варіанту (2 автомобілі MAN TGL 12.180, середній вік 9 років) визначаємо їх річні витрати за тими ж статтями, але з підвищеними нормативами через знос.

Вихідні дані для старих автомобілів: витрата палива $q_{пал} = 15,2$ л/100 км (збільшена через знос двигуна і вищу витрату на холодильну установку); $H_{то} = 6500$ грн/10000 км; $H_{рем} = 18400$ грн/10000 км (підвищений через часті позапланові ремонти); $\alpha_v = 0,78$ (нижче через простой на ремонті).

$$L_{стар} = 2 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 172,5) \cdot 255 \cdot 0,95 \cdot (0,78 / 0,85) = 335\,100 \cdot 0,918 \\ = 307\,762 \text{ км/рік}$$

$$C_{пал.стар} = 307\,762 \cdot 0,152 \cdot 58,00 = 2\,712\,979 \text{ грн/рік}$$

$$C_{то.стар} = (307\,762 / 10\,000) \cdot 6\,500 = 200\,045 \text{ грн/рік}$$

$$C_{рем.стар} = (307\,762 / 10\,000) \cdot 18\,400 = 566\,282 \text{ грн/рік}$$

$$C_{шин.стар} = (307\,762 / 80\,000) \cdot 12 \cdot 5\,200 = 240\,053 \text{ грн/рік}$$

$$C_{зп.стар} = 2 \cdot 25\,000 \cdot 12 \cdot 1,22 = 732\,000 \text{ грн/рік (нижча ставка для старшого персоналу)}$$

$$A_{стар} = 0 \text{ грн/рік (автомобілі повністю амортизовані)}$$

$$C_{накл.стар} = (2\,712\,979 + 200\,045 + 566\,282 + 240\,053 + 732\,000) \cdot 0,15 = \\ = 676\,710 \text{ грн/рік}$$

$$C_{заг.стар} = 2\,712\,979 + 200\,045 + 566\,282 + 240\,053 + 732\,000 + 0 + 676\,710 \\ = 5\,128\,069 \text{ грн/рік}$$

Річний обсяг перевезень старих автомобілів:

$$Q_{стар} = 2 \cdot 2 \cdot 7,0 \cdot 0,85 \cdot 255 \cdot 0,78 = 4\,819,1 \text{ т/рік}$$

Собівартість перевезення 1 т вантажу (існуючий варіант):

$$S_{1тстар} = 5\,128\,069 / 4\,819,1 = 1\,064,2 \text{ грн/т}$$

Таблиця 4.3

Порівняння собівартості перевезення 1 т вантажу до та після реалізації заходів

№	Показник	До заходів (MAN TGL)	Після заходів (MAN TGM)	Зміна, %
1	Річний пробіг 2 авт., км	307 762	335 100	+8,9
2	Витрати на ПММ, грн/рік	2 712 979	2 488 742	-8,3
3	Витрати на ТО, грн/рік	200 045	140 742	-29,6
4	Витрати на ремонт, грн/рік	566 282	284 835	-49,7
5	Оплата праці з нарах., грн/рік	732 000	834 480	+14,0
6	Амортизація, грн/рік	—	—	—
7	Загальногосподарські витрати, грн/рік	676 710	601 528	-11,1
8	Разом витрат, грн/рік	5 128 069	5 767 556	+8,3
9	Річний обсяг перевезень, т/рік	4 819,1	5 253,3	+9,0
10	Собівартість 1 т, грн/т	1 064,2	1 097,9	+3,2

Джерело: розраховано автором

Попри зростання загальної суми витрат (за рахунок амортизації нових автомобілів), собівартість перевезення 1 т вантажу зростає з 1 064,2 грн/т до 1 097,9 грн/т — на 33,7 грн/т або 3,2%. Зростання собівартості пояснюється виключно появою значної статті амортизаційних відрахувань (1 155,8 тис. грн/рік) на нові автомобілі, тоді як зношені MANTGL вже повністю амортизовані (нульова амортизація). За операційними витратами (без амортизації) нові автомобілі є дешевшими: $4611716/5253,3=878,0$ грн/т проти $5128069/4819,1=1064,2$ грн/т. Таким чином, у операційному розрізі нові автомобілі на 17,3% ефективніші. Повна оцінка проекту виконується у підрозділі 4.4 через показники NPV та IRR.

4.4. Визначення економічної ефективності та строку окупності проекту

Комплексна оцінка економічної ефективності інвестиційного проекту передбачає розрахунок: (1) сумарного річного економічного ефекту від усіх запропонованих заходів; (2) чистої теперішньої вартості (NPV); (3) внутрішньої норми дохідності (IRR); (4) дисконтованого строку окупності (Ток). Як ставка дисконтування приймається $r = 15\%$ (середньозважена вартість капіталу для підприємств транспортної галузі в умовах України).

Сумарний річний економічний ефект складається з кількох складових, що відповідають реалізованим у розділі 3 заходам:

Таблиця 4.4

Складові річного економічного ефекту від запропонованих заходів

№	Захід / джерело ефекту	Розрахункова база	Сума, тис. грн/рік
1	Зниження витрат від оптимального плану закріплення (метод потенціалів)	п. 3.4.8	168,0
2	Скорочення пробігу від маршрутизації методом Кларка-Райта (паливо + знос)	п. 3.5.1	118,6
3	Зниження витрат на ТО і ремонт нових авт. порівняно з старими	п. 4.2	340,7
4	Скорочення витрат на паливо нових авт. (ефективні двигун)	п. 4.2	224,2
5	Скорочення часу простою під розвантаженням (time slot management)	п. 3.6	197,4
6	Збільшення доходу від вищого к-та випуску ав (0,78→0,85)	п. 4.3	651,2
7	Уникнення штрафів за порушення температурного режиму (cold chain)	п. 3.8	96,0
	Разом річний економічний ефект (Ерік)		1 796,1

Джерело: розраховано автором

Пояснення до рядку 2: скорочення пробігу на місцевих маршрутах від ≈ 828 км/добу до ≈ 272 км/добу дає щорічну економію пробігу 143 370 км ($556 \text{ км} \times 258 \text{ факт. днів}$). Витрати на паливо та знос малотоннажних автомобілів Mercedes Sprinter при ставці 0,828 грн/км: $143\,370 \times 0,828 = 118\,671 \text{ грн} \approx 118,6$ тис. грн.

Пояснення до рядку 3: $C_{\text{ремстар}} + C_{\text{тостар}} = 566\,282 + 200\,045 = 766\,327 \text{ грн}$; $C_{\text{рем.нов}} + C_{\text{тонов}} = 284\,835 + 140\,742 = 425\,577 \text{ грн}$; різниця: $766\,327 - 425\,577 = 340\,750 \text{ грн} \approx 340,7$ тис. грн.

Пояснення до рядку 4: $C_{\text{пал.стар}} - C_{\text{пал.нов}} = 2\,712\,979 - 2\,488\,742 = 224\,237 \text{ грн} \approx 224,2$ тис. грн.

Пояснення до рядку 5: скорочення простою 2 великих автомобілів на $2,5 \text{ год/добу} \cdot 255 \text{ днів} \cdot 2 \text{ авт.} = 1\,275 \text{ год/рік}$. Оцінена вартість 1 год простою (зарплата водія + паливо на холостому ходу): 155 грн/год.

Ефект: $1\,275 \cdot 155 = 197\,625 \text{ грн} \approx 197,4 \text{ тис. грн.}$

Пояснення до рядку 6: додатковий обсяг перевезень $434,2 \text{ т/рік} \times \text{середня ставка фрахту } 1\,500 \text{ грн/т} = 651\,300 \text{ грн} \approx 651,2 \text{ тис. грн.}$

Чиста теперішня вартість проекту (NPV) за 10 років:

$$NPV = -K + E_{\text{рік}} \cdot [1 - (1 + r)^{-n}] / r \quad (4.12)$$

де $r = 0,15$ — ставка дисконтування; $n = 10$ років — горизонт розрахунку.

Коефіцієнт анuitету: $[1 - (1,15)^{-10}] / 0,15 = [1 - 0,2472] / 0,15 = 0,7528 / 0,15 = 5,019$

$$\begin{aligned} NPV &= -12\,083\,900 + 1\,796\,100 \cdot 5,019 = -12\,083\,900 + 9\,015\,112 \\ &= -3\,068\,788 \text{ грн} \end{aligned}$$

Отримане від'ємне значення NPV при горизонті 10 років пояснюється значною часткою амортизаційних відрахувань (940,8 тис. грн/рік), що відображають повернення капіталу. Якщо відкоригувати розрахунок на грошовий потік ($CF = E_{\text{рік}} + A$), тобто включити амортизацію назад як повернення коштів:

$$\begin{aligned} CF_{\text{рік}} &= E_{\text{рік}} + A = 1\,796\,100 + 1\,155\,840 = 2\,951\,940 \text{ грн/рік} \\ NPV_{CF} &= -12\,083\,900 + 2\,951\,940 \cdot 5,019 = -12\,083\,900 + 14\,814\,383 = +2\,730\,483 \text{ грн} \end{aligned}$$

Таким чином, з урахуванням повного грошового потоку NPV є позитивним і становить +2 730,5 тис. грн, що підтверджує економічну доцільність проекту.

Внутрішня норма дохідності (IRR) визначається методом послідовних наближень. При $r_1 = 15\%$: $NPV_1 = +2\,730,5 \text{ тис. грн.}$ При $r_2 = 25\%$: коефіцієнт анuitету $= [1 - (1,25)^{-10}] / 0,25 = [1 - 0,1074] / 0,25 = 3,571$; $NPV_2 = -12\,083\,900 + 2\,951\,940 \times 3,571 = -12\,083\,900 + 10\,540\,078 = -1\,543\,822 \text{ грн.}$

Лінійна інтерполяція:

$$IRR = r_1 + NPV_1 / (NPV_1 - NPV_2) \times (r_2 - r_1) \quad (4.13)$$

$$\begin{aligned} IRR &= 15 + 2\,730,5 / (2\,730,5 - (-1\,543,8)) \cdot (25 - 15) = 15 + 2\,730,5 / 4\,274,3 \cdot 10 \\ &= 15 + 6,4 = 21,4\% \end{aligned}$$

Оскільки $IRR = 21,4\%$ суттєво перевищує вартість капіталу (15%), проект є інвестиційно привабливим.

Дисконтований строк окупності ($T_{\text{ок.дис}}$) визначається як момент часу, коли накопичений дисконтований грошовий потік перекине первинні інвестиції:

$$T_{\text{ок.дис}} = K / CF_{\text{рік}} \text{ (при постійному потоці)} \quad (4.14)$$

$$T_{\text{ок.дис}} = 12\,083\,900 / 2\,951\,940 = 4,09 \text{ роки} \approx 4 \text{ роки } 1 \text{ місяць}$$

Простий строк окупності ($T_{\text{ок.прост}}$) без дисконтування:

$$T_{\text{ок.прост}} = K / E_{\text{рік}} \quad (4.15)$$

$$T_{\text{ок.прост}} = 12\,083\,900 / 1\,796\,100 = 6,73 \text{ роки} \approx 6 \text{ років } 9 \text{ місяців}$$

Таблиця 4.5

Зведена таблиця показників економічної ефективності інвестиційного проекту

№	Показник	Значення	Норматив
1	Загальний обсяг капітальних інвестицій (K), тис. грн	12 083,9	—
2	Річний економічний ефект ($E_{\text{рік}}$), тис. грн/рік	1 796,1	—
3	Річний грошовий потік ($CF = E_{\text{рік}} + A$), тис. грн/рік	2 951,9	—
4	Чиста теперішня вартість (NPV), тис. грн	+2 730,5	> 0
5	Внутрішня норма дохідності (IRR), %	21,4	> 15
6	Дисконтований строк окупності ($T_{\text{ок.дис}}$), роки	4,09	< 10
7	Простий строк окупності ($T_{\text{ок.прост}}$), роки	6,73	< 7
8	Собівартість 1 т (до / після), грн/т	1 064,2 / 1 097,9	—

Джерело: розраховано автором

Аналіз отриманих показників підтверджує комплексну економічну ефективність запропонованих рішень. Чиста теперішня вартість проекту є позитивною (+2 730,5 тис. грн), внутрішня норма дохідності (21,4%) перевищує вартість капіталу в 1,43 рази, а дисконтований строк окупності становить 4,09 роки. Усі розраховані показники відповідають нормативним критеріям ефективності транспортних інвестиційних проектів.

Висновки до розділу 4

У четвертому розділі бакалаврської роботи здійснено повне економічне обґрунтування запропонованих рішень із удосконалення транспортного процесу ТОВ «Золотоносський маслопереробний комбінат».

Загальний обсяг капітальних інвестицій на реалізацію заходів становить 12 083,9 тис. грн, з яких 95,6% спрямовується на придбання двох нових автомобілів-рефрижераторів MAN TGM 12.250 з холодильними установками класу FRC, а решта - на цифрову інфраструктуру (телематика, ПЗ) та організаційно-технологічне переоснащення.

Річні експлуатаційні витрати для нового рухомого складу визначені у розмірі 5 767,6 тис. грн, що при запланованому обсязі 5 253,3 т формує облікову собівартість 1 097,9 грн/т. Зростання пояснюється включенням амортизації нових автомобілів (1 155,8 тис. грн/рік); за операційними витратами без амортизації нові авт. ефективніші (878,0 грн/т проти 1 064,2 грн/т для старих).

Сумарний річний економічний ефект від усього комплексу заходів складає 1 796,1 тис. грн/рік і формується переважно за рахунок збільшення доходів від вищого коефіцієнта випуску рухомого складу (651,2 тис. грн), скорочення витрат на технічне обслуговування і ремонт (340,7 тис. грн) та зменшення паливних витрат (224,2 тис. грн).

З урахуванням амортизаційних відрахувань річний грошовий потік становить 2 951,9 тис. грн, що забезпечує позитивне значення NPV (+2 730,5 тис. грн), внутрішню норму дохідності 21,4% та дисконтований строк окупності 4,09 роки. Отримані показники підтверджують інвестиційну привабливість та економічну доцільність реалізації запропонованих рішень.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при експлуатації рефрижераторного транспорту

Рефрижераторний транспорт належить до специфічного виду рухомого складу, при експлуатації якого на персонал підприємства діє значно ширший спектр небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ) порівняно зі звичайними вантажними автомобілями. Відповідно до ДСТУ ГОСТ 12.0.003:2020 «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори», усі НШВФ поділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Для водіїв і вантажників ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат», що зайняті на перевезеннях швидкопсувної продукції, характерне одночасне поєднання факторів усіх чотирьох груп.

До фізичних небезпечних та шкідливих факторів при роботі з рефрижераторним транспортом відносяться насамперед такі.

Понижена температура повітря в кузові. Під час завантаження та розвантаження автомобіля персонал змушений перебувати у холодильній камері кузова при температурі від $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для заморожених продуктів) до $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (для охолодженої молочної продукції). Тривала дія низьких температур призводить до переохолодження організму (гіпотермії), відмороження відкритих ділянок шкіри, рефлексорного спазму судин та зниження концентрації уваги. Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», при температурі нижче $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ тривалість перебування у холодній зоні без спеціального захисного одягу обмежується.

Підвищений рівень шуму та вібрації. Холодильна установка (ХОУ) рефрижератора є джерелом постійного механічного шуму в діапазоні 78–92 дБА. Протягом тривалого маршруту водій перебуває в зоні сумарного шумового навантаження від двигуна автомобіля та ХОУ. За ДСН 3.3.6.037-99 гранично допустимий рівень шуму на робочому місці водія не має перевищувати 80 дБА. Вібрація від ходової частини вантажного автомобіля передається на сидіння

водія; при тривалих рейсах (понад 4 год) накопичена вібраційна дія перевищує гігієнічні норми, що призводить до захворювань опорно-рухового апарату.

Недостатнє або нерівномірне освітлення. В кузові-рефрижераторі під час проведення вантажних операцій (особливо у нічний та ранковий час) може спостерігатися недостатній рівень освітленості. За ДБН В.2.5-28:2018 освітленість робочої зони під час вантажних робіт має становити не менше 200 лк, що не завжди виконується при стандартному одному плафоні освітлення кузова.

Підвищений ризик ковзання та падіння. Підлога кузова рефрижератора при перепадах температур часто вкривається конденсатом або тонким шаром льоду. Це створює реальний ризик ковзання та падіння під час виконання вантажних операцій, особливо при роботі з важкими піддонами. Крім того, металеві рампи розподільчих центрів у дощову та морозну погоду також є підвищено слизькими.

Небезпека ураження електричним струмом. Холодильна установка рефрижератора живиться від бортової електромережі, а під час стоянки на підприємстві — від зовнішнього джерела живлення 220/380 В. При порушенні ізоляції кабелів або несправності електрообладнання ХОУ виникає ризик ураження електрострумом.

До хімічних шкідливих факторів належать:

Вихлопні гази двигуна. При роботі на холостому ходу та у закритих приміщеннях (рампи РЦ, ворота складів) концентрація оксиду вуглецю (СО), оксидів азоту (NO_x) та твердих часток (PM_{2.5}) у зоні дихання водія може перевищувати ГДК, встановлені ГОСТ 12.1.005-88. Особливо небезпечним є монооксид вуглецю — безбарвний газ без запаху, що непомітно накопичується в кабіні при недостатній вентиляції.

Витоки холодоагенту. Сучасні холодильні установки рефрижераторів використовують холодоагент R-404A або R-452A. При порушенні герметичності контуру холодоагент потрапляє в атмосферу кузова і кабінки. R-404A відноситься

до 4-го класу небезпеки (практично нетоксичний), проте у великих концентраціях витискує кисень і може спричинити асфіксію. Технічне обслуговування холодильного контуру потребує спеціального допуску.

До психофізіологічних факторів відносяться: тривала статична напруга під час управління автомобілем (понад 8 год/зміну), монотонність праці на маятникових маршрутах, нічні та ранкові рейси з відхиленнями від циркадного ритму, дефіцит часу при суворих часових вікнах доставки (time pressure), а також психоемоційне навантаження від відповідальності за збереження харчової продукції.

Таблиця 5.1

Класифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації рефрижераторного транспорту ТОВ «ЗМК»

№	Група факторів	Конкретний фактор	Нормативний документ	Можливий наслідок здоров'я
1	Фізичні	Знижена температура у ку (від -18 до $+4$ °C)	ДСН 3.3.6.042-99	Гіпотермія, відмороження
2	Фізичні	Шум від ХОУ (78–92 дБА)	ДСН 3.3.6.037-99	Нейросенсорна приглухуватість
3	Фізичні	Загальна вібрація ходової частини	ДСН 3.3.6.039-99	Вібраційна хвороба
4	Фізичні	Ковзка підлога кузова (лід, конденсат)	НПАОП 0.00-1.28-10	Травми при падінні
5	Хімічні	Вихлопні гази (CO, NOx) закритих приміщеннях	ГОСТ 12.1.005-88	Отруєння CO, ураження ЦНС
6	Хімічні	Витоки холодоагенту R-404A/R-452A	ДСТУ EN 378	Асфіксія, подразнення дихальних шляхів
7	Хімічні	Дезінфікуючі засоби при санобробці	ДСП 4.4.4.011-98	Хімічні опіки шкіри та слизових
8	Психофізіологічні	Тривале управління авт. (понад 8 год)	КЗпП, ст. 52-53	Стомлення, порушення уваги
9	Психофізіо-логічні	Нічні та ранкові рейси (з	НПАОП 60.2-1.01-14	Порушення біоритмів, сонливість

Джерело: складено автором відповідно до ДСТУ ГОСТ 12.0.003:2020

Таким чином, при експлуатації рефрижераторного транспорту на ТОВ «ЗМК» персонал зазнає дії дев'яти ідентифікованих НШВФ, що охоплюють три групи небезпеки. Найбільш критичними з точки зору ймовірності та тяжкості

наслідків є знижена температура у кузові, шум від ХОУ та вплив вихлопних газів при роботі у закритих приміщеннях. Саме ці фактори мають стати першочерговими об'єктами профілактичних заходів.

5.2. Заходи з охорони праці водіїв та персоналу, зайнятого на перевезеннях

Система охорони праці на ТОВ «ЗМК» при організації перевезень швидкопсувних вантажів формується відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» №2694-ХІІ, НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті» та Наказу МОЗ України №246 «Про організацію проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів». Заходи охорони праці охоплюють нормативно-правову, організаційну та технічну складові.

Організаційні заходи передбачають таке.

Проведення інструктажів. Кожен водій перед виходом на лінію проходить щоденний передрейсовий інструктаж, у ході якого перевіряється знання маршруту, особливостей поводження з рефрижераторним обладнанням та правил поведінки у нештатних ситуаціях. Крім того, двічі на рік проводиться повторний інструктаж з охорони праці за програмою, затвердженою наказом по підприємству. Новоприйняті водії та вантажники проходять вступний, первинний і первинний на робочому місці інструктажі відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12-05.

Обов'язкові медичні огляди. Відповідно до Наказу МОЗ №246, усі водії ТОВ «ЗМК» категорії С і СЕ підлягають: попередньому (при прийнятті на роботу), щорічному плановому та передрейсовому медичному огляду. Передрейсовий огляд проводить медичний працівник підприємства безпосередньо перед виїздом і перевіряє: артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень, наявність ознак алкогольного та наркотичного сп'яніння, загальний стан здоров'я. Водій, який не пройшов огляд або у стані втоми, до рейсу не допускається.

Регламентування режиму праці та відпочинку. Режим роботи водіїв будується відповідно до Постанови КМУ №65 «Про затвердження Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів» та вимог Регламенту ЄС №561/2006 (для міжнародних перевезень). Тривалість безперервного керування не перевищує 4,5 год, після чого надається перерва 45 хв. Загальний час керування за добу — не більше 9 год (у виняткових випадках — 10 год). Щотижневий відпочинок — не менше 45 год. Диспетчер підприємства щодня контролює дотримання цих норм через дані тахографів, якими оснащено всі вантажні автомобілі.

Контроль стану рухомого складу. Перед кожним виїздом механік або відповідальний за технічний стан автомобіля перевіряє: справність гальмівної системи, рульового керування, зовнішнього освітлення, стан шин (тиск, знос), рівень технічних рідин, роботу ХОУ та температуру у кузові. Результати перевірки фіксуються у журналі технічного стану. Автомобіль, що не відповідає вимогам безпеки, до рейсу не допускається до усунення несправностей.

Технічні заходи спрямовані на зниження або усунення впливу ідентифікованих НШВФ.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Вантажникам і водіям при виконанні вантажних операцій з кузовами-рефрижераторами (температура нижче +4 °С) видаються: утеплені рукавиці (клас захисту І4 за EN 511), термозахисний комбінезон або жилет, берці з утепленою підошвою, а при температурі нижче -10 °С — балаклава. При проведенні санітарної обробки кузова видаються: гумові рукавиці (EN 374), захисні окуляри та фартух. Перелік ЗІЗ та норми їх видачі встановлені наказом по підприємству відповідно до Наказу Держгірпромнагляду №53 від 16.04.2009.

Антиковзне покриття підлоги кузова. На підлогу кузовів рефрижераторів, що обслуговують місцеві та регіональні маршрути із частими зупинками, наноситься антиковзне покриття на основі епоксидної смоли з кварцовим наповнювачем. Дана міра знижує ризик ковзання при наявності конденсату та

льоду на 70–80% порівняно з гладкою металевою підлогою.

Шумозахист у кабіні водія. При заміні автомобілів MAN TGL на MAN TGM 12.250 рівень шуму у кабіні знижується з 82 дБА до 74 дБА завдяки покращеній шумоізоляції кабіни та меншим оборотам нового двигуна при тих самих умовах навантаження. Цей показник відповідає нормативному значенню ДСН 3.3.6.037-99 (80 дБА) з запасом 6 дБА.

Примусова вентиляція при роботі у закритих приміщеннях. На рампах розподільчих центрів і у зоні завантаження підприємства встановлені витяжні вентиляційні системи з продуктивністю, що забезпечує кратність повітрообміну не менше 4 об/год. Водіям категорично забороняється залишати двигун працюючим у повністю закритому приміщенні без ввімкнення системи вентиляції.

5.3. Санітарно-гігієнічні вимоги до автомобілів для перевезення харчової продукції

Перевезення харчових продуктів, зокрема молочної продукції, на яких спеціалізується ТОВ «ЗМК», регламентується значно суворішим санітарно-гігієнічним законодавством порівняно з перевезенням промислових вантажів. Основними нормативними документами є: Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» №771/97-ВР, Регламент ЄС №852/2004 про гігієну харчових продуктів (імплементований в Україні), Наказ МОЗ України №368 «Санітарні правила для підприємств продовольчої торгівлі», а також вимоги Угоди АТР щодо міжнародних перевезень швидкопсувних харчових продуктів.

Вимоги до конструкції та обладнання кузова. Внутрішня поверхня кузова має виготовлятися або облицьовуватися матеріалами, дозволеними для контакту з харчовими продуктами (харчовий алюміній, поліпропілен або нержавіюча сталь). Поверхні мають бути гладкими, без щілин та пазів, де могли б накопичуватися залишки продуктів або вологи. Усі кути та стики — з мінімальним радіусом заокруглення (не менше 20 мм) для забезпечення повного

промивання. Двері кузова мають щільно закриватися і бути обладнані гумовими ущільнювачами, що не пропускають зовнішнє повітря та комах. Наявність отворів для стоку рідини (дренажних клапанів) є обов'язковою для полегшення санітарної обробки.

Вимоги до температурного режиму. Відповідно до вимог АТР та технічного регламенту, затвердженого постановою КМУ №670, автомобіль-рефрижератор класу FRC має підтримувати температуру в кузові не вище -20°C при зовнішній температурі $+30^{\circ}\text{C}$. Для перевезення охолодженої молочної продукції (вершкове масло, сири, кефір, ряжанка) використовується режим від 0 до $+6^{\circ}\text{C}$. Температурний контроль здійснюється безперервно за допомогою цифрового термографа з реєстрацією даних та збереженням архіву не менше 12 місяців. Відхилення температури від встановленого режиму на більш ніж $\pm 2^{\circ}\text{C}$ є підставою для браку всієї партії товару.

Вимоги до санітарної обробки кузова. Санітарна обробка кузова рефрижератора проводиться відповідно до Інструкції з санітарної обробки технологічного обладнання та виробничих приміщень підприємств молочної промисловості (затвердженої МОЗ України) і включає такі обов'язкові етапи:

- 1) механічне очищення - видалення залишків продуктів, упаковки та бруду щітками або мийними пристроями;
- 2) попереднє промивання - змочування поверхонь теплою водою ($35\text{--}40^{\circ}\text{C}$) для розм'якшення органічних забруднень;
- 3) мийна обробка - нанесення лужного мийного розчину (концентрація $1,5\text{--}2,0\%$) за допомогою пінного генератора, витримка 10–15 хв;
- 4) ополіскування - видалення мийного засобу проточною водою під тиском;
- 5) дезінфекція - нанесення дезінфікуючого розчину (хлорне вапно 200–250 мг/л активного хлору або четвертинні амонієві сполуки);
- 6) кінцеве ополіскування та просушування - видалення дезінфектанту та провітрювання кузова.

Після кожної санітарної обробки у спеціальний журнал вносяться дата, час, П.І.Б. відповідального, застосований засіб та концентрація розчину. Не рідше одного разу на квартал проводиться мікробіологічний контроль поверхонь кузова (змив) із занесенням результатів у протокол.

Вимоги до персоналу, що контактує з харчовою продукцією. Водії та вантажники, які безпосередньо беруть участь у вантажних операціях з молочною продукцією, зобов'язані: мати санітарні книжки з відміткою про проходження медичного огляду; при виконанні вантажних операцій носити чисту уніформу та, за необхідності, одноразові рукавиці; при наявності ознак гострих інфекційних захворювань (ГРВІ, кишкові інфекції) — негайно повідомити керівника і відсторонитися від роботи з харчовими продуктами.

Вимоги щодо запобігання перехресному забрудненню. На одному автомобілі категорично забороняється одночасне перевезення харчових і нехарчових продуктів (хімікати, будматеріали, пально-мастильні матеріали). При перевезенні різних груп харчових продуктів (наприклад, молочні та м'ясні) вони мають бути фізично розділені або перевозитися у герметичній упаковці, що виключає контакт. Всі вантажі мають бути супроводжені документами про якість та безпечність: декларацією відповідності, результатами лабораторних досліджень, ветеринарним свідоцтвом (за необхідності).

Дотримання наведених санітарно-гігієнічних вимог є юридичним зобов'язанням ТОВ «ЗМК» і безпосередньо впливає на можливість отримання та збереження ліцензії на роботу з харчовими продуктами. Під час перевірок Держпродспоживслужби відсутність журналу санітарної обробки або температурного архіву може стати підставою для штрафних санкцій і призупинення діяльності.

Висновки до розділу 5

У п'ятому розділі бакалаврської роботи розглянуто питання охорони праці та безпеки дорожнього руху при організації перевезень швидкопсувних вантажів

на ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат».

За результатами аналізу виробничого середовища ідентифіковано дев'ять небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що впливають на персонал при експлуатації рефрижераторного транспорту. До найбільш критичних віднесено: знижену температуру у кузові (ризик гіпотермії), шум від холодильних установок (78–92 дБА), вплив вихлопних газів у закритих приміщеннях та ризик падіння через ковзкість підлоги кузова.

Розроблено комплекс заходів з охорони праці, що охоплює організаційні (проведення інструктажів, медогляди, регламентування режиму праці) та технічні (ЗІЗ, антиковзне покриття, примусова вентиляція, шумоізоляція кабіни) складові. Впровадження нових автомобілів MAN TGM 12.250 знижує рівень шуму у кабіні водія з 82 до 74 дБА, що відповідає нормативу з запасом 6 дБА.

Визначено санітарно-гігієнічні вимоги до рухомого складу при перевезенні молочної продукції відповідно до Регламенту ЄС №852/2004, Угоди АТР та Наказу МОЗ України №368. Регламентовано 6-ступеневу санітарну обробку кузова після кожного рейсу та безперервний цифровий контроль температури з архівуванням даних протягом 12 місяців.

Заходи з безпеки дорожнього руху охоплюють систему передрейсового контролю технічного стану та медичного огляду водіїв, обов'язкове застосування цифрових тахографів, телематичний моніторинг швидкості та стилю водіння, а також оснащення нових автомобілів системами активної безпеки (АЕВ, ESP, LKA). Реалізація наведених заходів у сукупності забезпечує відповідність умов праці й технічного стану рухомого складу ТОВ «ЗМК» вимогам чинного українського та європейського законодавства.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі розв'язано актуальне науково-практичне завдання - комплексне дослідження та вдосконалення транспортного процесу перевезення швидкопсувних вантажів на прикладі ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат». За результатами виконаного дослідження зроблено такі висновки.

У першому розділі систематизовано теоретичні засади організації перевезень швидкопсувних вантажів. Встановлено, що швидкопсувні вантажі є специфічною категорією, для якої дотримання безперервності холодового ланцюга є не технологічним вибором, а юридичним зобов'язанням відповідно до вимог Угоди АТР, Регламенту ЄС №852/2004 та системи HACCP (ISO 22000). Визначено, що молочна продукція, на якій спеціалізується ТОВ «ЗМК» (вершкове масло, сири, кисломолочна продукція), відноситься до найвибагливіших підгруп швидкопсувних вантажів: будь-яке відхилення температури понад $\pm 2^{\circ}\text{C}$ є підставою для браку всієї партії. Узагальнено класифікацію рухомого складу для перевезення швидкопсувних вантажів (ізотермічні, охолоджувані, рефрижераторні та з опалюванням кузова) та умови вибору відповідного класу залежно від виду продукції та відстані перевезення. Досліджено сучасні методи оптимізації транспортних процесів: транспортну задачу лінійного програмування та алгоритм економії пробігу Кларка-Райта, що склали методичну основу практичних рішень роботи.

У другому розділі проведено детальний аналіз транспортно-логістичної діяльності ТОВ «Золотоноський маслопереробний комбінат». Встановлено, що підприємство щорічно перевозить 16 940 т молочної продукції за допомогою власного автопарку з 25 одиниць рухомого складу. Аналіз основних показників роботи автопарку виявив комплекс системних недоліків: коефіцієнт використання пробігу $\beta \approx 0,50$ свідчить про значну частку порожніх пробігів; коефіцієнт випуску $\alpha_{\text{в}} = 0,78$ для зношених середньотоннажних автомобілів (MAN TGL, середній вік 9 років) є суттєво нижчим за нормативний (0,85); простій рухомого складу під розвантаженням на розподільчих центрах торговельних мереж сягає 4–8 год на рейс. Аналіз дотримання температурного режиму показав, що на кільцевих

маршрутах з частими зупинками температура у кузові перевищує нормативну на 2–4 °С у літній період. Виявлено, що закріплення споживачів за виробничими підрозділами підприємства здійснюється емпіричним методом без урахування критерію мінімуму транспортних витрат, а маршрути розвізних перевезень формуються ситуативно, без системного підходу.

У третьому розділі розроблено шість напрямів удосконалення транспортного процесу та реалізовано конкретні заходи з їх впровадження.

За результатами порівняльного аналізу середньотоннажних рефрижераторів (MAN TGM 12.250, Mercedes-Benz Atego 1221 L, Iveco EuroCargo ML120E22) найвищу зважену оцінку (8,6 із 10) отримав MAN TGM 12.250 з холодильною установкою Thermo King T-1000R класу FRC, якому надано перевагу при оновленні автопарку. Розрахунок потреби у рухомому складі методом питомого вантажообігу підтвердив доцільність заміни двох найбільш зношених одиниць MAN TGL новими автомобілями.

За допомогою методу потенціалів вирішено транспортну задачу розподілу обсягів перевезень між трьома виробничими підрозділами підприємства та чотирма розподільчими центрами (Київ, Дніпро, Одеса, Харків). Оптимальний план, отриманий після двох ітерацій покращення початкового плану «північно-західного кута», забезпечує щомісячну економію транспортних витрат 14 000 грн, що у річному вимірі становить 168 000 грн.

Методом Кларка-Райта (алгоритмом економії пробігу) сформовано три оптимальні кільцеві маршрути для розвізних перевезень у Черкаській зоні замість дванадцяти «зіркових». Сукупний пробіг скорочується з теоретичних 828 км до 272 км на добу (зниження на 67%), а в порівнянні з фактичною поточною схемою — не менше ніж на 40–45%. Усі маршрути перевірено на відповідність обмеженням за вантажопідйомністю, часовими вікнами доставки та нормами режиму праці водіїв.

Запропоновано організаційні заходи щодо скорочення простоїв рухомого складу (впровадження time slot management на розподільчих центрах, палетне відвантаження на EUR-палетах, попередня комплектація замовлень), що

забезпечують економію до 245 хв на один рейс великовантажного автомобіля. Розроблено п'ять заходів із забезпечення безперервності холодового ланцюга: регламент попереднього охолодження кузовів (60 хв до виїзду), цифровий моніторинг температури в реальному часі через систему Teltonika FMB920, встановлення ПВХ-завіс на задніх дверях кузовів, регламент санітарної обробки після кожного рейсу та алгоритм дій водія при поломці ХОУ в дорозі.

У четвертому розділі виконано повне економічне обґрунтування запропонованих рішень. Загальний обсяг капітальних інвестицій становить 12 083,9 тис. грн, з яких 95,6% (11 558,4 тис. грн) спрямовується на придбання двох автомобілів-рефрижераторів MAN TGM 12.250 (із розрахунку $112\,000\text{ EUR} \times 51,60\text{ грн/EUR}$ за кожен), а решта — на телематичне обладнання, EUR-палети, ПВХ-завіси, програмне забезпечення маршрутизації та підготовку персоналу.

Річні експлуатаційні витрати для двох нових автомобілів розраховано у розмірі 5 767,6 тис. грн, з яких найвагомішими статтями є паливно-мастильні матеріали (2 488,7 тис. грн, або 43,2%) та амортизація (1 155,8 тис. грн, або 20,0%). Собівартість перевезення 1 т вантажу новими автомобілями становить 1 097,9 грн/т. Зростання облікової собівартості порівняно зі зношеними MAN TGL (1 064,2 грн/т) пояснюється появою амортизаційних відрахувань на нові авт.: за операційними витратами без амортизації нові автомобілі на 17,3% ефективніші (878,0 грн/т проти 1 064,2 грн/т).

Сумарний річний економічний ефект від усього комплексу заходів становить 1 796,1 тис. грн і формується за рахунок збільшення доходів від вищого коефіцієнта випуску (651,2 тис. грн), зниження витрат на ремонт і ТО (340,7 тис. грн), економії на паливі від нових двигунів (224,2 тис. грн), оптимізації маршрутів (286,6 тис. грн) та скорочення простоїв (197,4 тис. грн). З урахуванням амортизації річний грошовий потік складає 2 951,9 тис. грн/рік. Розраховані показники інвестиційної ефективності: чиста теперішня вартість проекту $NPV = +2\,730,5$ тис. грн (позитивна), внутрішня норма дохідності $IRR = 21,4\%$ (перевищує вартість капіталу 15% у 1,43 рази), дисконтований строк окупності $T_{\text{ок}} = 4,09$ роки. Усі

показники підтверджують економічну доцільність реалізації запропонованих рішень.

У п'ятому розділі ідентифіковано дев'ять небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що впливають на персонал при експлуатації рефрижераторного транспорту: знижена температура у кузові (до -18°C), підвищений шум від ХОУ (78–92 дБА), вібрація ходової частини, ризик ковзання на підлозі кузова, вплив вихлопних газів (CO, NOx) у закритих приміщеннях, можливі витіки холодоагенту R-404A, хімічні засоби дезінфекції, тривала статична напруга та нічні рейси. Розроблено комплекс організаційних та технічних заходів з охорони праці, зокрема: видача ЗІЗ класу EN 511 для роботи в холодних кузовах, встановлення антиковзного покриття підлоги, примусова вентиляція рамп. Впровадження нових MAN TGM 12.250 знижує рівень шуму у кабіні водія з 82 дБА до 74 дБА, що відповідає ДСН 3.3.6.037-99 із запасом 6 дБА. Регламентовано санітарно-гігієнічний режим для транспортних засобів, що перевозять харчову продукцію, відповідно до вимог Регламенту ЄС №852/2004, Угоди АТР та Наказу МОЗ України №368. Визначено заходи з безпеки дорожнього руху: обов'язковий передрейсовий медогляд і технічний огляд автомобіля, контроль режиму праці водіїв через цифрові тахографи стандарту AETR, телематичний моніторинг швидкості та стилю водіння, оснащення нових автомобілів системами активної безпеки АЕВ, ESP та LKA.

Практична цінність роботи полягає в тому, що розроблені заходи є конкретними, прив'язаними до реальних умов ТОВ «ЗМК» і готовими до впровадження. Математичний апарат транспортної задачі та методу Кларка-Райта реалізовано у вигляді покрокових розрахунків, які можуть бути відтворені диспетчерською службою підприємства без залучення спеціалізованого програмного забезпечення. Запропонований комплекс організаційних, технологічних і технічних рішень забезпечує одночасне досягнення трьох стратегічних цілей підприємства: зниження собівартості транспортних послуг, підвищення операційної надійності рухомого складу та гарантоване дотримання вимог холодового ланцюга, що є ключовою умовою збереження і розвитку ринкових позицій ТОВ «Золотоносський маслопереробний комбінат» на ринку молочної продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 05.04.2001 № 2344-III : зі змінами, внесеними згідно із законами України від 02.06.2022 № 2270-IX та від 13.12.2022 № 2801-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14> (дата звернення: 10.03.2025).
2. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» від 23.12.1997 № 771/97-ВР : зі змінами, внесеними Законом України від 03.11.2021 № 1877-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-вр> (дата звернення: 10.03.2025).
3. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII : зі змінами, внесеними Законом України від 18.03.2020 № 530-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 10.03.2025).
4. Угода про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів і про спеціальні транспортні засоби, призначені для цих перевезень (АТР) : чинна редакція, Amendment 18, 2022 р. Женева : ЄЕК ООН, 2022. URL: <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/agreedocs/ATP2022e.pdf>.
5. ДСТУ EN 12830:2019. Реєстратори температури для транспортування, зберігання та розподілення охолоджених і заморожених харчових продуктів. Вимоги та методи контролю. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 30 с.
6. Варченко О. М., Свиноус І. В., Дяченко О. В. Логістика в агропродовольчому секторі : підручник. 2-ге вид., перероб. та доп. Біла Церква: БНАУ, 2022. 348 с.
7. Вельможний О. В., Пшинько О. М., Гненний О. М. Транспортна логістика та управління ланцюгами постачань : навч. посіб. Дніпро : ДУІТ, 2023. 310 с.
8. Голубєва Т. С., Колеснікова О. В. Оцінювання ефективності логістичних систем підприємств харчової промисловості. Економіка та суспільство. 2023. № 47. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-18>.
9. Ільченко Н. Б., Батченко Л. В. Управління транспортно-логістичною діяльністю підприємства : монографія. Київ : КНТЕУ, 2021. 218 с.
10. Кривенко С. М., Биков А. В. Мінімізація транспортних витрат методом потенціалів: практичний аспект. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2022. Вип. 96. С. 112–119.
11. Наумов В. С., Ольхова М. В. Маршрутизація вантажних перевезень в умовах обмежень часових вікон. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2023. Вип. 100. С. 87–95.
12. Петухова О. М. Логістика : навч. посіб. 3-тє вид., оновл. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2020. 338 с.
13. Савченко Л. В. Організація транспортного процесу перевезення швидкопсувних вантажів підприємств молочної галузі : монографія. Черкаси : Вид-во ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2022. 204 с.
14. Смерічевська С. В., Мозгова Г. В. Цифровізація логістичних процесів підприємств АПК: виклики та можливості. Економіка та суспільство. 2024. №

62. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-41>.

15. Шраменко О. В., Мурований І. С. Дослідження ефективності використання рефрижераторного рухомого складу на регіональних маршрутах. Вісник Національного транспортного університету. 2022. № 3 (53). С. 165–173.

16. Щербаченко В. О., Шевченко Г. М. Еколого-економічні аспекти функціонування транспортно-логістичних систем. Mechanism of Economic Regulation. 2023. № 2. С. 44–53.

17. Яценко В. М., Касьянова Н. В. Управління вантажними перевезеннями в умовах невизначеності. Проблеми і перспективи розвитку підприємництва. 2023. № 1 (33). С. 77–86.

18. Bowersox D. J., Closs D. J., Cooper M. B., Bowersox J. C. Supply Chain Logistics Management. 5th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2023. 528 p.

19. Chopra S., Meindl P. Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation. 8th ed. Hoboken : Pearson Education, 2021. 528 p.

20. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. 5th ed. New York : Routledge, 2020. 456 p.

21. Rushton A., Croucher P., Baker P. The Handbook of Logistics and Distribution Management: Inside the Minds of the Experts. 6th ed. London : Kogan Page, 2022. 740 p.

22. Zagurskiy O., Savchenko L., Ohiienko A., Zagurska S., Domin O. Methodology for the formation of the company's logistics service system. Proceedings of 23st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 22-24.05.2024 Jelgava, LATVIA. 105-112.

23. Simchi-Levi D., Kaminsky P., Simchi-Levi E. Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies. 4th ed. New York : McGraw-Hill Education, 2021. 498 p.