

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:

«Вдосконалення процесу перевезення продукції товариства з обмеженою відповідальністю «Карлсберг» рухомих складом фізичної особи - підприємця «Чернятинський Юрій Юрійович» місто Вінниця»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ТТ-23м спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

Марчук В.А.

Керівник: д.т.н., доцент каф. АТМ

Красноштан О.М.

« 6 » 12 2024 р.

Опонент: к.т.н. доц. каф. АТМ

« 16 » 12 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 16 » 12 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)
Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

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

«18» 09 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Марчуку Вадиму Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення процесу перевезення продукції товариства з обмеженою відповідальністю «Карлсберг» рухомим складом фізичної особи підприємця Чернятинського Юрія Юрійовича місто Вінниця
керівник роботи Красноштан Олександр Михайлович, д.т.н., доцент,
затверджені наказом ВНТУ від «17» вересня 2024 року № 310.

2. Строк подання здобувачем роботи: 06.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до перевезення швидкопсувних вантажів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); структура автопарку та сучасна маршрутизація перевезень ФОП Чернятинський Ю.Ю.; досліджувані моделі АТЗ – ФОП Чернятинський Ю.Ю.; Економічні аспекти роботи підприємства, витрати/прибуток; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 5%.

4. Зміст текстової частини:

1 Загальна характеристика підприємства.

2 Теоретичні основи організації перевезень вантажів та оптимізації маршрутів.

3 Вибір рухомого складу та маршрутизація перевезень методом Кларка-Райта.

4 Визначення ефективності запропонованих рішень.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1-2 Тема, мета та завдання дослідження.

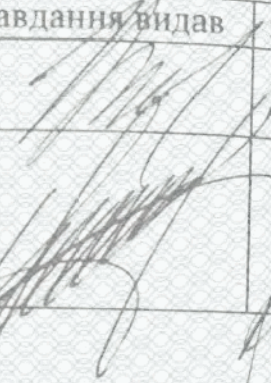
3 Характеристика діяльності ФОП Чернятинський Ю.Ю.

4 Характеристика вантажу

5-6 Опис існуючої організації перевезень

- 7 Теоретичні основи методу Кларка-Райта
- 8 Результати застосування методів Кларка-Райта, та пісумовування по стовпчиках
- 9 Обраний рухомий склад
- 10 Техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу
- 11 Калькуляція собівартості перевезень
- 12 Показники економічної ефективності підприємства
- 13 Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання при
Розв'язання основної задачі	Красноштан О.М. доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Цимбал С.В. доцент кафедри АТМ		

7. Дата видачі завдання « 18 » вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	18.09-22.09.2024	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	23.09-20.10.2024	
3	Обґрунтування методів досліджень	23.09-20.10.2024	
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-03.11.2024	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	04.11-17.11.2024	
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	18.11-01.12.2024	
7	Нормоконтроль МКР	02.12-06.12.2024	
8	Попередній захист МКР	09.12-11.12.2024	
9	Рецензування МКР	12.12-16.12.2024	
10	Захист МКР	20.12.2024-23.12.2024	

Здобувач

Керівник роботи

Марчук В.А

Красноштан О.М.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Марчук В.А. Вдосконалення процесу перевезення продукції товариства з обмеженою відповідальністю «Карлсберг» рухомим складом фізичної особи підприємця Чернятинського Юрія Юрійовича місто Вінниця. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології. Вінниця: ВНТУ, 2024. 101 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 27 назв; рис.: 32; табл. 29.

Розділи, що включенні в цю роботу:

1. Загальна характеристика діяльності підприємства
2. Теоретичні основи організації перевезень вантажів та оптимізації маршрутів
3. Вибір рухомого складу та маршрутизація перевезень методом Кларка-Райта
4. Визначення ефективності запропонованих рішень

В них описані маршрути перевезення, характеристика вантажу, тип рухомого складу. Проведені розрахунки експлуатаційних показників роботи автомобілів на маршрутах, виробничої програми і коефіцієнтів технічної готовності та використання парку.

Доцільність впровадження запропонованих рішень обґрунтовується в економічному розділі, в якому знайдений економічний ефект від запропонованих нововведень, розраховано величину прибутку, що може бути отриманий на даному маршруті. Для порівняння розраховані всі супутні витрати, що вносять свою вартість в загальну собівартість та вираховуються з загального доходу.

Графічна частина складається з 13 слайдів.

Ключові слова: Метод Кларка-Райта, Оптимізація маршрутів, Економічна ефективність, оптимізація логістичних процесів, Собівартість перевезень, ФОП Чернятинський Ю.Ю., вантажні перевезення.

ANNOTATION

UDC 629.113

Marchuk V.A. Improvement of the Transportation Process of LLC "Carlsberg" Products by the Rolling Stock of Sole Proprietor Chernyatynskyy Yuriy, Vinnytsia. Master's Qualification Thesis in the specialty 275 - Transport Technologies. Vinnytsia: VNTU, 2024. 101 pages.

In Ukrainian. Bibliography: 27 titles; Figures: 32; Tables: 29.

Chapters included in this work:

1. General Characteristics of the Enterprise Activity
2. Theoretical Foundations of Cargo Transportation Organization and Route Optimization
3. Selection of Rolling Stock and Transportation Routing by the Clark-Wright Method
4. Determining the Effectiveness of Proposed Solutions

The chapters describe transportation routes, cargo characteristics, and types of rolling stock. Operational performance of vehicles on routes, production programs, and coefficients of technical readiness and fleet utilization are calculated.

The economic section justifies the feasibility of implementing the proposed solutions, which identify the economic effect of the innovations and calculate the amount of profit that can be achieved on the route. All related costs contributing to the total cost are compared and subtracted from the total revenue.

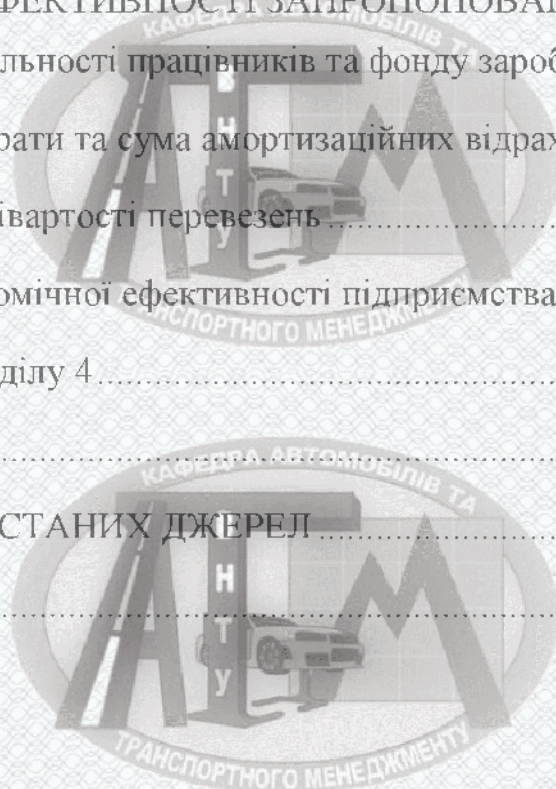
The graphical part consists of 13 slides.

Keywords: Clark-Wright Method, Route Optimization, Economic Efficiency, Optimization of Logistics Processes, Transportation Cost, Sole Proprietor Chernyatynskyy Yu.Yu., Freight Transportation.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	7
1.1 Характеристика підприємства.....	7
1.2 Характеристика вантажу.....	10
1.3 Опис існуючої організації перевезень.....	14
1.4 Висновок до розділу 1.....	17
2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ.....	19
2.1 Важливість оптимізації маршрутів у логістиці.....	19
2.2 Історія та розвиток методу.....	20
2.3 Алгоритм методу Кларка-Райта та його теоретичні основи.....	21
2.4 Обмеження застосування методу.....	27
2.5 Висновок до розділу 2.....	27
3 ВИБІР РУХОМОГО СКЛАДУ ТА МАРШРУТИЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МЕТОДОМ КЛАРКА-РАЙТА	29
3.1 Опис існуючого плану-замовлення ФОП Чернятинський Ю.Ю.	29
3.2 Маршрутизація перевезень методом Кларка-Райта	32
3.3 Уточнення маршрутів методом підсумовування по стовпчиках.....	34
3.4 Вибір автомобіля оптимальної вантажопідйомності та його характеристика...44	
3.5 Організація та механізація навантажувального-розвантажувальних робіт	48
3.5.1 Визначення раціональної вантажопідйомності	50
3.6 Розрахунок основних показників виробничої бази.....	53
3.7 Розрахунок основних показників виробничої програми.....	55
3.8 Розрахунок потрібної кількості ПММ	61

3.9 Визначення чисельності водіїв, розподіл їх за класифікацією	62
3.10 Висновок до розділу 3	64
4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	65
4.1 Розрахунок чисельності працівників та фонду заробітної плати	65
4.2 Матеріальні витрати та сума амортизаційних відрахувань	82
4.3 Калькуляція собівартості перевезень	92
4.4 Показники економічної ефективності підприємства	94
4.5 Висновок до розділу 4	95
ВИСНОВКИ	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99
ДОДАТКИ	101



ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні умови конкуренції на ринку транспортних послуг висувають підвищені вимоги до ефективності логістичних рішень. Застосування оптимізаційних методів у сфері перевезень дозволяє значно скоротити витрати, покращити якість обслуговування та зміцнити позиції підприємства на ринку. Для ФОП Чернятинський Ю.Ю. це питання особливо актуальне, оскільки вдосконалення організації перевезень сприяє досягненню конкурентних переваг та збереженню економічної стабільності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Напрямок досліджень відповідає Транспортній стратегії України на період до 2030 р., яку було схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. Дослідження за темою роботи належать до основних напрямів наукових досліджень кафедри "Автомобілі та транспортний менеджмент" Вінницького національного технічного університету.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності перевезень продукції ТОВ «Карлсберг» у місті Вінниця рухомим складом ФОП Чернятинський Ю.Ю. шляхом оптимізації маршрутів і вибору рухомого складу на основі методу Кларка-Райта.

Виходячи з мети поставлено такі задачі:

- Аналіз існуючої системи перевезень;
- Розробка оптимальних маршрутів з використанням методу Кларка-Райта;
- Скорочення відстані маршрутів методом підсумовування по сповпчиках;
- Визначення та оцінка технічних характеристик запропонованого рухомого складу;
- Розрахунок основних показників виробничої бази;
- Розрахунок економічних показників ефективності запропонованих рішень;

Об'єкт дослідження – процес перевезення продукції ТОВ «Карлсберг» у місті Вінниця.

Предмет дослідження – технологічні та економічні аспекти виконання процесу перевезення продукції ТОВ «Карлсберг» автомобільним транспортом у міському сполученні.

Методи дослідження. У роботі застосовуються методи економічного аналізу, математичного моделювання, метод Кларка-Райта для оптимізації маршрутів, метод підсумовування по стовпчиках, а також методи оцінки ефективності логістичних рішень.

Новизна одержаних результатів. В магістерській дипломній роботі розроблено заходи щодо підвищення ефективності виконання перевезень, які забезпечать зниження транспортних витрат і підвищення продуктивності шляхом оптимізації маршрутів та вибору рухомого складу.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає в тому, що було зменшено кількість маршрутів, які виконуються за 1 день роботи ФОП Чернятинський Ю.Ю. у межах м. Вінниця. Відповідно до цієї кількості маршрутів – 4 рейси виконуються за рахунок роботи автомобіля рефрижератора з гідробортом DAF LF FA 45.12.160. Було пораховано дохід і прибуток підприємства від виконаних визначених маршрутів. Відповідно до цих результатів, використання нового рухомого складу є більш ефективним за рахунок отримання більшого прибутку від виконання перевезень.

Апробація результатів роботи на наукових конференціях. Основні положення магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на Міжнародні науково-практичні інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (м. Вінниця, 2024 р.) [27]

Публікації. Матеріали магістерської роботи висвітлені у 1 опублікованій науковій праці апробаційного характеру.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристика підприємства

ФОП Чернятинський Ю.Ю. — підприємство, що надає послуги з перевезення продукції різним компаніям, використовуючи власний рухомий склад, або, за відсутності спеціалізованого транспорту, виконує свою діяльність у ролі посередника, тобто експедитора. Не великий рухомий склад, створює певні незручності, наприклад обмеження номенклатури перевізних товарів, але це компенсується не великою кількістю транспорту, яка забезпечує більшість потреб замовників.



Рисунок 1.1 – Місце розташування ФОП Чернятинський Ю.Ю.

ФОП Чернятинський Ю.Ю. засноване у 2015 році як сімейний бізнес із надання транспортних послуг. Підприємство почало свою діяльність з обслуговування малих і середніх підприємств у регіоні, поступово розширюючи сферу діяльності завдяки впровадженню сучасних технологій та оновленню автопарку. З роками компанія

зарекомендувала себе як надійний партнер для великих виробників напоїв та бакалії, серед яких є ТОВ «Карлсберг». Місце розташування вказане на рисунку 3.1.

З моменту заснування автопарк зріс з двох вантажівок та невеликого фургону до семи вантажних автомобілів, зокрема рефрижераторних вантажівок для перевезення продукції, яка вимагає контролю температури. Це дозволяє компанії дотримуватись високих стандартів збереження якості перевезеного товару.

Основні напрямки діяльності:

- Перевезення пива та інших напоїв з дотриманням суворих умов транспортування. Це включає забезпечення відповідних температурних умов, що критично важливо для збереження свіжості напоїв з дотриманням суворих умов транспортування;
- Перевезення продуктів харчування, бакалії;
- Перевезення насипних вантажів на великі відстані;
- Перевезення електроніки та комплектуючих;
- Надання експедиторських послуг;
- Надання послуг з ремонту ТЗ.

Матеріально-технічна база підприємства не оновлювалась 6 років, та складається з наступних автомобілів:

- 4 рефрижераторних фургона вантажопідйомністю 1.3т., обладнані системами для підтримання температури від $+4^{\circ}\text{C}$ до $+8^{\circ}\text{C}$;
- 1 тентований автомобіль для перевезення продукції в менш критичних умовах;
- 2 криті вантажівки для перевезення різної продукції у межах області.

Кожен транспортний засіб (рефрижератор) оснащений датчиками контролю температури, що дозволяє оперативно реагувати на зміни умов і гарантувати збереження якості вантажу. Крім того, підприємство має власний сервісний центр для регулярного технічного обслуговування автомобілів, що мінімізує ризики поломок під час рейсів. Системи GPS відсутні через автопарк минулого покоління, що не заважає виконувати свою роботу вчасно та чітко.

Процес перевезення вимагає ретельного планування. Продукція завантажується з дотриманням усіх стандартів безпеки. Застосовуються захисні пакувальні матеріали для мінімізації пошкоджень. Під час завантаження використовується спеціальне обладнання для фіксації тари, зокрема стяжні ремені. Це запобігає переміщенню продукції під час руху, що особливо важливо на складних ділянках доріг. Водії ФОП Чернятинський Ю.Ю. проходять спеціальну підготовку щодо дотримання швидкісного режиму та правил безпеки при перевезенні продукції, що потребує делікатного поводження. Вони знайомі з найсучаснішими методами оптимізації маршрутів, що дозволяє обрати найкращі дороги з урахуванням погодних умов та часу доби. На рисунку 1.2 показаний детальний SWOT-аналіз ФОП Чернятинський Ю.Ю.

	Сильні сторони (Strengths)	Слабкі сторони (Weaknesses)	Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
1	Різноманітність послуг (напої, продукти, електроніка, насипні вантажі, експедиторські послуги)	Стара матеріально-технічна база (не оновлювалась 6 років)	Інвестиції в сучасне ПЗ для логістики (оптимізація маршрутів, управління флотом)	Висока конкуренція на ринку транспортних послуг
2	Наявність рефрижераторів для перевезення з контрольованою температурою	Відсутність GPS і програмного забезпечення для оптимізації маршрутів	Розширення та оновлення автопарку	Економічні фактори (інфляція, зростання цін на паливо)
3	Власний сервісний центр мінімізує ризик поломок	Обмеженість транспорту, що впливає на номенклатуру перевезених товарів	Розширення клієнтської бази через вихід на нові сегменти ринку	Підвищення регуляторних вимог (зокрема, екологічних стандартів)
4	Репутація надійного партнера для великих компаній, зокрема ТОВ «Карлсберг»	Нестача логістів та водіїв для оптимізації процесів	Впровадження GPS для підвищення прозорості доставки	Ризик простою через поломки старого транспорту
5	Гнучкість у плануванні (швидка адаптація до погодних умов і потреб клієнтів)	Відсутність інвестицій у нові технології, що уповільнює розвиток	Контракти з іншими великими підприємствами для стабільного доходу	Можливість втрати клієнтів через затримки або неякісне обслуговування

Рисунок 1.2 - SWOT аналіз ФОП Чернятинський Ю.Ю.

ФОП Чернятинський Ю.Ю. є прикладом ефективного транспортного підприємства, яке забезпечує надійне перевезення продукції, дотримуючись

найвищих стандартів якості, необхідних для збереження властивостей пива та задоволення потреб замовників.

1.2 Характеристика вантажу

Як зазначалось вище, основним клієнтом ФОП Ченятинський Ю.Ю. є ТОВ «Карлсберг», продукція якого переважно складає пиво. Пиво є одним з найпоширеніших, але водночас спеціалізованих видів вантажів, що вимагає суворих умов зберігання та обробки. Нижче наведено аналіз характеристик пива та логістики, пов'язаної з його транспортуванням. Зовнішній вигляд пива без упаковки зображено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд вантажу без тари

Пиво — алкогольний напій, що складається переважно з води, солоду, хмелю та дріжджів. Ці компоненти надають пиву унікальних властивостей, що впливають на його стабільність і вимоги до транспортування. Основні властивості:

- Щільність. Зазвичай становить від 1,01 до 1,05 г/см³, залежно від типу. Це може змінюватися при додаванні таких інгредієнтів, як фрукти чи спеціальні зернові. У порівнянні з іншими напоями, середня щільність пива впливає на вибір

пакування та методи транспортування. Наприклад, крафтові сорти з вищою щільністю або додатковими інгредієнтами можуть потребувати посилених пакувальних рішень для запобігання протіканню або пошкодженню під час перевезення.

- Температурний режим. Оптимальна температура транспортування пива становить від $+4^{\circ}\text{C}$ до $+8^{\circ}\text{C}$ для збереження його смакових якостей і свіжості. Відхилення від цього діапазону може вплинути на смак і якість.

Найпопулярнішим видом пива в світі і в Україні є лагер. Здобув він таке визнання завдяки своєму легкому та освіжаючому смаку. Лагер зазвичай транспортується у різних типах тари, але найбільш поширеними є металеві банки та скляні пляшки.

Для свого дослідження я буду використовувати саме металеві банки через свою стійкість до ударів і легкість у порівнянні за скло. Банки знижують ризик пошкоджень і захищають пиво від світла, що допомагає зберегти свіжість. Багато великих пивоварень віддають перевагу банкам за їх міцність і економічну ефективність. Банки також дозволяють ефективніше використовувати простір, забезпечуючи більші обсяги перевезення в одному контейнері порівняно зі склом. Зовнішній вигляд металевих банок зображений на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд вантажу в металевих банках

Використання рефрижераторних автомобілів є обов'язковим для підтримки рекомендованого температурного діапазону, що забезпечує свіжість пива. Тому здійснюється виключно таким видом транспорту.

Перед завантаженням пиво формується у блоки по 4, 6 або 12 банок в кожному. Скріплюються вони за допомогою термоусадочної плівки, рисунок 1.5, яка стискається під впливом температури, щільно обгортаючи банки і утримуючи їх разом. Такий спосіб пакування дозволяє зручно транспортувати та зберігати банки пива у вигляді уже великих блоків які розміщують на дерев'яних або пластикових палетах (1200 мм × 800 мм або 1200 мм × 1000 мм), щоб полегшити завантаження і розвантаження та забезпечити рівномірний розподіл ваги, рисунок 1.5. Банки повинні бути складені у вигляді рівних шарів на палетах. Максимальна висота штабелю визначається стійкістю продукції та допустимим навантаженням на палету. Зазвичай висота не перевищує 1,8-2,0 метрів.

В залежності від об'єму перевезень, блоки або палети можуть завантажуватись як ручним так і механізованим (кара) способом. Для перевезення в міському сполученні, зазвичай використовують ручний спосіб через малу кількість блоків.



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд банок пива у плівці



Рисунок 1.6—Зовнішній вигляд блоків пива на палетах

При розміщенні палет в кузові автомобіля рефрижератора варто залишати достатньо простору між палетами для циркуляції повітря, щоб забезпечити рівномірне охолодження продукції під час транспортування. Зовнішній вигляд блоків пива на тарі зображено на рисунку 1.6.

Після розміщення палет вантаж необхідно закріпити стяжними ремнями або сітками, щоб запобігти їхньому зміщенню під час руху. Реміні повинні бути розташовані таким чином, щоб забезпечити фіксацію кожної палети окремо та уникнути деформації упаковки. Для додаткової стабільності під палети встановлюють протиковзкі гумові або полімерні підкладки, що знижують ризик переміщення під час транспортування. На рисунку 1.7 зображена фіксація палет за допомогою ремнів.



Рисунок 1.7 – Зовнішній вигляд фіксації палет ременями

1.3 Опис існуючої організації перевезень

Існуюча організація перевезень пива в металевих банках ґрунтується на дотриманні всіх регламентів та стандартів, що забезпечують збереження якості продукції.

Перевезення здійснюється за допомогою спеціалізованих рефрижераторних автомобілів, вантажопідйомністю від 1,5 до 8 тонн для міських та регіональних перевезень. Перед завантаженням транспортні засоби проходять очищення та дезінфекцію, щоб уникнути контамінації вантажу. Рефрижераторні системи перевіряються на підтримку необхідної температури, що зазвичай становить від $+4^{\circ}\text{C}$ до $+8^{\circ}\text{C}$ для пива.

Регулярна перевірка технічного стану автомобілів є важливою складовою підготовки до перевезення. Автомобілі повинні проходити технічне обслуговування, яке включає огляд систем охолодження, перевірку герметичності кузова та функціонування температурних сенсорів.

Пиво в металевих банках розміщується на палетах для зручності обробки та забезпечення стабільності вантажу. Використовуються стандартні палети розміром 1200 мм × 800 мм або 1200 мм × 1000 мм. Для надійної фіксації палет використовуються стяжні реміні та протиковзкі підкладки, що запобігають зміщенню вантажу під час перевезення.

Завантаження здійснюється за допомогою електронавантажувачів або ручних гідравлічних візків. Важливо дотримуватись послідовності завантаження, щоб палети, які мають бути вивантажені першими, розташовувалися ближче до задніх дверей. Це полегшує процес розвантаження та зменшує час простою транспортного засобу. Після завершення завантаження перевіряється цілісність упаковки, правильність розташування та кріплення палет. Забезпечення належного закріплення вантажу допомагає уникнути можливих пошкоджень під час перевезення.

Також існуюча організація перевезень передбачає 15 пунктів доставки по м. Вінниці. Що в свою чергу ділиться на 6 маршрутів на яких працюють 4 автомобілі серед яких: Renault Master II, Ford Transit Refrigerated Van, Mercedes-Benz Sprinter 315 CDI. Вищенаведені автомобілі не мають чіткого закріплення за конкретним(ми) маршрутами, а розподіляються хаотично в залежності від потреб та наявності водія, аби забезпечити необхідний об'єм поставки.

На рисунках 1.8 – 1.13 наведені маршрути відповідно до точок яким вони відповідають, вказано вагу на кожному з пунктів доставки та протяжність маршруту.

Маршрут 1 (Центральна та прилеглі частини):

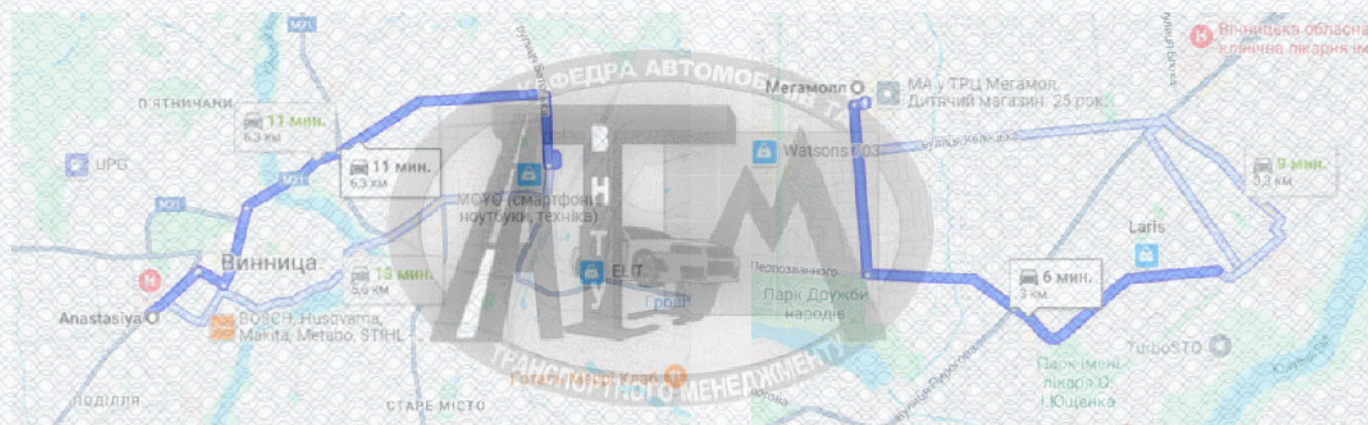


Рисунок 1.8 - Схема об'їзду маршруту 1

Маршрут 2 (Західна частина міста):

Рисунок 1.9 - Схема об'їзду маршруту 2

1. вул. Соборна, 20 (1,4 т)
2. вул. Пирогова, 39 (1,8 т)

1. вул. 600-річчя, 17 (2,0 т)
2. вул. Зодчих, 2 (1,5 т)

Маршрут 3 (Південна частина міста):

Маршрут 4 (Північна частина міста):

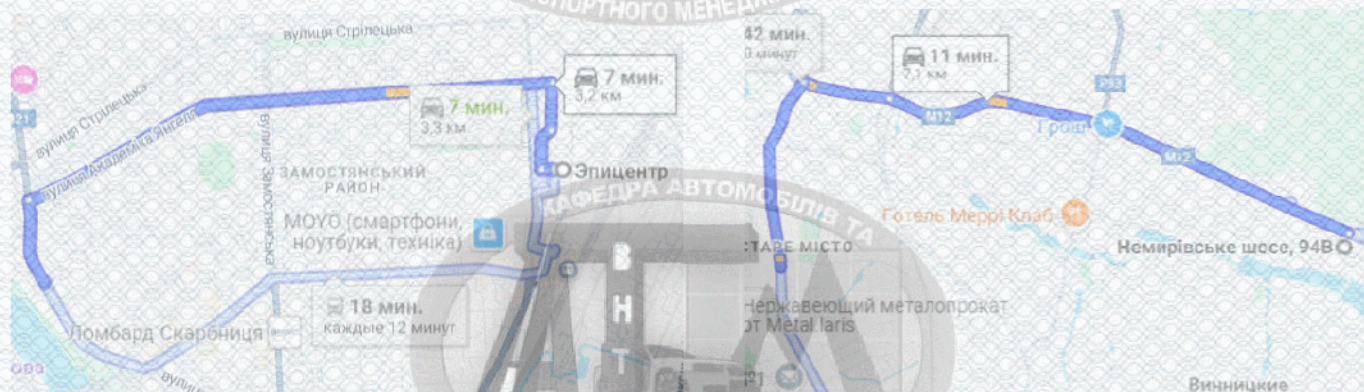


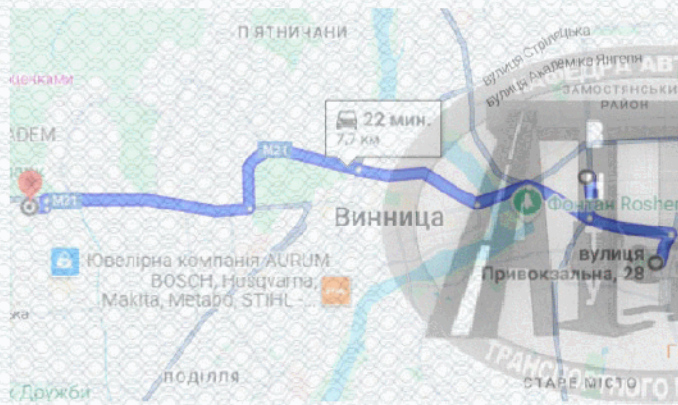
Рисунок 1.10 - Схема об'їзду маршруту 3

Рисунок 1.11 - Схема об'їзду маршруту 4

1. вул. Батозька, 1В (2,5 т)
2. вул. Київська, 16А (1,2 т)

1. вул.Немирівське шосе, 94В(2,2 т)
2. вул. Данила Нечая, 77 (1,6 т)

Маршрут 5 (Східна частина міста):



Маршрут 6 (Змішаний маршрут):

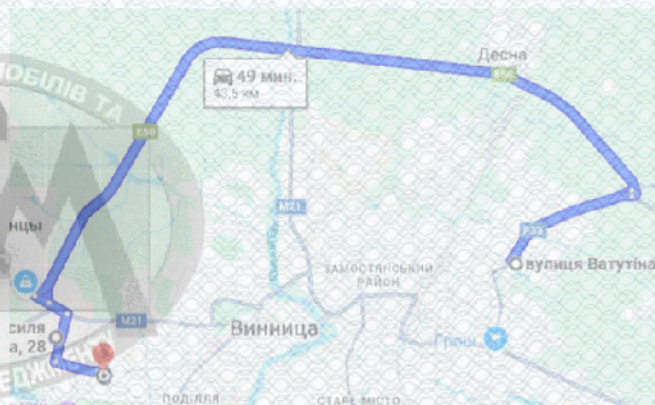


Рисунок 1.12 - Схема об'їзду маршруту 5

Рисунок 1.13 – Схема об'їзду маршруту 6

1. вул. Привокзальна, 28 (1,2 т)
2. вул. Замостянська, 34 (0,8 т)
3. вул. Хмельницьке шосе, 75 (1,4 т)

1. вул. Василя Портика, 28 (1,3 т)
2. вул. Ватутіна, 28 (1,3 т)
3. вул. Келецька, 57 (1,0 т)

Наведені маршрути забезпечують потреби ТОВ «Карлсберг». Оскільки на підприємстві ФОП Чернятинський Ю.Ю. відсутнє програмне забезпечення, яке могло б допомогти у формуванні маршрутів, сучасний стан організації перевезень перебуває в стагнуючій стадії. Брак логістів та водіїв не дозволяють власнику вигідно оптимізувати такі перевезення. В наступних розділах я доповню існуючу організації перевезень новими рішеннями які мають на меті збільшити прибуток підприємства ФОП Чернятинський Ю.Ю.

1.4 Висновок до розділу 1

У першому розділі було проведено комплексний аналіз діяльності ФОП Чернятинський Ю.Ю., основного партнера ТОВ «Карлсберг» у Вінниці з перевезення продукції. Розглянуто матеріально-технічну базу підприємства, основні напрямки

його роботи, характеристику вантажів, переваги та недоліки, а також існуючу організацію перевезень. ФОП Чернятинський Ю.Ю. потребує модернізації автопарку та нових рішень для підвищення ефективності перевезень для підтримання конкурентноспроможності.

Аналіз маршрутів та рухомого складу показав, що оптимізація перевезень, включаючи впровадження сучасних методів планування маршрутів і оновлення автопарку, дозволить знизити витрати і підвищити рентабельність підприємства.

Виявлені проблеми лягли в основу подальших досліджень у наступних розділах роботи. Це передбачає вдосконалення логістичних процесів на основі впровадження сучасних технологій і методів оптимізації.



2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ.

2.1 Важливість оптимізації маршрутів у логістиці.

У сучасній логістиці та управлінні ланцюгами постачання оптимізація транспортних маршрутів є надзвичайно важливим завданням, яке має значний вплив на загальну ефективність роботи підприємств. В умовах глобалізації ринків та зростання конкуренції оптимальні логістичні рішення стають ключовим фактором успіху для багатьох підприємств. Транспортні витрати, час виконання замовлень, витрати пального, економічний та екологічний вплив логістичних операцій – усе це складає основні фактори, що обґрунтовують необхідність пошуку більш досконалих рішень для оптимізації перевезень. Окрім цього, споживачі вимагають швидкої доставки, що ще більше ускладнює завдання.

Завдання маршрутизації транспортних засобів полягає у визначенні найефективніших способів доставки від складу або розподільчого центру до кількох клієнтів, при цьому мінімізуючи загальні витрати, відстань або час доставки. Це завдання є надзвичайно складним, особливо у випадку великої кількості клієнтів і різноманітних обмежень, таких як вантажопідйомність транспортних засобів, часові вікна для доставки, обмеження по тривалості маршруту та інші логістичні вимоги. У багатьох випадках завдання стає настільки складним, що його неможливо вирішити точними методами через значний обсяг обчислень, і тому виникає потреба у використанні евристичних підходів.

Саме тому метод Кларка-Райта є настільки важливим інструментом для вирішення задач маршрутизації у логістиці. Цей метод, заснований на ідеї заощадження від об'єднання окремих маршрутів, дозволяє значно скоротити витрати на транспортування, зменшуючи загальну відстань та кількість необхідних транспортних засобів. Завдяки своїй простоті та ефективності метод Кларка-Райта

став одним із найпопулярніших евристичних методів у транспортній логістиці, адже він дозволяє знаходити близькі до оптимальних рішення за значно коротший час порівняно з точними методами.

Цей розділ містить детальний опис методу Кларка-Райта, його принципи, математичну модель та основні етапи, що забезпечать необхідне розуміння для подальших практичних розрахунків. Глибоке розуміння цього методу дає змогу краще оцінити, чому він є настільки популярним у сфері логістики та як він застосовується для оптимізації транспортних маршрутів у реальних умовах.

2.2 Історія та розвиток методу.

Метод Кларка-Райта, також відомий як алгоритм заощаджень (Savings Algorithm), був розроблений у 1964 році британськими вченими Гордоном Кларком та Джоном Райтом. Причина виникнення цього методу - потреба знайти швидко та ефективно рішення для задач маршрутизації, що дозволило б значно скоротити загальну довжину маршрутів, поєднуючи кілька доставок в один маршрут за принципом "заощаджень". Такий підхід дозволив Кларку і Райту розробити алгоритм, який є потребував значного обсягу обчислень і водночас забезпечував достатньо ефективні результати для великих логістичних задач.

На той час метод Кларка-Райта став новаторським інструментом у сфері операційного дослідження та логістики. Його основна ідея полягає в обчисленні заощадження, яке може бути отримане при об'єднанні двох окремих маршрутів в один. Під заощадженням розуміється економія у відстані, яка досягається за рахунок поєднання двох маршрутів клієнтів, які мають спільну точку обслуговування (наприклад, склад або центр дистрибуції). Коли два маятникових маршрути об'єднуються в один кільцевий маршрут, загальна відстань зменшується, що призводить до скорочення витрат на транспортування.

Метод Кларка-Райта активно застосовувався для вирішення практичних задач у багатьох галузях, зокрема в сфері роздрібної торгівлі, дистрибуції продуктів харчування, фармацевтики та інших галузях, де велика кількість клієнтів обслуговується централізовано з одного чи кількох складів. Більш того, завдяки своїй гнучкості метод легко адаптується до потреб різних компаній та логістичних мереж. За роки його застосування було розроблено численні модифікації методу, які дозволили адаптувати його до розв'язання більш складних завдань, зокрема для оптимізації маршрутів з обмеженнями на кількість транспортних засобів, час виконання замовлень, а також для розрахунку багатоскладових маршрутів.

У сучасних умовах метод Кларка-Райта не втрачає своєї актуальності. Сучасні логістичні компанії часто використовують цей алгоритм у поєднанні з інформаційними технологіями та іншими оптимізаційними алгоритмами. Такі комбінації дозволяють ще більше ефективно вирішувати складні задачі у великих мережах постачання, інтегруючи його у системи управління транспортом (TMS) та ланцюгами постачання.

2.3 Алгоритм методу Кларка-Райта та його теоретичні основи.

Метод Кларка-Райта, або алгоритм заощаджень, є евристичним підходом, призначеним для оптимізації логістичних маршрутів у задачі маршрутизації транспортних засобів (Vehicle Routing Problem, VRP). Цей метод використовується для побудови оптимальних маршрутів доставки товарів з одного централізованого складу до певної кількості клієнтів, мінімізуючи загальну відстань. У той час як точні методи для розв'язання VRP часто потребують значного часу для обчислень, алгоритм Кларка-Райта дозволяє швидко отримати наближене рішення, яке є економічно вигідним і достатньо оптимальним для більшості практичних задач.

Основною ідеєю методу є так звана "концепція заощаджень" (savings). Під "заощадженням" розуміється величина, яка показує, наскільки скоротиться загальна довжина маршруту при об'єднанні двох маятникових маршрутів у один кільцевий. Ідея об'єднання маршрутів ґрунтується на тому, що об'єднання доставок до двох клієнтів в одному маршруті зазвичай скорочує відстань у порівнянні з варіантом, коли кожен з клієнтів обслуговується окремим маршрутом.

Формула для розрахунку заощаджень для пари клієнтів i та j виглядає так:

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

де: d_{0i} — відстань від складу (0) до клієнта i ;

d_{0j} — відстань від складу до клієнта j ;

d_{ij} — відстань між клієнтами i та j .

Чим більше значення S_{ij} , тим більші заощадження можна отримати, об'єднавши маршрути до клієнтів i і j в один спільний маршрут. Якщо заощадження негативне або незначне, то об'єднання двох маршрутів може бути невигідним.

Метод Кларка-Райта ґрунтується на наближеному вирішенні задачі оптимізації і передбачає використання «жадібного підходу» (greedy algorithm), в якому кожен крок виконується з урахуванням найбільшої вигоди на поточний момент.

Модель алгоритму включає такі компоненти:

- Ініціалізація початкових маршрутів за рахунок обслуговування кожного клієнта індивідуальним маятниковим маршрутом. Це забезпечує максимальну гнучкість на початку і дозволяє проводити поетапне об'єднання маршрутів.
- Обчислення та сортування заощаджень. Проводиться розрахунок значень S_{ij} для всіх пар клієнтів. Цей розрахунок дозволяє виявити, які пари клієнтів найвигідніше об'єднати у спільний маршрут, зменшуючи загальну довжину.

- «Жадібне» об'єднання маршрутів: На основі значень заощаджень відбувається об'єднання маршрутів, починаючи з тих, які дають найбільшу економію. Об'єднання продовжується, доки не буде розглянуто всі можливі варіанти або доки неможливо досягти подальших заощаджень.

У логістичних системах метод Кларка-Райта використовується для скорочення як загальної відстані, так і кількості транспортних засобів, необхідних для виконання всіх доставок. Це дозволяє підприємствам досягати значного зниження витрат, скорочувати час на виконання замовлень і краще розподіляти ресурси. Метод Кларка-Райта особливо підходить для задач, у яких оптимізація потрібна для середньої чи великої кількості клієнтів, обслуговуваних з єдиного логістичного центру.

На першому етапі алгоритм припускає, що кожен клієнт обслуговується окремим маятниковим маршрутом (склад $\rightarrow$ клієнт $\rightarrow$ склад). Це є початковою конфігурацією, яка складається з максимальної кількості маршрутів і служить відправною точкою для подальшої оптимізації. Початкові маршрути є базовим варіантом, коли всі клієнти обслуговуються індивідуально, і на цьому етапі ще не проводиться жодного об'єднання. Далі для кожного маршруту, який спочатку передбачається як маятниковий, призначається автомобіль можливої мінімальної вантажопідйомності (вважається, що існуючий парк рухомого складу надає таку можливість). Автомобіль максимальної вантажопідйомності визначається з урахуванням умови, що кожний розвізний маршрут, який буде сформований в результаті здійснення маршрутизації методом Кларка-Райта, повинен включати 4–5 пунктів завантаження вантажу. Автомобілі вибираються за допомогою автомобільного довідника.

Наступний крок передбачає побудову початкового плану проїзду автомобілів між пунктами завантаження вантажу та вигравів від об'єднання маятникових маршрутів у розвізні маршрути, за умови що такий план складається із маятникових маршрутів, на кожному із яких передбачається обслуговування одного споживача та обчислення значень заощаджень для всіх можливих пар клієнтів. За формулою $S_{ij} = d_{0i} + d_{0j} -$

d_{ij} для кожної пари (i, j) обчислюється можливе скорочення загальної відстані, яке можна досягти, об'єднавши їхні маршрути. На цьому етапі розрахунок значень заощаджень дає змогу визначити, які пари клієнтів потенційно вигідно об'єднати.

Значення заощаджень сортуються у порядку спадання, щоб об'єднання починалося з тих пар клієнтів, для яких досягається найбільша економія. Процес об'єднання виконується наступним чином:

1. Вибір пари клієнтів із найбільшим заощадженням. Обирається пара з найбільшим значенням S_{ij} .
2. Перед об'єднанням перевіряється, чи відповідає новий маршрут обмеженням, таким як максимальна вантажопідйомність транспортного засобу, допустимий час на виконання маршруту тощо.
3. Якщо об'єднання відповідає вимогам, маршрути клієнтів i і j об'єднуються в один маршрут: склад $\rightarrow$ клієнт $i \rightarrow$ клієнт $j \rightarrow$ склад. Якщо об'єднання неможливе, обирається наступна пара з найбільшим заощадженням, і процес повторюється.

Об'єднання триває доти, доки всі можливі пари клієнтів не будуть розглянуті або доки подальші об'єднання не призведуть до заощаджень. Демонструє три сценарії об'єднання маршрутів у процедурі методу Кларка-Райта:

- (а): Жоден із клієнтів ще не включений у маршрут.
- (b): Один із клієнтів вже є в маршруті, але не є внутрішнім.
- (c): Обидва клієнти перебувають у різних маршрутах, причому один з них є внутрішнім.

Ці сценарії визначають можливість об'єднання маршрутів залежно від положення клієнтів та зображені на рисунку 2.1.



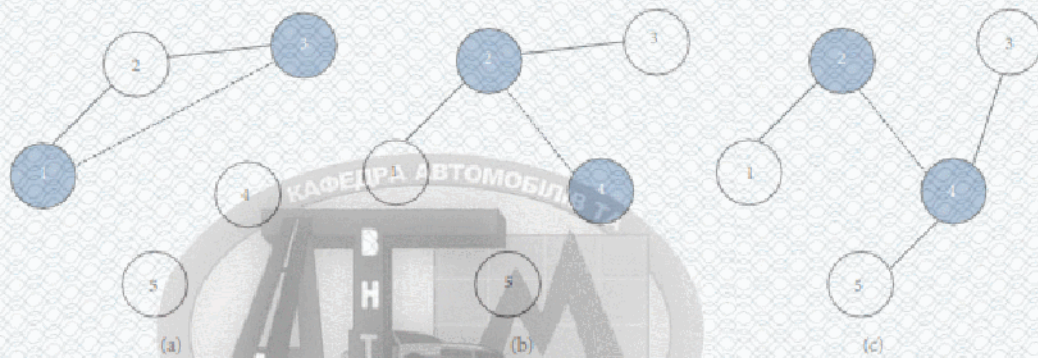


Рисунок 2.1 – Сценарії об'єднання маршрутів методом Кларка-Райта

Ці схеми показують логіку об'єднання клієнтів у маршрути залежно від їхнього розташування в існуючих маршрутах, що дозволяє ефективно вирішувати задачі маршрутизації з урахуванням обмежень.

На Рисунку 2.2 зображена блок-схема запропонованого алгоритму Кларка-Райта (CW), яка демонструє етапи вирішення задачі маршрутизації транспортних засобів. У схемі наведено ключові кроки процесу.

Два маятникових маршрути за найбільшим виграшем об'єднуються в один розвізний маршрут. Об'єднання таких двох маршрутів в один можливе, якщо загальний обсяг вантажу, що буде перевозитися на такому маршруті, не перевищує існуючої вантажопідйомності автомобіля. Обсяг перевезень на маршруті не повинен перевищувати вантажопідйомність автомобіля з урахуванням його можливого завантаження. При цьому змінюється індекс маршрутів. Рядок, для якого індекс визначений як 0, більше не розглядається.

Процес закінчується, коли не залишається жодної пари маршрутів, які доцільно об'єднати в один (по причині відсутності автомобіля необхідної вантажопідйомності або коли неможливо отримати додаткові заощадження від об'єднання маршрутів, або коли всі можливі варіанти об'єднань були розглянуті. У результаті формується набір оптимізованих маршрутів, який мінімізує загальну відстань і кількість транспортних засобів, що використовуються для доставки. Після завершення алгоритму

розраховується загальна відстань та інші показники ефективності для порівняння з початковими значеннями.

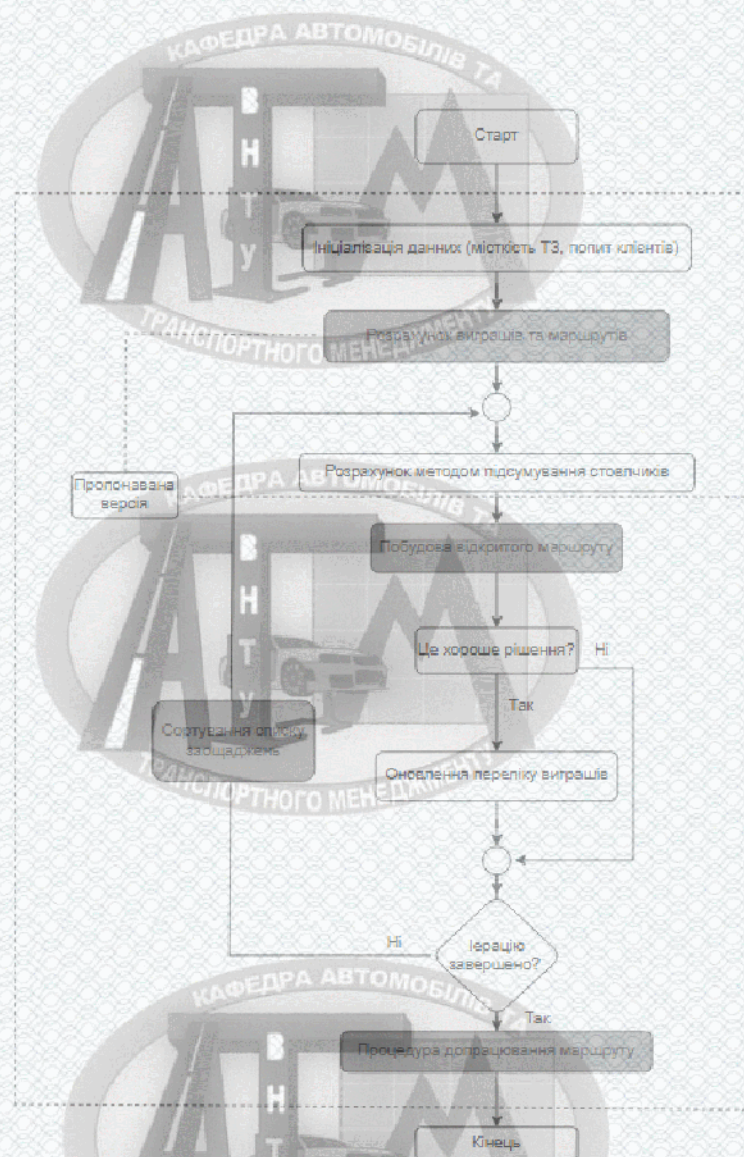


Рисунок 2.2 - Блок-схема роботи методу Кларка-Райта

Впровадження алгоритму Кларка-Райта на практиці вимагає врахування специфічних обмежень логістичної системи. Деякі компанії використовують модифіковані версії алгоритму, які враховують такі фактори, як пріоритетні маршрути, обмеження на кількість зупинок, зони доставки тощо.

2.4 Обмеження застосування методу

Метод Кларка-Райта, хоча і є ефективним та поширеним способом оптимізації маршрутів, має певні обмеження, які впливають на його застосування в реальних логістичних задачах. Його успішне використання потребує розуміння ситуацій, у яких метод є ефективним, а також специфічних обмежень, що можуть вплинути на якість результату.

Використання одиночного складу або розподільчого центру. Метод Кларка-Райта зазвичай застосовується для задач, у яких всі клієнти обслуговуються з одного складу. Якщо компанія має декілька розподільчих центрів, алгоритм у класичному вигляді може не забезпечити оптимальне рішення. У таких випадках використовуються розширені версії методу, адаптовані для багатоскладових мереж.

Метод Кларка-Райта не враховує часові обмеження (вікна) для доставки, які часто є обов'язковою умовою в логістиці. У разі, коли доставка має виконуватися у визначені часові проміжки, виникає необхідність у модифікації методу або застосуванні додаткових обмежень, що дозволяють враховувати ці часові вікна при розрахунку маршрутів.

У логістичних задачах часто обмежується максимальна тривалість маршруту, що дозволяє забезпечити дотримання робочого часу водіїв, економію пального та інших ресурсів. У класичному методі Кларка-Райта цей аспект не враховується, тому метод потребує адаптації, якщо є жорсткі обмеження на загальну тривалість маршруту.

2.5 Висновок до розділу 2

У другому розділі магістерської роботи розглянуто науково-теоретичні аспекти організації перевезень вантажів і оптимізації маршрутів, зокрема детально описано

метод Кларка-Райта як ефективний інструмент для вирішення задач маршрутизації транспортних засобів.

Оптимізація транспортних маршрутів є ключовим завданням сучасної логістики, адже дозволяє знизити витрати, скоротити час доставки та мінімізувати екологічний вплив. У контексті зростання конкуренції такі рішення стають невід'ємною частиною стратегії успішного управління ланцюгами постачання.

Метод Кларка-Райта, заснований на принципі заощаджень, є простим і ефективним підходом до оптимізації маршрутів. Він дозволяє зменшити загальну відстань перевезень і кількість транспортних засобів, знижуючи витрати компанії. Його евристичний характер забезпечує швидке отримання наближених до оптимальних рішень.

Цей розділ заклав теоретичну основу для подальшого застосування методу Кларка-Райта в практичній частині роботи, де буде реалізовано оптимізацію маршрутів перевезення продукції ТОВ «Карлсберг» у межах існуючої логістичної системи.



3 ВИБІР РУХОМОГО СКЛАДУ ТА МАРШРУТИЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МЕТОДОМ КЛАРКА-РАЙТА

3.1 Опис існуючого плану-замовлення ФОП Чернятинський Ю.Ю.

На рисунку 3.1 розміщено п'ятнадцять пунктів доставки вантажу. Пункт вивозу (ВВ), пункти завою вантажу (ВО_i, де i змінюється від 1 до 15 пунктів завою вантажу) та автотранспортне підприємство (АТП).

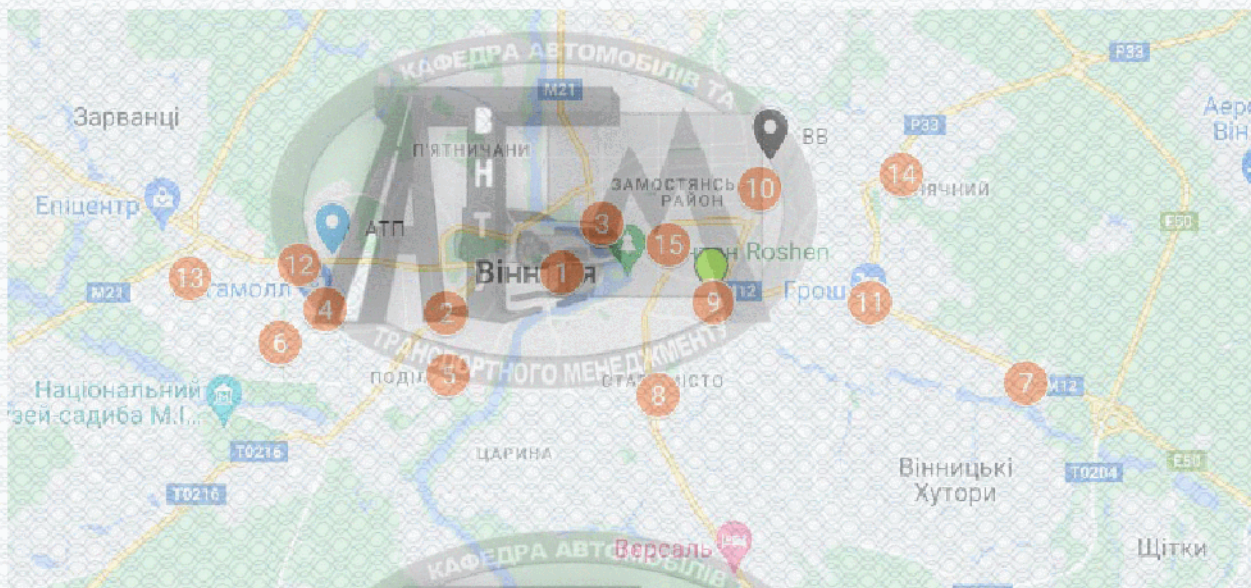


Рисунок 3.1 – Розташування точок доставки в м.Вінниця

За допомогою google maps визначаємо відстані між усіма кореспондуючими пунктами вивозу та завою вантажу та додаємо їх у матрицю (рисунок 3.2). Округлюємо одержані значення до цілих величин з точністю до десятих.

Результати наводимо у табл. 3.1, що уявлятиме собою таблицю відстаней між усіма кореспондуючими пунктами.

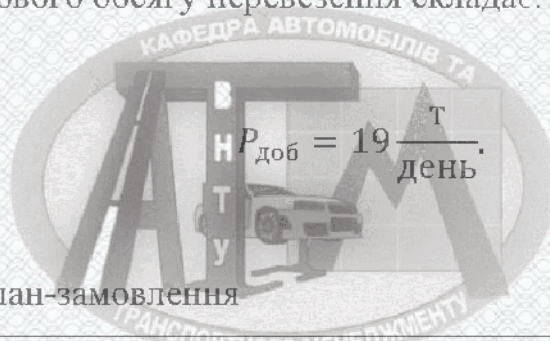
Таблиця 3.1 – Відстань між кореспондуючими пунктами.

Номер пункту	Вулиця	Відстань
1	2	3
BO1	ТЦ «Сільпо», вул. Соборна, 20	4,7
BO2	ТЦ «АТБ», вул. Пирогова, 39	5,9
BO3	ТЦ «Грош», вул. Київська, 16А	3,5
BO4	ТЦ «Мегамолл», вул. 600-річчя, 17	8,6
BO5	ТЦ «Сільпо», вул. Зодчих, 2	6,5
BO6	ТЦ «АТБ», вул. Келецька, 57	8,5
BO7	ТЦ «METRO», вул. Немирівське шосе, 94В	6,5
BO8	ТЦ «АТБ», вул. Данила Нечая, 77	4,6
BO9	ТЦ «Грош», вул. Привокзальна, 28	2,3
BO10	ТЦ «Епіцентр», вул. Батозька, 1В	1,1
BO11	ТЦ «Грош», вул. Чехова, 23	4,4
BO12	ТЦ «Сільпо», вул. Хмельницьке шосе, 75	7,7
BO13	ТЦ «Сільпо», вул. Василя Порики, 28	9,1
BO14	ТЦ «Грош», вул. Ватутіна, 28	5,6
BO15	ТЦ «АТБ», вул. Замостянська, 34	2,7

Розмір партії вантажу d_p , який завозиться до кожного вантажоодержувача, тобто у кожний пункт заводу вантажу відомий, та відображений у табл. 3.1. При цьому повинна виконуватись така умова, що величина d_p може коливатись у межах $\pm 0,1$ тони від значення середнього розміру завезеної партії вантажу та буде різною для різних вантажоодержувачів. Сума значень розмірів завезеної партії вантажу d_p до

всіх вантажоодержувачів повинна дорівнювати значенню добового обсягу перевезення вантажу $P_{\text{доб}}$. Вид плану-замовлення наведений у табл. 3.2.

Величина добового обсягу перевезення складає:



$$P_{\text{доб}} = 19 \frac{\text{т}}{\text{день}}$$

Таблиця 3.2 – План-замовлення

Номер пункту	Вулиця	План-перевезення, т.
1	2	3
BO1	ТЦ «Сільпо», вул. Соборна, 20	1,4
BO2	ТЦ «АТБ», вул. Пирогова, 39	0,8
BO3	ТЦ «Грош», вул. Київська, 16А	1,8
BO4	ТЦ «Мегамолл», вул. 600-річчя, 17	2,0
BO5	ТЦ «Сільпо», вул. Зодчих, 2	1,5
BO6	ТЦ «АТБ», вул. Келецька, 57	0,5
BO7	ТЦ «METRO», вул. Немирівське шосе, 94В	2,2
BO8	ТЦ «АТБ», вул. Данила Нечая, 77	1,6
BO9	ТЦ «Грош», вул. Привокзальна, 28	0,2
BO10	ТЦ «Епіцентр», вул. Батозька, 1В	2,5
BO11	ТЦ «Грош», вул. Чехова, 23	1,2
BO12	ТЦ «Сільпо», вул. Хмельницьке шосе, 75	0,3
BO13	ТЦ «Сільпо», вул. Василя Порика, 28	1,3
BO14	ТЦ «Грош», вул. Ватутіна, 28	1,3
BO15	ТЦ «АТБ», вул. Замостянська, 34	0,4

3.2 Маршрутизація перевезень методом Кларка-Райта

Метод Кларка-Райта використовується для вирішення задачі маршрутизації перевезень, що виконуються автомобілями різної вантажопідйомності. Використання цього методу дозволяє одночасно визначати раціональні маршрути перевезення вантажів, ефективний рухомий склад для їх виконання та його кількість.

З урахуванням правил перевезення вантажу для виконання перевезень будуть використовуватись такі автомобілі:

- Рефрижератор DAF LF FA 45.12.160 вантажопідйомністю 4,92 тонн;
- Рефрижератор Mercedes-Benz 1322 ATEGO 750 вантажопідйомністю 5,27 тонн;
- Рефрижератор Renault D 250 Euro 6 вантажопідйомністю 4,8 тонн.

Таблиця 3.3 – Робочий план виграшів

Виграш	Об'єднання у розвізний маршрут	Отриманий маршрут	Обсяг вантажу, що перевозиться на маршруті, тонни
1	2	3	4
14,7	BB-BO12-BB об'єднується з BB-BO13-BB	BB-BO12-BO13-BB	$0.3+1.3=1.6$
23,2	BB-BO4-BB об'єднується з BB-BO12-BO13-BB	BB-BO12-BO13-BO4-BB	$2+1,6=3,6$

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
33,9	BB-BO6-BB об'єднується з BB-BO12-BO13- BO4-BB	BB-BO12-BO13- BO4-BO6-BB	$0,5+3,6=4,1$
42,8	BB-BO2-BB об'єднується з BB-BO12-BO13- BO4-BO6-BB	BB-BO12-BO13- BO4-BO6-BO2-BB	$0,8+4,1=4,9$
10,4	BB-BO1-BB об'єднується з BB-BO3-BB	BB-BO1-BO3-BB	$1,4+1,8=3,2$
15,8	BB-BO5-BB об'єднується з BB-BO1-BO3-BB	BB-BO1-BO3-BO5- BB	$1,5+3,2=4,7$
8,6	BB-BO15-BB об'єднується з BB-BO10-BB	BB-BO15-BO10- BB	$0,4+2,5=2,9$
14,9	BB-BO9-BB об'єднується з BB-BO15-BO10-BB	BB-BO15-BO10- BO9-BB	$0,2+2,9=3,1$
19,7	BB-BO8-BB об'єднується з BB-BO15-BO10- BO9-BB	BB-BO15-BO10- BO9-BO8-BB	$1,6+3,1=4,7$

Продовження таблиці 3.3

6,7	BB-BO11-BB об'єднується з BB-BO14-BB	BB-BO11-BO14- BB	$1,2+1,3=2,5$
15,3	BB-BO17-BB об'єднується з BB-BO11-BO14-BB	BB-BO11-BO14- BO7-BB	$2,2+2,5=4,7$

За результатами аналізу таблиці 3.3 загальний обсяг перевезеного вантажу на всіх маршрутах становить 19 тонн. В результаті маршрутизації перевезень методом Кларка-Райта загальна довжина маршруту зменшилась на 16% отримані такі маршрути:

BB-BO12-BO13-BO4-BO6-BO2-BB = 4,9 тонн;

BB-BO1-BO3-BO5-BB = 4,7 тонн;

BB-BO15-BO10-BO9-BO8-BB = 4,7 тонн;

BB-BO11-BO14-BO7-BB = 4,7 тонн.

3.3 Уточнення маршрутів методом підсумовування по стовпчиках

Метод підсумовування по стовпчиках дозволяє уточнити порядок об'їзду пунктів заводу на маршруті. Для цього спочатку складається матриця відстаней для кожного маршруту з підрахунком суми відстаней у кожному стовпчику. Далі обираються три пункти з найбільшими сумами відстаней, які формують вихідний маршрут. Інші пункти додаються по черзі у порядку зменшення сум відстаней. Для кожного нового пункту визначають місце у маршруті шляхом оцінки приросту довжини для кожного варіанта його розташування. Матриця відстаней між кореспондуючими пунктами наведена на рисунку 3.2

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P0
P1		2,5	2,3	4,5	2,9	6	7,6	3,6	3,3	4	5,2	5,5	7,2	6,6	2,7	4,7
P2	2,5		3,6	2	1,7	3,6	9,2	4,7	4,9	6,3	6,8	3	4,6	8,2	4,3	5,9
P3	2,3	3,6		6,3	4,1	6,9	6,5	2,8	2,2	3	4,1	5,3	7	5,5	1,6	3,5
P4	4,5	2	6,3		3,1	1,7	11,2	6,7	6,9	9	8,8	1,1	2,2	10,2	6,3	8,6
P5	2,9	1,7	4,1	3,1		3,4	9,5	5	5,2	6	7,1	3,8	4,7	8,5	4,6	6,5
P6	6	3,6	6,9	1,7	3,4		12,4	7,9	8,1	8,8	10	1,8	2	11,4	7,5	8,5
P7	7,6	9,2	6,5	11,2	9,5	12,4		11,2	4,8	5,9	2,4	11,1	25,4	4,7	5,7	6,5
P8	3,6	4,7	2,8	6,7	5	7,9	11,2		2,6	4	4,7	7,6	9,3	6,1	2,2	4,6
P9	3,3	4,9	2,2	6,9	5,2	8,1	4,8	2,6		1,8	2,4	6,9	8,6	3,8	1,5	2,3
P10	4	6,3	3	9	6	8,8	5,9	4	1,8		3,6	7,7	9,4	9,4	2	1,1
P11	5,2	6,8	4,1	8,8	7,1	10	2,4	4,7	2,4	3,6		8,9	10,6	2,4	3,5	4,4
P12	5,5	3	5,3	1,1	3,8	1,8	11,1	7,6	6,9	7,7	8,9		2,1	10,1	6,4	7,7
P13	7,2	4,6	7	2,2	4,7	2	25,4	9,3	8,6	9,4	10,6	2,1		20,7	8	9,1
P14	6,6	8,2	5,5	10,2	8,5	11,4	4,7	6,1	3,8	9,4	2,4	10,1	20,7		4,7	5,6
P15	2,7	4,3	1,6	6,3	4,6	7,5	5,7	2,2	1,5	2	3,5	6,8	8	5		2,7
P0	4,7	5,9	3,5	8,6	6,5	8,5	6,5	4,6	2,3	1,1	4,4	7,7	9,1	5,6	2,7	

Рисунок 3.2 – Матриця відстаней між кореспондуючими пунктами

Величина приросту довжини маршруту розраховується за формулою:

$$\Delta l_{ij} = l_{ik} + l_{kj} - l_{ij},$$

де l – відстань, км;

k – індекс пункту, який включається до маршруту;

i, j – індекси першого та другого пунктів із пари, яка розглядається.

Визначені величини приросту довжини маршруту показують, наскільки збільшиться довжина маршруту, який включатиме на один пункт більше, ніж вихідний маршрут.

Процес триває доти, доки всі пункти не будуть включені в маршрут у визначеній послідовності. Таким чином, за допомогою методу підсумовування по стовпчиках уточнюється кожен маршрут, сформований методом Кларка-Райта. Це дозволяє оптимізувати порядок відвідування пунктів і скоротити загальну довжину маршрутів.

Розрахунки, схеми та визначення величини приросту довжини маршруту наведені для кожного із маршрутів, що розглядаються.

Таблиця 3.4 – Матриця відстаней для маршруту 1. BV-BO12-BO13-BO4-BO6-BO2-BV

	BO12	BO13	BO4	BO6	BO2	BV
BO12		2,1	1,1	1,8	3,0	7,7
BO13	2,1		2,2	2,0	4,6	9,1
BO4	1,1	2,2		1,7	2,0	8,6
BO6	1,8	2,0	1,7		3,6	8,5
BO2	3,0	4,6	2,0	3,6		5,9
BV	7,7	9,1	8,6	8,5	5,9	
Σ	15,7	20,0	15,6	17,6	19,1	39,8
	2	**	3	1	***	*

Початковий маршрут (*, **, ***): BV- BO13-BO2-BV

Включаємо пункт BO6.

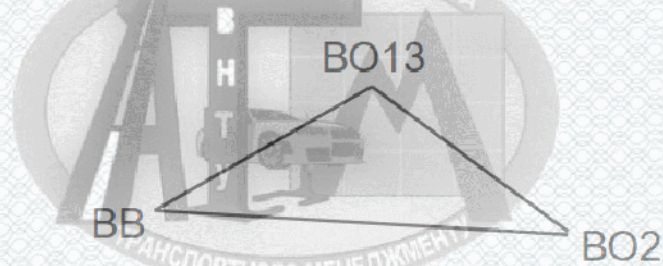


Рисунок 3.3 – Маршрут BV-BO13-BO2-BV

$$\Delta l_{0-13} = l_{0-6} + l_{6-13} - l_{0-13} = 8,5 + 2,0 - 1,4 = 1,4$$

$$\Delta l_{13-2} = l_{13-6} + l_{6-2} - l_{13-2} = 2,0 + 3,6 - 4,6 = 1,0 \text{ – значення min}$$

$$\Delta l_{2-0} = l_{2-6} + l_{6-0} - l_{2-0} = 3,6 + 8,5 - 5,9 = 6,2$$

Пункт BO6 включаємо між BO13-BO2. Маємо: BV-BO13-BO6-BO2-BV.

Наступним включаємо пункт BO12:

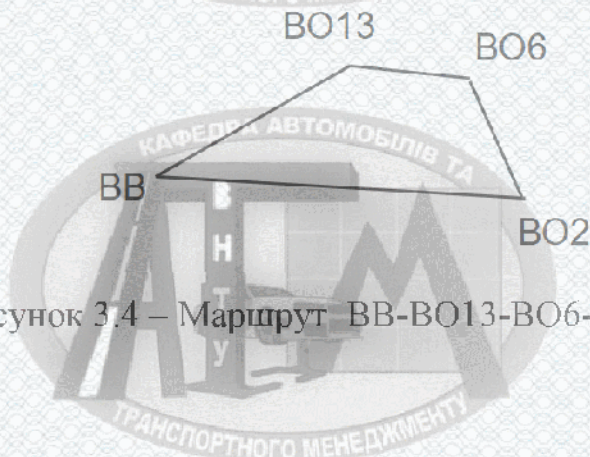


Рисунок 3.4 – Маршрут BV-BO13-BO6-BO2-BV

$$\Delta l_{0-13} = l_{0-12} + l_{12-13} - l_{0-13} = 7,7 + 2,1 - 9,1 = 0,7 - \text{значення min}$$

$$\Delta l_{13-6} = l_{13-12} + l_{12-6} - l_{13-6} = 2,1 + 1,8 - 2 = 1,9$$

$$\Delta l_{6-2} = l_{6-12} + l_{12-2} - l_{6-2} = 1,8 + 3 - 3,6 = 1,2$$

$$\Delta l_{2-0} = l_{2-12} + l_{12-0} - l_{2-0} = 3,0 + 7,7 - 5,9 = 4,8$$

Пункт BO12 включаємо між BV-BO13. Маємо: BV-BO12-BO13-BO6- BO2-BV.

Наступним включаємо пункт BO4:

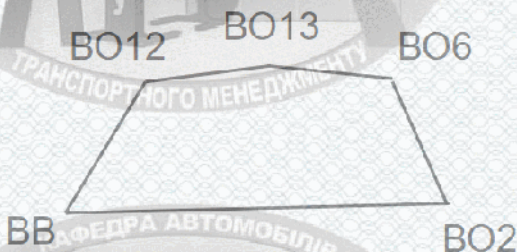


Рисунок 3.5 – Маршрут BV-BO12-BO13-BO6- BO2-BV

$$\Delta l_{0-12} = l_{0-4} + l_{4-12} - l_{0-12} = 8,6 + 1,1 - 7,7 = 2,0$$

$$\Delta l_{12-13} = l_{12-4} + l_{4-13} - l_{12-13} = 1,1 + 2,2 - 2,1 = 1,2$$

$$\Delta l_{13-6} = l_{13-4} + l_{4-6} - l_{13-6} = 2,2 + 1,7 - 2,0 = 1,9$$

$$\Delta l_{6-2} = l_{6-4} + l_{4-2} - l_{6-2} = 1,7 + 2,0 - 3,6 = 0,1 - \text{значення min}$$

$$\Delta l_{2-0} = l_{2-4} + l_{4-0} - l_{2-0} = 2,0 + 8,6 - 5,9 = 4,7$$

Пункт BO4 включаємо між BO6- BO2. Маємо: BV-BO12-BO13-BO6-BO4-BO2-BV. Отримуємо уточнений маршрут BO6-BO2. Маємо: BV-BO12-BO13-BO6-BO4-BO2-BV.

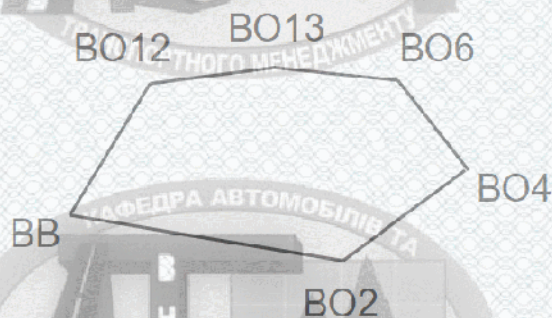


Рисунок 3.6 – Маршрут BO6- BO2

Маємо: BB-BO12-BO13-BO6-BO4-BO2-BB.

Таблиця 3.5 - Матриця відстаней для маршруту 2 BB-BO1-BO3-BO5-BB

	BB	BO1	BO3	BO5
BB		4,7	3,5	6,5
BO1	4,7		2,3	2,9
BO3	3,5	2,3		4,1
BO5	6,5	2,9	4,1	
Σ	14,7	9,9	9,8	13,5
	*	***	1	**

Початковий маршрут (*, **, ***): BB-BO5-BO1-BB

Включаємо пункт BO3:

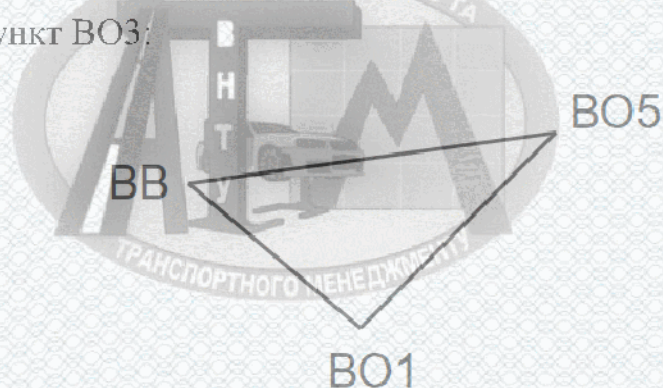


Рисунок 3.7 – Маршрут BB-BO5-BO1-BB

$$\Delta l_{0-3} = l_{0-3} + l_{3-5} - l_{0-5} = 3,5 + 4,1 - 6,55 = 1,1 - \text{значення min}$$

$$\Delta l_{5-1} = l_{5-3} + l_{3-1} - l_{5-1} = 4,1 + 2,3 - 2,9 = 3,5$$

$$\Delta l_{1-0} = l_{1-3} + l_{3-0} - l_{1-0} = 2,3 + 3,5 - 4,7 = 1,1$$

Пункт BO3 включаємо між BB-BO5. Маємо: BB-BO3-BO5-BO1-BB

Отримуємо уточнений маршрут BB-BO3-BO5-BO1-BB



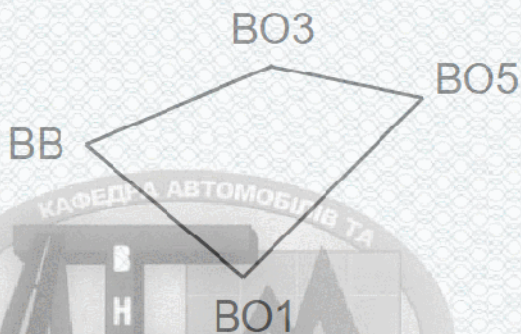


Рисунок 3.8 – Маршрут BB-BO3-BO5-BO1-BB

Таблиця 3.6 - Матриця відстаней для маршруту 3 BB-BO15-BO10-BO9-BO8-BB

	BB	BO15	BO10	BO9	BO8
BB		2,7	1,1	2,3	4,6
BO15	2,7		2,0	1,5	2,2
BO10	1,1	2,0		1,8	4,0
BO9	2,3	1,5	1,8		2,6
BO8	4,6	2,2	4,0	2,6	
Σ	10,7	8,4	8,9	8,2	13,4
	**	1	***	2	*

Початковий маршрут (*, **, ***): BB-BO8-BO10-BB

Включаємо пункт BO15:

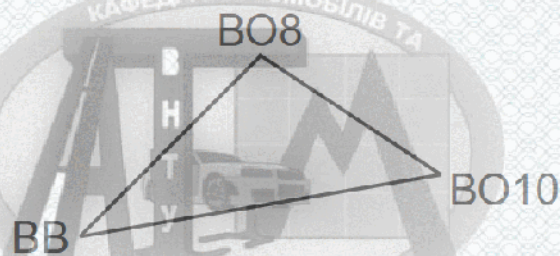


Рисунок 3.9 – Маршрут BB-BO8-BO10-BB

$$\Delta l_{0-15} = l_{0-15} + l_{15-8} - l_{0-8} = 2,7 + 2,2 - 4,6 = 0,3$$

$$\Delta l_{8-10} = l_{8-15} + l_{15-10} - l_{8-10} = 2,2 + 2,0 - 4,0 = 0,2 - \text{значення міні}$$

$$\Delta l_{10-0} = l_{10-15} + l_{15-0} - l_{10-0} = 2,0 + 2,7 - 1,1 = 3,6$$

Пункт BO15 включаємо між BO8-BO10. Маємо: BB-BO8-BO15-BO10-BB
Включаємо пункт BO9:

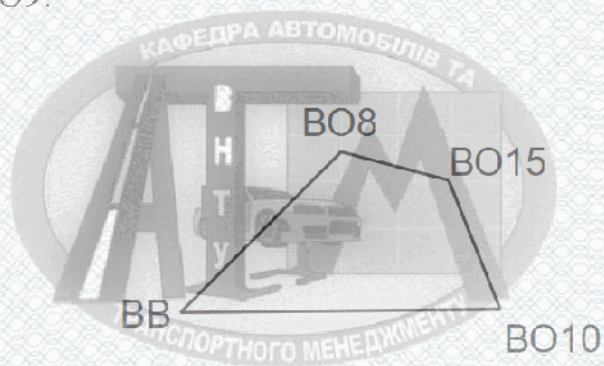


Рисунок 3.10 – Маршрут BB-BO8-BO15-BO10-BB

$$\Delta l_{0-9} = l_{0-11} + l_{9-8} - l_{0-8} = 2,3 + 2,6 - 4,8 = 0,3 - \text{значення min}$$

$$\Delta l_{8-15} = l_{8-9} + l_{9-15} - l_{8-15} = 2,6 + 1,5 - 2,2 = 1,9$$

$$\Delta l_{15-10} = l_{15-9} + l_{9-10} - l_{15-10} = 1,5 + 1,8 - 2,0 = 1,3$$

$$\Delta l_{10-0} = l_{10-9} + l_{9-0} - l_{10-0} = 1,8 + 2,3 - 1,1 = 3,0$$

Пункт BO9 включаємо між BO0-BO8. Маємо: BB-BO9-BO8-BO15-BO10-BB

Отримуємо уточнений маршрут BB-BO9-BO8-BO15-BO10-BB

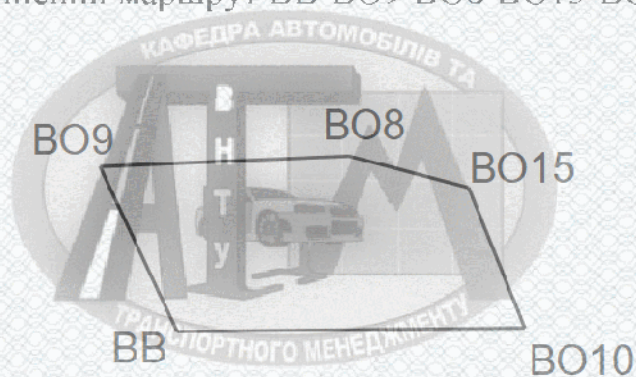


Рисунок 3.11 – Маршрут BB-BO9-BO8-BO15-BO10-BB



Таблиця 3.7 - Матриця відстаней для маршруту 4 BB-BO11-BO14-BO7-BB

	BB	BO11	BO14	BO7
BB		9,5	7,9	12,2
BO11	9,5		4,1	8,3
BO14	7,9	4,1		6,3
BO7	12,2	8,3	6,3	
Σ	29,6	21,9	18,3	26,3
	*	***	1	**

Початковий маршрут (*, **, ***): BB-BO7-BO11-BB

Включаємо пункт BO14:

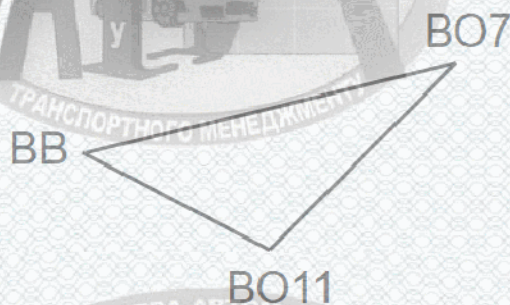


Рисунок 3.12 – Маршрут BB-BO7-BO11-BB

$$\Delta l_{0-7} = l_{0-14} + l_{14-7} - l_{0-7} = 7,9 + 6,3 - 12,2 = 2,0 - \text{значення min}$$

$$\Delta l_{7-11} = l_{7-14} + l_{14-11} - l_{7-11} = 6,3 + 4,1 - 8,3 = 2,1$$

$$\Delta l_{11-0} = l_{11-14} + l_{14-0} - l_{11-0} = 4,1 + 7,9 - 9,5 = 2,5$$

Пункт BO14 включаємо між BB-BO7. Маємо: BB-BO14-BO7-BO11-BB

Отримуємо уточнений маршрут BB-BO14-BO7-BO11-BB

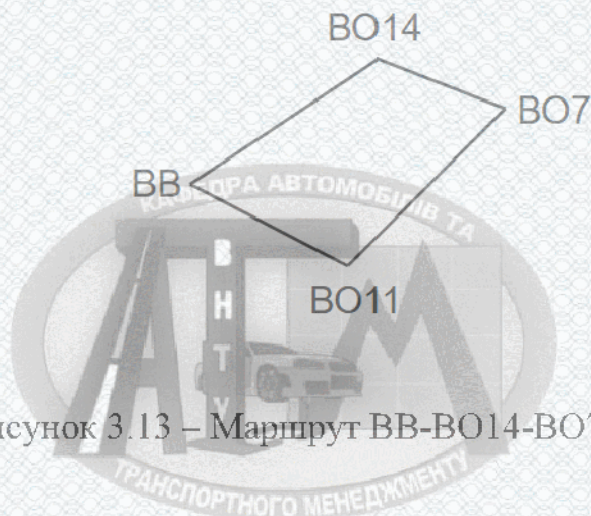


Рисунок 3.13 – Маршрут BB-BO14-BO7-BO11-BB

Результати уточнення послідовності об'їзду пунктів на розвізних маршрутах за допомогою методу підсумовування по стовпчиках представлені в таблиці 3.9. Цей метод дозволяє оптимізувати кожен маршрут, забезпечуючи економію загальної довжини маршрутів. Після проведення розрахунків і аналізу уточнених маршрутів було виявлено, що загальна довжина всіх розвізних маршрутів значно зменшилась у порівнянні з їхньою довжиною, яка була отримана на попередньому етапі маршрутизації за методом Кларка-Райта.

Оптимізація порядку об'їзду пунктів на кожному маршруті дозволила уникнути зайвих витрат часу і ресурсів на перевезення, знижуючи загальний пробіг транспортних засобів. Це особливо важливо в умовах, коли необхідно раціонально використовувати наявний транспортний парк, зменшити витрати на паливо та час, витрачений на доставку вантажів. Таким чином, застосування методу підсумовування по стовпчиках є важливим етапом оптимізації, що доповнює метод Кларка-Райта і дозволяє отримати кращі результати в організації транспортної логістики.



Таблиця 3.8 - Результат уточнення маршрутів методом підсумовування по стовпчиках

Маршрут, отриманий в результаті маршрутизації методом Кларка-Райта	Обсяг перевезень, т	Довжина маршруту, км	Уточнений маршрут	Обсяг перевезень, т	Довжина маршруту, км
1	2	3	4	5	6
BB-BO12- BO13-BO4- BO6-BO2-BB	4,9	23,2	BB-BO12-BO13- BO6-BO4-BO2-BB.	4,9	21,4
BB-BO1-BO3- BO5-BB	4,7	17,6	BB-BO3-BO5-BO1- BB	4,7	15,2
BB-BO15- BO10-BO9- BO8-BB	4,7	13,7	BB-BO9-BO8- BO15-BO10-BB	4,7	10,2
BB-BO11 BO14-BO7-BB	4,7	18	BB-BO14-BO7- BO11-BB	4,7	17,1
Разом	19	59	Разом	19	

За результатами порівняння в таблиці 3.8 уточненням маршрутів методом підсумовування по стовпчиках в середньому вдалось зменшити відстань доставки на 11.5%. Що досить суттєво вплине на подальший розрахунок економічних показників та рентабельності підприємства в цілому.

3.4 Вибір автомобіля оптимальної вантажопідйомності та його характеристика.

Із урахуванням складених маршрутів заводу вантажу та плану використання рухомого складу проведемо порівняння доступних автомобілів, що будуть використовуватись на маршрутах перевезення вантажів та їх необхідну кількість.

Для вибору раціональної вантажності аналізується кілька варіантів транспортних засобів із подібною вантажопідйомністю. У процесі аналізу враховуються ключові технічні характеристики, такі як габаритні розміри, маса, тип і кількість двигунів, витрати палива, а також кількість коліс. Усі ці параметри фіксуються в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Основні технічні характеристики рухомого складу

Технічні характеристики	Варіанти рухомого складу		
	№1	№2	№3
Марка та модель	DAF LF FA 45.12.160	Mercedes-Benz 1322 ATEGO 750	Renault D 250 Euro 6
Вантажопідйомність, т	4,92	5,27	4,8
Колісна база, мм	4200	4800	4100
Колісна формула	4x2	4x2	4x2
Двигун (марка та модель, вид палива, стандарт EURO, витрата палива на 100 км)	Дизельний двигун PACCAR FR, 4,5 л, 160 к.с. Робочий об'єм – 4,5 л, витрата палива на 100 км. – 18 літрів. Стандарт EURO - 6	Дизельний двигун OM906, 6,4 л, 220 к.с. Робочий об'єм – 6,4 л, витрата палива на 100 км. – 20 літрів. Стандарт EURO - 5	Дизельний двигун DTI 8, 7,7 л, 250 к.с. Робочий об'єм – 7,7 л, витрата палива на 100 км. – 21 літрів. Стандарт EURO - 5
Паливний бак, л	200	210	215
Шини: (розмір та кількість)	315/70 R22,5 4 одиниці	295/80 R22,5 4 одиниці	315/80 R22,5 4 одиниці

Зважаючи на вищеперераховані показники в таблиці 3.9, такі як: вантажопідйомність, витрата палива та стандарт EURO прийнято рішення про використання автомобіля рефрижератора DAF LF FA 45.12.160. Ця модель автомобіля чудово підійде для перевезення пива у межах міста враховуючи свої не великі габарити та низьку витрату палива. Низька собівартість запчастин в свою чергу забезпечить відчутну економічну вигоду яка детально буде розрахована в четвертому розділі. Нижче наведена характеристика автомобіля:

DAF LF FA 45.12.160 — це універсальний вантажний автомобіль із встановленим рефрижераторним обладнанням, створений для ефективних і комфортних перевезень вантажів, що потребують підтримки заданої температури. Ця модель належить до серії DAF LF, яка відома своєю надійністю, економічністю та зручністю у використанні на коротких та середніх маршрутах.

Рефрижераторна установка, встановлена на DAF LF FA 45.12.160, забезпечує контроль температури в діапазоні від -20°C до $+20^{\circ}\text{C}$, що робить його ідеальним для транспортування харчових продуктів, медичних препаратів або інших вантажів, чутливих до температурних змін. Завдяки сучасній ізоляції кузова і енергоефективній системі охолодження, автомобіль підтримує стабільну температуру навіть за екстремальних зовнішніх умов.

Ця модель оснащена дизельним двигуном PACCAR FR об'ємом 4,5 літра, потужністю 160 кінських сил, що забезпечує оптимальну продуктивність під час перевезення. Висока паливна економічність дозволяє зменшити витрати на експлуатацію навіть за тривалого використання рефрижератора.

DAF LF FA 45.12.160 має шести-ступінчасту механічну коробку передач, яка забезпечує легке управління і адаптацію до різних дорожніх умов. Вантажопідйомність автомобіля становить 4,92 тонни, що робить його чудовим вибором для перевезення середніх партій товарів, які потребують температурного контролю.

Сучасна кабіна з високою ергономікою забезпечує комфорт водія навіть під час тривалих поїздок, а компактні розміри та чудова маневреність дозволяють легко пересуватись навіть вузькими міськими вулицями. Міцна конструкція рефрижераторного кузова та надійність охолоджувальної системи гарантують збереження вантажу у відповідних умовах. Ця вантажівка поєднує в собі високу функціональність, надійність і комфорт, що робить його чудовим рішенням для бізнесу, орієнтованого на якісні транспортні послуги, в тому числі перевезення пива у межах міста. Зовнішній та внутрішній вигляд транспортного засобу, а також його схему можна побачити на рисунках 3.14, 3.15, 3.16, нижче.



Рисунок 3.14 – Зовнішній вигляд автомобіля DAF LF FA 45.12.160





Рисунок 3.15 – Внутрішній вигляд автомобіля DAF LF FA 45.12.160



Рисунок 3.16 – Схема автомобіля DAF LF FA 45.12.160

3.5 Організація та механізація навантажувального-розвантажувальних робіт

Організація та механізація навантажувально-розвантажувальних робіт пива уже була детально розглянута у першому розділі але потребує доповнення зважаючи на вибір транспортного засобу який оснащений гідробортом, зображення якого наведено на рисунку 3.17.



Рисунок 3.17 – Місце встановлення гідроборту.

Розвантаження відбувається на відведеній для цього ділянці, Але за рахунок встановленого гідроборту розвантаження може відбуватися і на не пристосованих для вивантаження ділянках, що суттєво спрощує вивантаження вантажу у важкодоступних місцях, збільшуючи тим самим мобільність. Також при процесі н-р використовують рокли (рисунок 3.18).

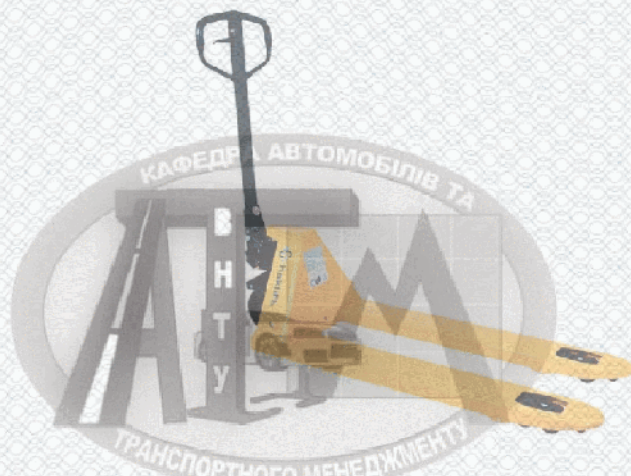


Рисунок 3.18 – Зовнішній вид рокли

При розрахунках часу навантажувально-розвантажувальних робіт, необхідно передбачити забезпечення взаємозв'язку та координації роботи між рухомим складом та навантажувально-розвантажувальними механізмами.

Час простою під навантаженням та розвантаженням відповідно становлять для даного автомобіля за допомогою формул (3.1), (3.2):

$$t_H = t_{OЧ} + t_M + t_{НАВ} + t_{ОФ} \text{ (год.)} \quad (3.1)$$

де $t_{OЧ}$ - час очікування заїзду на навантаження/розвантаження, год;

t_M - час маневрування по території НРП, год;

$t_{НАВ}$ - час навантаження рухомого складу, год;

$t_{ОФ}$ - час оформлення документів та супутніх операцій, год.

$$t_H = 0,04 + 0,03 + 0,20 + 0,08 = 0,35 \text{ (год.)}$$

$$t_P = t_{OЧ} + t_M + t_{РОЗ} + t_{ОФ} \text{ (год.)} \quad (3.2)$$

де $t_{РОЗ}$ - час розвантаження рухомого складу, год.

$$t_p = 0,04 + 0,03 + 0,05 + 0,08 = 0,20 \text{ (год.)}$$

Час навантажувально-розвантажувальних робіт для одного пункту доставки представляє собою суму часу виконання всіх операцій у відповідних пунктах розраховуємо за формулою 3.3:

$$t_{H-p} = t_H + t_p \text{ (год.)} \quad (3.3)$$

$$t_{H-p} = 0,20 + 0,35 = 0,55 \text{ (год.)}$$

Довжина маршруту визначається за формулою:

$$l_M = l_{M1} + l_{M2} + l_{M3} + l_{M4} \quad (3.4)$$

де $l_{M1} \dots l_{M4}$ – довжина відповідного маршруту в кілометрах.

$$l_M = 21,4 + 15,2 + 10,2 + 17,1 = 64 \text{ (км.)}$$

3.5.1 Визначення раціональної вантажопідйомності

Для визначення раціональної вантажопідйомності потрібно знайти ряд наступних показників:

- 1) добовий обсяг перевезень розраховуємо за формулою (3.5):

$$Q_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{річ}}}{D_p} \text{ (т.)} \quad (3.5)$$

де $Q_{\text{річ}}$ – річний обсяг перевезення на маршруті, т;

D_p - кількість робочих діб у році.

$$Q_{\text{доб}} = \frac{4650}{245} = 19 \text{ (т.)}$$

2) час нульового пробігу за формулою (3.6):

$$T_0 = \frac{l_0}{V_t} \text{ (год.)} \quad (3.6)$$

де l_0 - відстань нульового пробігу, км;

V_t - технічна швидкість, км/год.

$$T_0 = \frac{71}{25} = 0,28 \text{ (год.)}$$

3) час обертгу на маршруті за формулою (3.7):

$$t_{\text{об}} = \frac{l_M}{V_E} \text{ (год.)} \quad (3.7)$$

де l_M - довжина маршруту, км;

V_E - експлуатаційна швидкість автомобіля. (приймаємо $V_t = 25$)

$$t_{\text{об}} = \frac{64}{25} = 2,56 \text{ (год.)}$$

4) час роботи автомобіля на маршруті за формулою (3.8):

$$T_M = T_H - T_0 \text{ (год.)} \quad (3.8)$$

де T_H - час роботи автомобіля в наряді, год;

T_0 - час нульового пробігу на маршруті, год.

$$T_M = 9,64 - 0,28 = 9,55 \text{ (год.)}$$

$$T_H = \frac{1 + 85 * 3 + 85 * 3 + 1}{53.1} = 9,64 \text{ год}$$

5) кількість обертів на маршруті за формулою (3.9):

$$n = \frac{T_M}{t_{об}} \text{ (об.)} \quad (3.9)$$

де T_M - час роботи автомобіля на маршруті, год.

$t_{об}$ - середній час оберту автомобіля на маршруті, год.

$$n = \frac{9,55}{1,6} = 5,96 = 6 \text{ (об.)}$$

Розрахуємо раціональну вантажність за допомогою формули (3.10):

$$q_p = \frac{Q_{доб}}{2 * \gamma_c * n * k} \text{ (т.)} \quad (3.10)$$

де $Q_{доб}$ - добовий об'єм перевезення на маршруті, т;

γ_c - коефіцієнт використання вантажності автомобіля у прямому та зворотному напрямку маршруту (визначають за класом вантажу);

n - кількість обертів на маршруті за час роботи на маршруті, об;

k - корегуючий коефіцієнт, $k = 1 \dots 9$.

$$q_p = \frac{112,65}{2 * 0,8 * 6 * 1,2} = 9,77 \text{ (т.)}$$

3.6 Розрахунок основних показників виробничої бази

Розрахунок даних показників виконується на основі наступних формул:

1) середній час руху на 1 маршруті (3.11):

$$t_{\text{рух,сер}} = \frac{4l_{\text{сер}}}{V_T} \quad (3.11)$$

$$t_{\text{рух,сер}} = \frac{4 * 16}{25} = 2,56 \text{ (год.)}$$

$l_{\text{сер}}$ – середня відстань 1 маршруту

V_T – технічна швидкість автомобіля. (приймаємо $V_t = 25$)

2) час роботи рухомого складу на всіх маршрутах (3.12):

$$T_M = t_{\text{рух}} + t_{\text{н-р.во}} + t_{\text{н-р.вв}} + 2t_o \text{ (год.)} \quad (3.12)$$

$$T_M = 2,56 + 5,25 + 1 = 8,81 \text{ (год.)}$$

$t_{\text{н-р.вв}}$ – час навантаження на складах

$t_{\text{н-р.во}}$ – час навантаження-развантаження в пунктах доставки

1) час роботи рухомого складу у наряді формула (3.13):

$$T_H = T_M + 2t_o \text{ (год.)} \quad (3.13)$$

$$T_H = 8,81 + 2 * 0,28 = 9,37 \text{ (год.)}$$

2) час навантаження на складах (3.14):

$$t_{H,BB} = n_{BB} * t_H \quad (3.14)$$

де n_{BB} – кількість повернень на BB

$$t_{H-P,BB} = 3 * 0,20 = 1 \text{ (год.)}$$

3) час розвантаження в пунктах доставки (3.15):

$$t_{P,BO} = n_{BO} * t_P \quad (3.15)$$

де n_{BO} – кількість пунктів BOH

$$t_{H-P,BO} = 15 * 0,35 = 5,25 \text{ (год.)}$$

4) час нульової їздки (3.16):

$$t_o = \frac{l_o}{V_T} \quad (3.16)$$

$$t_0 = \frac{7,1}{25} = 0,28 \text{ (год.)}$$

5) кількість їздок за робочий день одним автомобілем за допомогою формули (3.17):

$$n_e = \frac{T_M}{t_{\text{рух.ср}}} \text{ (об.)} \quad (3.17)$$

$$n_e = \frac{9,37}{2,56} = 3,6 \approx 4 \text{ (об.)}$$

3.7 Розрахунок основних показників виробничої програми

Кількість оборотів рухомого складу необхідного для перевезення усього вантажу за рік формула (3.18):

$$n_{об} = \frac{Q_{\text{річ}}}{q_H + \gamma_c} \text{ (об.)} \quad (3.18)$$

де $Q_{\text{річ}}$ – річний об'єм перевезень;

γ_c – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;

q_H – вантажопідйомність рухомого складу.

$$n_{об} = \frac{4650}{4,92 * 0,97} = 974,35 \approx 975 \text{ (об.)}$$

Розрахунок кількості автомобіле-днів у роботі за допомогою формули (3.19):

$$A_{Д_е} = \frac{n_{об}}{n_e} \left(\frac{\text{авт.}}{\text{дн.}} \right) \quad (3.19)$$

$$A_{Д_е} = \frac{975}{4} = 244 \left(\frac{\text{авт.}}{\text{дн.}} \right)$$

Розрахунок кількості автомобіле-годин у роботі формула (3.20):

$$A_{Г_е} = A_{Д_е} * T_H \left(\frac{\text{авт.}}{\text{год.}} \right) \quad (3.20)$$

$$A_{Г_е} = 244 * 9,37 = 2287 \left(\frac{\text{авт.}}{\text{год.}} \right)$$

Розрахунок кількості автомобілів в експлуатації за робочий день у відповідності до формули (3.21):

$$A_e = \frac{A_{Д_е}}{D_p} (\text{авто}) \quad (3.21)$$

$$A_e = \frac{244}{245} = 1 (\text{авто})$$

Коефіцієнт використання пробігу в наряді рухомого складу формула (3.22):

$$\beta_n = \frac{n_b * l_{IB}}{2l_o + n_e(l_{IB} + l_n)} \quad (3.22)$$

де l_{IB} – відстань руху навантаженого автомобілю;

l_o – відстань від АТП до пункту навантаження;

l_n – відстань порожнього пробігу.

$$\beta_n = \frac{1 * 64}{2 * 7,1 + 1 * 64} = 0,8$$

Розрахунок продуктивного та загального пробігів автомобілю за день та за рік відповідно до формул (3.23), (3.24):

$$L_{\text{ван}} = n_{\text{об}} * l_{\text{іВ}} \text{ (км.)} \quad (3.23)$$

$$L_{\text{ван}} = 975 * 64 = 62\,400 \text{ (км.)}$$

$$L_{\text{заг}} = 2 * l_{\text{іВ}} * A_{\text{Дe}} + n_{\text{об}} * \frac{l_{\text{іВ}}}{\beta_n} \text{ (км.)} \quad (3.24)$$

$$L_{\text{заг}} = 2 * 64 * 244 + 975 * \frac{64}{0,8} = 109\,232 \text{ (км.)}$$

Розрахунок денного пробігу автомобілю за робочий день розраховують за наступними формулами:

1) з вантажем (продуктивний пробіг – $L_{\text{ван}} = L_{\text{пр}}$) формула (3.25);

$$L_{\text{доб;ван}} = \frac{L_{\text{ван}}}{A_{\text{Дe}}} \text{ (км.)} \quad (3.25)$$

$$L_{\text{доб;ван}} = \frac{62\,400}{244} = 255 \text{ (км.)}$$

2) загальний пробіг за формулою (3.26);

$$L_{\text{заг;ван}} = \frac{l_{\text{заг}}}{A_{\text{Д}_e}} \text{ (км.)} \quad (3.26)$$

$$L_{\text{заг;ван}} = \frac{109\,232}{244} = 448 \text{ (км.)}$$

3) розрахунок вантажообігу за рік формула (3.27);

$$P_{\text{заг}} = Q_{\text{заг}} * l_{\text{ів}} \text{ (т.* км.)} \quad (3.27)$$

$$P_{\text{заг}} = 4650 * 64 = 297\,600 \text{ (т.* км.)}$$

Розрахунок денної продуктивності роботи автомобілів за наступними формулами:

1) розрахунок обсягу перевезень вантажу за день одним автомобілем у відповідності до формули (3.28):

$$Q_{\text{дн}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{A_{\text{Д}_e}} \left(\frac{\text{т.}}{\text{дн.}} \right) \quad (3.28)$$

$$Q_{\text{дн}} = \frac{4650}{244} = 19 \left(\frac{\text{т.}}{\text{дн.}} \right)$$

2) розрахунок виконаної транспортної роботи за день одним автомобілем формула 3.29:

$$W_{\text{дн}} = \frac{P_{\text{заг}}}{A_{\text{Д}_e}} \left(\text{т.*} \frac{\text{км.}}{\text{дн.}} \right) \quad (3.29)$$

$$W_{\text{дн}} = \frac{297\,600}{244} = 1\,220 \left(\text{т} * \frac{\text{км.}}{\text{дн.}} \right)$$

3) розрахунок загальної трудомісткості (чол/год) формула (3.30):

$$T_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{об}}}{n_{\text{е}}} * T_{\text{н}} * k \left(\frac{\text{чол.}}{\text{год.}} \right) \quad (3.30)$$

$$T_{\text{заг}} = \frac{975}{1} * 9,37 * 2 = 18272 \left(\frac{\text{чол.}}{\text{год.}} \right)$$

Розрахунок інвентарної (облікової) та експлуатаційної кількості рухомого складу (автомобілів) розраховується за формулами (3.31), (3.32):

$$A_i = \frac{Q_{\text{річ}} * (l_{\text{іВ}} + t_{\text{н-р}} * \beta_{\text{н}} * V_{\text{Т}})}{D_{\text{к}} * \alpha_{\beta} * T_{\text{н}} * q_{\text{н}} * \gamma_{\text{с}} * \beta_{\text{н}} * V_{\text{Т}}} \text{ (авто)} \quad (3.31)$$

де $Q_{\text{річ}}$ – річний обсяг перевезень;

$D_{\text{к}}$ – кількість календарних днів;

α_{β} – коефіцієнт випуску рухомого складу.

$$A_i = \frac{4650 * (64 + 0,55 * 0,8 * 25)}{245 * 0,8 * 9,37 * 4,92 * 0,98 * 0,8 * 25} = 1,9 \approx 2 \text{ (авто)}$$

$$A_e = \frac{P_{\text{заг}} * (l_{\text{іВ}} + t_{\text{н-р}} * \beta_{\text{н}} * V_{\text{Т}})}{D_{\text{к}} * \alpha_{\beta} * T_{\text{н}} * q_{\text{н}} * \gamma_{\text{с}} * \beta_{\text{н}} * V_{\text{Т}} * l_{\text{іВ}}} \text{ (авто)} \quad (3.32)$$

$$A_e = \frac{297\,600 * (64 + 0,55 * 0,8 * 25)}{245 * 0,8 * 9,37 * 4,92 * 0,98 * 0,8 * 25 * 64} = 1,9 \approx 2 \text{ (авто)}$$

Розрахунок кількості автомобіле-дні у господарстві формула (3.33):

$$AD_i = A_i * D_k \left(\frac{\text{авто}}{\text{дн.}} \right) \quad (3.33)$$

$$AD_i = 2 * 245 = 490 \left(\frac{\text{авто}}{\text{дн.}} \right)$$

Результати розрахунків розділу заносимо у таблицю 3.10.

Таблиця 3.10 - Техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу

Найменування показника	Одиниця виміру	Умовні позначення	Величина показника
1	2	3	4
Автомобіль (марка) DAF LF FA 45.12.160			
Середня вантажопідйомність	т.	q_n	4,92
Кількість автомобілів - інвентарні	один.	A_i	2
- в експлуатації	один.	A_e	2
Середня довжина їздки з вантажем	км.	$L_{ег}$	64
Пробіг за добу продуктивний середній	км.	$L_{ван}, L_{пр}$	64
Продуктивність РС -в тонах	км.	$Q_{дн}$	19
-тонно*кілометрах	т-км.	$W_{дн}$	1220
Технічна швидкість	км/год	V_t	25
Час в на маршруті	год.	T_m	8,81
Час в наряді	год.	T_n	9,37
Час навантаження-розвантаження за їздку	год.	$t_{н-р}$	0,55
Коефіцієнт використання пробігу		β_n	0,8
Коеф-т викор-ння вантажопідйомності		γ_c	0,98
Автомобіле - дні в господарстві	а-дн.	AD_i	490
Автомобіле - дні в експлуатації	а-дн.	AD_e	244
Автомобіле - години в експлуатації	а-год.	AG_e	2 287
Продуктивний пробіг за період	км.	$L_{ван}$	62 400
Загальний пробіг за період	км.	$L_{заг}$	109 232
Кількість обертів за рік	об.	$Z_{об}$	245

3.8 Розрахунок потрібної кількості ПММ

Розраховуємо витрати палива для бортових автомобілів за допомогою формули (3.34):

$$B_{\Pi} = 0,01 * (H_{\Pi} * L_{\text{заг}} + H_W * P_{\text{заг}}) * K_{B,\Gamma} * K_{3,\Pi} * K_{Д,У} \text{ (л.)} \quad (3.34)$$

де H_{Π} - лінійна норма витрат палива на 100 км пробігу порожнього авто;

$L_{\text{заг}}$ - загальний пробіг автомобіля за проєктований період; км.;

$K_{B,\Gamma}$ - коефіцієнт, який враховує внутрішньо - гаражні витрати палива; $K_{B,\Gamma}$ - 1,005;

$K_{3,\Pi}$ - коефіцієнт, який враховує збільшення витрат палива в зимовий період; $K_{3,\Pi}$ - 1,042;

$K_{Д,У}$ - коефіцієнт, який враховує дорожні та експлуатаційні умови; $K_{Д,У}$ - 1,0;

H_W - норма витрати палива на виконання транспортної роботи, H_W - 1,3 - 2,0л/100т-км.

$$B_{\Pi} = 0,01 * (18 * 109\,232 + 1,3 * 297\,000) * 1,005 * 1,042 * 1 = 24\,634 \text{ (л.)}$$

Розрахунок денної витрати палива для одного автомобіля формула (3.35):

$$B_{\text{дн}} = \frac{B_{\Pi}}{A_{\text{Дe}}} \left(\frac{\text{л.}}{\text{дн.}} \right) \quad (3.35)$$

$$B_{\text{дн}} = \frac{24\,634}{244} = 100 \left(\frac{\text{л.}}{\text{дн.}} \right)$$

Розрахунок денної витрати палива для автомобілів, що знаходяться в експлуатації за допомогою формули (3.36):

$$V_{\text{днек}} = V_{\text{дн}} * A_{\text{с}} \left(\frac{\text{л.}}{\text{дн.}} \right) \quad (3.36)$$

$$V_{\text{днек}} = 100 * 2 = 200 \left(\frac{\text{л.}}{\text{дн.}} \right)$$

3.9 Визначення чисельності водіїв, розподіл їх за класифікацією

Дійсний фонд робочого часу розраховується у відповідності до формули (3.37):

$$\Phi_{\text{др}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{с}} - D_{\text{відп}}) * T_{\text{зм}} - 1\alpha \frac{100 - \beta}{100} \quad (3.37)$$

де $D_{\text{к}}$ - кількість календарних днів в плановому періоді, дн;

$D_{\text{в}}$ - кількість вихідних днів, дн;

$D_{\text{с}}$ - кількість святкових днів, дн;

$D_{\text{відп}}$ - тривалість чергової відпустки, дн. (водіям вантажних автомобілів більше 3т. – 28 дн.);

$T_{\text{зм}}$ - встановлена тривалість робочої зміни, годин (п'ятиденна робоча неділя $T_{\text{зм}}$ – 8 годин);

α - кількість днів, в які робочий день скорочується на 1 годину (передсвяткові дні);

β - відсоток втрат робочого часу з вини робітника (лікарняні, виконання держобов'язків, відпустка по навчанню та інше).

$$\Phi_{\text{др}} = (365 - 82 - 11 - 28) * 8 - 1 * 9 \frac{100 - 20}{100} = 1944,8$$

Час на підготовчо-заклучні роботи та медичний огляд розраховуємо за формулою (3.38):

$$АГ_{\text{пз і мо}} = АГ_{\text{е}} * \left(\frac{T_{\text{мо}} + T_{\text{пз}}}{60} \right) \text{ (год.)} \quad (3.38)$$

де $T_{\text{пз}}$ - час на підготовчо-заклучні роботи, $T_{\text{пз}} = 12$ хв;

$T_{\text{мо}}$ - час на медичний огляд, $T_{\text{мо}} = 5$ хв.

$$АГ_{\text{пз і мо}} = 1168 * \left(\frac{5 + 12}{60} \right) = 330,9 \text{ (год.)}$$

Чисельність водіїв розраховуємо на підставі кількості автомобіле-годин експлуатації рухомого складу та кількості автомобіле-годин, призначених на підготовчо-заклучні роботи та медичний огляд водіїв.

Чисельність водіїв розраховується за допомогою формули (3.39):

$$\text{Ч}_{\text{в}} = \frac{АГ_{\text{е}} - АГ_{\text{пз і мо}}}{\Phi_{\text{др}} * K_{\text{вн}}} \text{ (чол.)} \quad (3.39)$$

де $K_{\text{вн}}$ - коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $K_{\text{вн}} = 1,03$;

$АГ_{\text{пз і мо}}$ - автомобіле-години підготовчо-заклучних в робіт і медичного огляду.

$$\text{Ч}_{\text{в}} = \frac{2287 - 330,9}{1977,8 * 1,03} = 0,96 = 1 \text{ (чол.)}$$

3.10 Висновок до розділу 3

У третьому розділі магістерської роботи розглянуто практичні аспекти маршрутизації перевезень методом Кларка-Райта, уточнення маршрутів, вибору рухомого складу та організації навантажувально-розвантажувальних робіт. Визначено загальну чисельність водіїв для задоволення потреб у перевезенні (1 чол).

Розраховано загальний та продуктивний пробіг автомобіля за рік, вони склали 62 400 км. та 109 232 км. відповідно.

Метод Кларка-Райта дозволив побудувати раціональні маршрути, які забезпечують зменшення загальної відстані перевезень і оптимальне використання рухомого складу. Загальна маршрутів була скорочена з 6 до 4, що дозволило знизити витрати на паливе та час доставки.

Застосування методу підсумовування по стовпчиках забезпечило додаткову оптимізацію порядку відвідування пунктів заводу, що сприяло зменшенню загальної довжини маршрутів на 11,5% порівняно з базовим рішенням методом Кларка-Райта. Загальна довжина 4 маршрутів дорівнює 64 км.

На основі аналізу технічних характеристик рухомого складу було обрано рефрижератор DAF LF FA 45.12.160, який поєднує економічність, маневреність і відповідність вимогам перевезення пива. Завдяки використанню гідроборту та сучасних механізмів навантаження вдалося забезпечити мобільність і ефективність процесів навіть у важкодоступних місцях. Це сприяє підвищенню продуктивності та скороченню простоїв.

Таким чином, третій розділ роботи показав практичну ефективність застосування методів маршрутизації та оптимізації в умовах діяльності ФОП Чернятинського Ю.Ю. Проведені розрахунки ключових техніко-експлуатаційних показників підтвердили доцільність обраного рішення щодо маршрутизації та рухомого складу, що створює підґрунтя для подальшого розрахунку зниження витрат та впровадження розроблених рішень у четвертому розділі.

4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

4.1 Розрахунок чисельності працівників та фонду заробітної плати

Чисельність працівників АТП розраховуємо окремо за категоріями:

- основні робітники;
- керівники;
- фахівці;

До основних робітників відносимо водіїв та робітників, які виконують роботу з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу.

Фонд робочого часу водія за місяць, час на підготовчо-заклучні роботи та медичний огляд та необхідна кількість водіїв розраховано в п. 3.9 дипломного проекту.

Отже відповідно маємо значення формул (4.1), (4.2):

$$\Phi_{\text{др}} = 1944,8 \text{ (год.)} \quad (4.1)$$

$$\chi_{\text{в}} = 1 \text{ (чол.)} \quad (4.2)$$

Час підготовчо-заклучних робіт і медичного огляду зі значенням у відповідності до формули (4.3):

$$A_{\text{пз і мо}} = 330,9 \text{ (год.)} \quad (4.3)$$

Загальний річний фонд заробітної плати водіїв з відрахуванням єдиного соціального внеску ЗП_в складається з річного фонду основної заробітної плати цієї категорії робітників ЗПО_в куди входять сума річної заробітної плати водіїв З_ц; сума річної доплати бригадирам ДП_{бр}; сума премії за виконання планових завдань з фонду

заробітної плати Π_B , а також з суми річної додаткової заробітної плати водіям $ЗПД_B$ і суми річних відрахувань єдиного соціального внеску $ЄСВ_B$, грн., та військовим збором B_3 :

$$ЗП_B = ЗПО_B + ЗПД_B + ЄСВ_B = (З_{ПГ} + ДП_{НР} + ДП_{СП} + П_B) + ЗПД_B + ЄСВ_B + B_3 \quad (4.4)$$

Розрахунок погодинної заробітної плати водіям визначаємо за формулою:

$$З_{ПГ} = C_{МВ} * N_B * n_M \quad (4.5)$$

де $C_{МВ}$ – місячна тарифна ставка водіїв, грн.;

n_M – кількість робочих місяців в році.

$$З_{ПГ} = 28000 * 1 * 12 = 336\,000 \text{ (грн.)}$$

Суму річної премії водіям за виконання планових завдань із фонду заробітної плати розраховуємо за формулою, грн.:

$$\Pi_B = \frac{N_B * МВ * n_M * P_n}{100} \quad (4.6)$$

де P_n – середній процент премії за виконання водіями виробничих завдань.

В дипломній роботі приймаємо 20%.

$$\Pi_B = \frac{1 * 28000 * 12 * 20}{100} = 67\,200 \text{ (грн.)}$$

Тоді сума річного фонду основної заробітної плати буде складати, грн.:

$$ЗПО_B = З_{ПГ} + \Pi_B \quad (4.7)$$

$$ЗПО_{\text{В}} = 336\,000 + 67\,200 = 403\,200 \text{ (грн.)}$$

Суму річної додаткової заробітної плати водіям визначаємо за формулою, грн.:

$$ЗПД_{\text{В}} = \frac{ЗПО_{\text{В}}(Д_{\text{О}} + Д_{\text{Д}})}{Д_{\text{К}} - (Д_{\text{В}} + Д_{\text{С}} + Д_{\text{О}} + Д_{\text{Д}})} \quad (4.8)$$

де $Д_{\text{К}}$ – календарне число днів в році;

$Д_{\text{В}}$, $Д_{\text{С}}$, $Д_{\text{О}}$, $Д_{\text{Д}}$ – відповідно кількість вихідних і святкових днів; кількість днів основної і додаткової відпустки водія в році, $Д_{\text{В}} = 84$ дні, $Д_{\text{С}} = 11$ днів, $Д_{\text{О}} = 24$ дні, $Д_{\text{Д}} = 4$ дні.

$$ЗПД_{\text{В}} = \frac{403\,200 (25 + 3)}{365 - (82 + 11 + 28 + 3)} = 46\,845 \text{ (грн.)}$$

Суму річних відрахувань єдиного соціального внеску (22%) водійського складу визначаємо за формулою, грн.:

$$ЄСВ_{\text{В}} = 0,22 * (ЗПО_{\text{В}} + ЗПД_{\text{В}}) \quad (4.9)$$

$$ЄСВ_{\text{В}} = 0,22 * (403\,200 + 46\,845) = 99\,010 \text{ (грн.)}$$

Загальний річний фонд заробітної плати водіїв з відрахуванням єдиного соціального внеску розраховуємо за формулою, грн.:

$$ЗП_{\text{В}} = ЗПО_{\text{В}} + ЗПД_{\text{В}} + ЄСВ_{\text{В}} \quad (4.10)$$

$$ЗП_{\text{В}} = 403\,200 + 46\,845 + 99\,010 = 549\,055 \text{ (грн.)}$$

Розрахунки загального річного фонду заробітної плати водіїв з відрахуванням єдиного соціального внеску заносимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок загального річного фонду заробітної плати водіям з відрахуванням єдиного соціального внеску, грн.

Показник	Значення показника
1 Річний фонд основної заробітної плати водіям ЗПО _В	403 200
1.1 В тому числі: Погодинної заробітної плати водіям, З _{ПГ} , грн.	336 000
1.3. Сума річної додаткової заробітної плати водіям П _В	67 200
2. Сума річної додаткової заробітної плати водіїв ЗПД _В	46 845
4. Сума річних відрахувань єдиного соціального внеску водійського складу ЄСВ _В	99 010
5. Загальний річний фонд заробітної плати водіям з відрахуванням єдиного соціального внеску ЗП _В	549 055

Чисельність ремонтних робітників розраховуємо на підставі технологічної трудомісткості робіт з ТО і ПР з урахуванням коефіцієнтів корегування нормативних пробігів та трудомісткості технічних впливів.

Необхідну чисельність ремонтних робітників, зайнятих технічним обслуговуванням (ТО) і технічним ремонтом (ТР) рухомого складу, обчислюємо за формулою, чол.:

$$N_{\text{РР}} = \frac{T_{\text{заг}}}{\Phi_{\text{РР}} * a_{\text{РР}}} \quad (4.11)$$

де $T_{\text{заг}}$ – загальна річна трудоемність обслуговування і поточного ремонту рухомого складу, людино – год.;

$\Phi_{\text{пр}}$ – річний фонд робочого часу одного ремонтного робітника, приймаємо 1764,4 год. згідно виробничого календаря;

$a_{\text{пр}}$ – коефіцієнт, який враховує виконання норм виробітки ремонтними робітниками;

$$a_{\text{пр}} = 0,9 * a_{\text{з}} = 0,9 * 1,2 = 1,08.$$

Для автомобіля DAF LF FA 45.12.160 є такі нормативні пробіги:

$$L_{\text{ТО-1}} = 10000 \text{ км.}$$

$$L_{\text{ТО-2}} = 30\,000 \text{ км.}$$

$$L_{\text{КР}} = 400\,000 \text{ км.}$$

Результуючий коефіцієнт коректування нормативів утворюється перемноженням окремих коефіцієнтів:

– періодичність ТО – $K_1 * K_3$;

– пробіг до КР – $K_1 * K_2 * K_3$;

– трудомісткість ТО – $K_2 * K_5$;

– трудомісткість КР – $K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5$.

$$K_{\text{ТО}} = K_1 * K_3 = 1 * 1 = 1$$

$$K_{\text{КР}} = K_1 * K_2 * K_3 = 1 * 1 * 1 = 1$$

$$K_{\text{ТТО}} = K_2 * K_5 = 1 * 1,15 = 1,15$$

$$K_{\text{ТКР}} = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 = 1 * 1 * 1 * 1 * 1,15 = 1,15$$

Для коректування нормативів проведення ТО і КР вибираємо і категорію умов експлуатації, яка характеризується асфальтобетонним, цементобетонним дорожнім покриттям.

Коректування нормативних величин ТО і КР проводимо за допомогою коефіцієнтів:

$$L_{\text{ТО-1}} = 10\,000 * 1 = 10\,000 \text{ км.}$$

$$L_{\text{ТО-2}} = 30\,000 * 1 = 30\,000 \text{ км.}$$

$$L_{\text{КР}} = 400\,000 * 1 = 400\,000 \text{ км.}$$

У наказі «Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту» зазначено, що система технічного обслуговування та ремонту ДТЗ передбачає:

- підготовку до продажу;
- технічне обслуговування в період обкатки;
- щоденне обслуговування;
- перше технічне обслуговування (ТО-1);
- друге технічне обслуговування (ТО-2);
- сезонне технічне обслуговування;
- поточний ремонт;
- капітальний ремонт;
- технічне обслуговування під час консервації ДТЗ;
- технічне обслуговування та ремонт ДТЗ на лінії.

Перевірка технічного стану здійснюється щоденно відповідним технічним персоналом після повернення ДТЗ на місце постійної стоянки, а також водієм перед виїздом на лінію та під час зміни водіїв на лінії.

Технічне обслуговування ДТЗ виконується у планово – обов’язковому порядку, включаючи визначений цим документом та інструкціями виробників перелік обов’язкових робіт.

На АТП автомобіль за весь термін роботи проходить, як правило, один капітальний ремонт. Пробіг автомобіля до другого капітального ремонту, $L_{кр2}$ приймається рівним 80% від перебігу до першого капітального ремонту $L_{кр1}$.

Середній нормативний пробіг автомобіля за цикл експлуатації протягом терміну роботи визначається за формулою:

$$L_{кр} = \frac{L_{кр1} + L_{кр2}}{2} = \frac{L_{кр1} + 0,8L_{кр1}}{2} \approx 0,9L_{кр1} \quad (4.12)$$

$$L_{\text{кр}} = 0,9 * 400000 = 360\,000 \text{ (км)}$$

Таблиця 4.2 – Розрахунок скоректованої періодичності проведення ТО і КР над рухомим складом.

Марка автомобіля	Облікова кількість автомобілів	Значення показника, км		
		$L_{\text{ТО-1}}$	$L_{\text{ТО-2}}$	$L_{\text{к}}$
DAF LF FA 45.12.160	2	18 000	54 000	720 000
Середнє значення на одиницю рухомого складу:		9 000	27 000	360 000

Розрахунок кількості проведення капітального ремонту для автомобілів:

$$N_{\text{кр}} = \frac{L_{\text{п}}}{L_{\text{кр}}} = 1 \quad (4.13)$$

де $L_{\text{п}}$, $L_{\text{кр}}$ – прийнятий перебіг рухомого складу за цикл зміни (нормативний перебіг до капітального ремонту).

$$N_{\text{кр}} = \frac{360}{360} = 1$$

Розрахунок кількості проведення ТО-2 для автомобілів:

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{L_{\text{п}}}{L_{\text{ТО-2}}} - 1 \quad (4.14)$$

де $L_{\text{ТО-2}}$ – скоректована періодичність проведення ТО-2 над рухомим складом.

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{360}{30} - 1 = 11$$

Розрахунок кількості проведення ТО-1 для автомобілів:

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{ТО-1}}} - 1 - N_{\text{ТО-2}} \quad (4.15)$$

де $L_{\text{ТО-1}}$ – скоректована періодичність проведення ТО-1 для автомобілів.

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{360}{10} - 1 - 11 = 24$$

Розрахунок кількості проведення ЩО_с за цикл проводимо за формулою:

$$N_{\text{ЩОс}} = \frac{L_{\text{ц}}}{l_{\text{сд}}} \quad (4.16)$$

$$N_{\text{ЩОс}} = \frac{360\,000}{90} = 4\,000$$

Розрахунок кількості проведення ЩО_т за цикл проводимо за формулою:

$$N_{\text{ЩОт}} = (N_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}}) * 1,6 \quad (4.17)$$

де 1,6 – коефіцієнт, що враховує дію технічних ЩО при ПР.

$$N_{\text{ЩОт}} = (24 + 11) * 1,6 = 56$$

Таблиця 4.3 – Розрахунок кількості технічних робіт над руховим складом за ремонтний цикл

Марка автомобіля	Облікова кількість автомобілів	Значення показника, тис. км			
		$N_{кр}$	$N_{ТО-2}$	$N_{ТО-1}$	$N_{ЩО}$
DAF LF FA 45.12.160	2	1	22	48	112
Середнє значення на одиницю рухомого складу:		1	11	24	56

Так як пробіг автомобіля за рік відрізняється від його пробігу за цикл, а виробнича програма підприємства звичайно розраховується за рік, то для визначення число ТО за рік необхідно зробити відповідний перерахунок отриманих значень $N_{ТО-1}$, $N_{ТО-2}$ за цикл до значень $N_{ТО-1р}$, $N_{ТО-2р}$ за рік за формулами:

$$N_{ТО-1р} = \frac{L_p}{L_{ТО-1}} - N_p \quad (4.18)$$

$$N_{ТО-1р} = \frac{31\,208}{9\,000} - 0,07 = 3,4$$

$$N_{ТО-2р} = \frac{L_p}{L_{ТО-2}} - N_p \quad (4.19)$$

$$N_{ТО-2р} = \frac{31\,208}{27\,000} - 0,07 = 1,1$$

$$N_{ЩОр} = \frac{L_p}{l_{сб}} \quad (4.20)$$

де N_p – кількість списань автомобіля за рік, од.

$$N_{\text{щор}} = \frac{31\,208}{90} = 347$$

Кількість списань автомобіля за рік визначаємо за формулою:

$$N_p = \frac{L_p}{l_{\text{ц}}} \quad (4.21)$$

$$N_p = \frac{31\,208}{360\,000} = 0,08$$

Річний пробіг автомобіля визначаємо за формулою:

$$L_p = l_{\text{сб}} * D_k * \alpha_T \quad (4.22)$$

де D_k – кількість календарних днів у році;

α_T – коефіцієнт технічної готовності автомобіля (приймаємо $\alpha_{T.} = 0,95$)

$$L_p = 90 * 365 * 0,95 = 31\,208 \text{ (км)}$$

При проектуванні АТП α_T визначається за формулою:

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + l_{\text{сб}} \left(\frac{D_{\text{ТО-ПР}} * K_2}{1000} + \frac{D_{\text{КР}}}{l_{\text{ц}}} \right)} \quad (4.23)$$

де $D_{\text{ТО-ПР}}$ – тривалість простою автомобіля в ТО і ПР на 100 км пробігу (таблиця 4.4);

$D_{\text{КР}}$ – кількість днів простою в КР прийняти, $D_{\text{КР}} = 25$ днів;

K_2 – коефіцієнт, що враховує модифікацію рухомого складу.

$$\alpha_T = \frac{1}{1 + 90 \left(\frac{0,5 * 1}{1000} + \frac{25}{360\,000} \right)} = 0,95$$

Таблиця 4.4 – Тривалість простою автомобіля в ТО і ПР (в днях)

Тип рухомого складу	Норма простою в ТО і ПР, днів/1000 км
Автомобілі особливо малої, малої і середньої вантажопідйомності (до 5т)	0,4 – 0,5
Автомобілі великої і особливо великої вантажопідйомності (більше 5т)	0,5 – 0,55
Причепи і напівпричепи	0,1 – 0,15

Таблиця 4.5 – Розрахунок кількості технічних робіт над рухомим складом за рік.

Марка автомобіля	Облікова кількість автомобілів	Значення показника, тис. км		
		N _{ТО-2р}	N _{ТО-1р}	N _{ЩО}
DAF LF FA 45.12.160	2	2,2	6,8	694
Середнє значення на одиницю рухомого складу:		1,1	3,4	347

Загальна річна трудомісткість обслуговування і поточного ремонту рухомого складу АТП:

$$T_{\text{заг}} = T_{\text{ЩО}} + T_{\text{ПР}} + T_{\text{ТО-2}} + T_{\text{ТО-1}} \quad (4.24)$$

Згідно з Положенням про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту для автомобіля DAF LF FA 45.12.160 є такі норми трудомісткості для ТО, ПР і ЩО:

$$t_{\text{ПР}} = 1,6 \text{ люд. год/1000 км.}$$

$$t_{\text{ТО-2}} = 3,5 \text{ люд.год.}$$

$$t_{\text{ТО-1}} = 1 \text{ люд.год.}$$

$$t_{\text{ЩО}} = 0,2 \text{ люд.год.}$$

Скоректовані норми трудомісткості проведення ТО, ПР і ЩО для рухомого складу проводимо на основі коректуючи коефіцієнтів:

$$t_{\text{ПР}} = K_{\text{ТПР}} * t_{\text{ПР}} = 1,8 * 1,15 = 2,07 \text{ люд. год/1000 км.}$$

$$t_{\text{ТО-2}} = K_{\text{ТТО}} * t_{\text{ТО-2}} = 5,0 * 1,15 = 5,75 \text{ люд.год.}$$

$$t_{\text{ТО-1}} = K_{\text{ТТО}} * t_{\text{ТО-1}} = 1,4 * 1,15 = 1,61 \text{ люд.год.}$$

$$t_{\text{ЩО}} = 0,4 \text{ люд.год. (не коректується).}$$

Таблиця 4.6 – Розрахунок скоректованих норм трудомісткості ТО і ПР рухомого складу

Марка автомобіля	Облікова кількість автомобілів	Значення показника, тис. км			
		$t_{\text{ЩО}}$	$t_{\text{ТО-1}}$	$t_{\text{ТО-2}}$	$t_{\text{ПР}}$
DAF LF FA 45.12.160	2	0,4	2	7	3,2
Середнє значення на одиницю рухомого складу:		0,2	1	3,5	1,6

Розрахунку трудомісткості ремонтних робіт:

По автомобілях:

на ПР:

$$T_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}} * \frac{L_{\text{заг}}}{1000} \quad (4.25)$$

$$T_{\text{ПР}} = 3,2 * \frac{109\,232}{1000} = 349,5 \text{ (люд.год.)}$$

на ТО-2:

$$T_{\text{ТО-2}} = t_{\text{ТО-2}} * N_{\text{ТО-2р}} \quad (4.26)$$

$$T_{TO-2} = 7 * 1,1 = 7,7 \text{ (люд.год.)}$$

на ТО-1:

$$T_{TO-1} = t_{TO-1} * N_{TO-1p} \quad (4.27)$$

$$T_{TO-1} = 2 * 3,4 = 6,8 \text{ (люд.год.)}$$

на ЩО:

$$T_{\text{ЩО}} = t_{\text{ЩО}} * N_{\text{ЩО}} \quad (4.28)$$

$$T_{\text{ЩО}} = 0,4 * 347 = 138,8 \text{ (люд.год.)}$$

$$T_{\text{заг}} = 138,8 + 6,8 + 7,7 + 349,5 = 502,8 \text{ (люд.год.)}$$

Загальна річна трудомісткість допоміжних робіт:

$$T_{\text{доп}} = (0,2 \dots 0,3) * T_{\text{заг}} \quad (4.29)$$

$$T_{\text{доп}} = 0,2 * 502,8 = 100,5 \text{ (люд.год.)}$$

$$N_{\text{pp}} = \frac{502,8}{1764,4 * 1,08} = 0,3 = 1 \text{ (чол.)}$$

Загальний річний фонд заробітної плати ремонтних робітників з відрахуванням єдиного соціального внеску ЗП_{pp} розраховуємо за формулою, грн.:

$$ЗП_{\text{pp}} = ЗПО_{\text{pp}} + ЗПД_{\text{pp}} + ЄСВ_{\text{pp}} \quad (4.30)$$

де $ЗПО_{pp}$ – річний фонд основної заробітної плати ремонтних робітників;

$ЗПД_{pp}$ – сума річної додаткової заробітної плати ремонтних робітників;

$ЄСВ_{pp}$ – сума річних відрахувань єдиного соціального внеску.

Розрахунок річного фонду основної заробітної плати ремонтних робітників проводимо за формулою, грн.:

$$ЗП_{pp} = 166\,275 + 21\,388 + 41\,286 = 228\,949$$

$$ЗПО_{pp} = ЗП_{pp} + П_{pp} \quad (4.31)$$

де $З_{1pp}$ – погодинна заробітна плата ремонтних робітників, грн.;

$ДП_{бр(pp)}$, $П_{pp}$ – відповідно сума річних доплат за бригадирство за виконання ремонтними робітниками планових завдань з фонду заробітної плати, грн.

$$ЗПО_{pp} = 94\,275 + 72\,000 = 166\,275 \text{ (грн.)}$$

Погодинну заробітну плату для ремонтних працівників розраховуємо за формулою:

$$З_{pp} = T_{заг} * ПС_{pp} \quad (4.32)$$

де $ПС_{pp}$ – погодинна тарифна ставка ремонтних робітників по договору, зайнятих на роботі з нормальними умовами, становить $ПС_{pp} = 187,5$ грн.;

$$З_{pp} = 502,8 * 187,5 = 94\,275 \text{ (грн.)}$$

Сума річної премії ремонтним робітникам за виконання планових завдань з фонду заробітної плати визначаємо за формулою, грн.:

$$P_{pp} = \frac{N_{pp} * C_{M(pp)} * n_M * P_{n(pp)}}{100} \quad (4.33)$$

де $P_{n(pp)}$ – середній процент премії за виконання ремонтними робітниками виробничих завдань. В дипломній роботі приймаємо $P_{n(pp)} = 20\%$.

$$P_{pp} = \frac{1 * 30\,000 * 12 * 20}{100} = 72\,000(\text{грн.})$$

Сума річної додаткової заробітної плати ремонтних робітників визначаємо за формулою, грн.:

$$ЗПД_{pp} = \frac{ЗПО_{pp} * (ДО_{(pp)} + Д\partial_{(pp)})}{Д_k - (Д_v + Д_c + ДО_{(pp)} + Д\partial_{(pp)})} \quad (4.34)$$

$$ЗПД_{pp} = \frac{166\,275 * (28 + 3)}{365 - (82 + 11 + 28 + 3)} = 21\,388 (\text{грн.})$$

Суму річних відрахувань на соціальне страхування ремонтних робітників $ВСС_{pp}$ визначаємо за формулою, грн..

$$ЄСВ_{pp} = \frac{22}{100} * (ЗПО_{pp} + ЗПД_{pp}) \quad (4.35)$$

$$ЄСВ_{pp} = \frac{22}{100} * (166\,275 + 21\,388) = 41\,286(\text{грн.})$$

Розрахунки загального річного фонду заробітної плати ремонтних робітників з відрахуванням на соціальне страхування заносимо в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунок загального річного фонду заробітної плати ремонтних робітників з відрахуванням єдиного соціального внеску.

Показник	Значення показника
1. Загальний річний фонд заробітної плати ремонтних робітників з відрахуваннями на соціальне страхування $ЗП_{\text{рр}}$	228 949
2. Річний фонд основної заробітної плати ремонтних робітників $ЗПО_{\text{рр}}$	166 275
3. Сума річної додаткової заробітної плати ремонтним робітникам $ЗПД_{\text{рр}}$	21 388
4. Сума річного фонду основної і додаткової заробітної плати ремонтних робітників	187663
5. Сума річних відрахувань єдиного соціального внеску ремонтних робітників $ЄСВ_{\text{рр}}$	41 286

Необхідна численність АУП, ІТП і службовців визначається на основі штатного розпису, розробленого стосовно до типової структури АТП і нормативів чисельності цієї категорії працівників.

Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) і пожежно – сторожової охорони (ПСО) в АТП в середньому складає 10...20% сумарної кількості водіїв і робітників, чол.:

$$N_{\text{МОП}} = 0,1 * (N_{\text{В}} + N_{\text{рр}} + N_{\text{др}}) \quad (4.36)$$

$$N_{\text{МОП}} = 0,1 * (1 + 1 + 1) = 1(\text{чол.})$$

Розробка плану по праці і заробітній платі закінчується складанням зведеної таблиці (таблиця 4.8).

Таблиця 4.8 - Чисельність адміністративно – управлінського персоналу, інженерно – технічних працівників, молодшого обслуговуючого персоналу і загального річного фонду заробітної плати з відрахуваннями єдиного соціального внеску.

Показник	Необхідна кількість АУП, ІТР, МОП, службовців	Місячні посадові оклади, грн..	Кількість місяців в році	Річний фонд заробітної плати, грн..
1	2	3	4	5
1. Загальне керівництво: Начальник	1	55 000	12	660 000
2. Транспортний відділ: Логіст	1	42 500	12	510 000
3. Бухгалтерія Гол.бухгалтер	1	40 000	12	480 000
4. Водії	1	33 600	12	403 200
5. Ремонтні робітники	1	19 080	12	228 949
6. Сума річних відрахувань на єдиний соц. внесок	-	-	12	20 526
7. Заг. річний фонд ЗП АУП, ІТР, службовців, МОП і ПСО з ЄСВ	5	-	12	2 282 149

4.2 Матеріальні витрати та сума амортизаційних відрахувань

До матеріальних витрат на АТП відносять :

- потребу в паливі для автомобілів та витрати на нього ;
- потребу в автомобільних шинах та витрати на поновлення зносу та ремонт шин ;
- витрати на основні матеріали та запасні частини для технічного обслуговування та поточного ремонту рухомого складу ;
- амортизаційні відрахування рухомого складу.

Таблиця 4.9 – Вихідні дані для розрахунку річної потреби АТП в автомобільному паливі

Показник	Значення показника
1. Річний загальний перебіг всіх автомобілів, $L_{\text{заг}}$, км	109 232
2. Лінійна норма витрат автомобільного палива на на 100 т-км, $N_{\text{км}}$, л	18
3. Норма витрат автомобільного палива на транспортну роботу на 100 т-км, $N_{\text{ткм}}$, л	3,4
4. Надбавка до норми витрат автомобільного палива на роботу автотранспорту, N_3 , %	12
5. Норма витрат автомобільного палива на внутрішньо – гаражні роботи, $N_{\text{вн}}$, %	5,9
6. Густина рідкого автомобільного палива, $\rho_{\text{п}}$, г/см ³	0,85
7. Оптова ціна 1т автомобільного рідкого палива з врахування транспортно – заготівельних витрат в розмірі 5%, $C_{\text{п}}$, грн.	64 418
8. Тривалість зимового періоду, n_3 , дні $n_3 = 100 \dots 120$ днів	100

Річний розхід автомобільного палива визначаємо за формулами:

а) на пробіг:

$$W_{\text{км}} = \frac{L_{\text{заг}} * H_{\text{км}}}{100}, \text{ л} \quad (4.37)$$

$$W_{\text{км}} = \frac{109\,232 * 18}{100} = 19\,662 (\text{л})$$

б) річні витрати палива на пробіг і транспортну роботу визначаємо за формулами:

$$W_e = W_{\text{км}}, \text{ л} \quad (4.38)$$

$$W_e = 19\,661 (\text{л})$$

Додаткову річну потребу АТП в паливі на експлуатацію транспортну в зимовий час визначаємо за формулою:

$$W_3 = W_e \frac{H_3 * n_3}{365 * 100}, \text{ л} \quad (4.39)$$

$$W_3 = 19\,661 \frac{12 * 100}{365 * 100} = 647 (\text{л})$$

Додаткову річну потребу АТП в паливі на внутрішньо гаражні роз'їзди і технічні потреби визначаємо за формулою:

$$W_{\text{вг}} = \frac{(W_e + W_3) * H_{\text{вг}}}{100}, \text{ л} \quad (4.40)$$

$$W_{\text{вг}} = \frac{(19\,661 + 647) * 5,9}{100} = 1\,199 \text{ (л)}$$

Загальну річну потребу АТП в автомобільному паливі визначаємо за формулою:

$$W_{\text{заг}} = \frac{(W_{\text{е}} + W_{\text{з}} + W_{\text{вг}}) * \rho_{\text{n}}}{1000}, \text{ Т} \quad (4.41)$$

$$W_{\text{заг}} = \frac{(19\,661 + 647 + 1\,199) * 0,85}{1000} = 18,28 \text{ (т)}$$

Річні затрати АТП на автомобільне паливо визначаємо за формулою:

$$C_{\text{n}} = W_{\text{заг}} * C_{\text{n}}, \text{ грн.} \quad (4.42)$$

$$C_{\text{n}} = 18,28 * 64\,418 = 1\,177\,561 \text{ (грн.)}$$

Основні показники розрахунку річної потреби в автомобільному паливі і річних витрат на автомобільне паливо зводимо в таблицю 4.10.

Таблиця 4.10 – Показник розрахунку річної потреби в автомобільному паливі і річних витрат на автомобільне паливо.

Показник	Значення показника
1. Річний розхід автомобільного палива: а) на пробіг $W_{\text{км}}$, л	19 661
2. Річні витрати палива на пробіг і транспортну роботу $W_{\text{е}}$, л	19 661
3. Додаткова річна потреба АТП в паливі на експлуатацію транспорту в зимовий час $W_{\text{з}}$, л	647
4. Додаткова річна потреба АТП в паливі на внутрішньо гаражні роз'їзди і технічні потреби $W_{\text{вг}}$, л	1 199

Продовження таблиці 4.10

5. Загальна річна потреба АТП в автомобільному паливі $W_{\text{заг}}$, т	18,28
6. Річні затрати АТП на автомобільне паливо C_n , грн..	1 177 561

Розрахунок річної потреби в маслі для двигунів і річних затрат на масло для двигунів зводимо у таблицю 4.11.

Таблиця 4.11 – Розрахунок річної потреби в маслі для двигунів і річних затрат на масло для двигунів.

Показник	Значення показника
1. Сорт масла	Mobil Delvac MX ESP 10W-40.
2. Норма витрат масла для двигунів на 100 л палива, $H_{\text{мд}}$, л	0,5
3. Густина масла для двигунів $\rho_{\text{мд}}$, г/см ³ ($\rho_{\text{мд}} = 0,85$,) г/см ³	0,85
4. Загальні річні витрати масла для двигунів, $M_{\text{д}}$, т	0,09
5. Оптова ціна 1т масла для двигунів з врахуванням транспортно – заготівельних витрат в розмірі 5%, $C_{\text{мд}}$, грн.	167 895
6. Річні витрати на масло для двигунів, $C_{\text{мд}}$, грн..	15 111

Загальні річні витрати масла для двигунів розраховуємо за формулою:

$$M_{\partial} = \frac{W_{\text{заг}} * H_{\text{мд}} * \rho_{\text{мд}}}{100 * \rho_n}, \text{ т} \quad (4.43)$$

$$M_{\partial} = \frac{18,28 * 0,5 * 0,85}{100 * 0,84} = 0,09 \text{ (т)}$$

Річні витрати на масло для двигунів розраховуємо за формулою:

$$C_{мд} = M_d * C_{мд}, \text{ грн.} \quad (4.44)$$

$$C_{мд} = 0,09 * 167\,895 = 15\,111 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок загальної річної потреби в трансмісійному маслі і річних витрат на трансмісійне масло зводимо у таблицю 4.12

Таблиця 4.12 – Розрахунок загальної річної потреби в трансмісійному маслі і річних витрат на трансмісійне масло

Показник	Значення показника
1. Сорт масла	Total Transmission Gear 8 75W-80
2. Норма витрат трансмісійного масла для автомобілів на 100 л палива, $H_{MT}, \text{ л}$	0,028
3. Густина трансмісійного масла для автомобілів $\rho_{MT}, \text{ г/см}^3$ ($\rho_{MD} = 0,91, \text{ г/см}^3$)	0,91
4. Загальні річні витрати трансмісійного масла для автомобілів, $M_T, \text{ т}$	0,005
5. Оптова ціна 1т трансмісійного масла для автомобілів з врахуванням транспортно – заготівельних витрат в розмірі 5%, $C_{MT}, \text{ грн.}$	401 860
6. Річні витрати на трансмісійне масло для автомобілів, $C_{MT}, \text{ грн.}$	2 009

Загальні річні витрати трансмісійного масла для автомобілів розраховуємо за формулою:

$$M_T = \frac{W_{заг} * H_{MT} * \rho_{MT}}{100 * \rho_n}, \text{ т} \quad (4.45)$$

$$M_T = \frac{18,28 * 0,028 * 0,91}{100 * 0,84} = 0,005 \text{ (т)}$$

Річні витрати на трансмісійне масло розраховуємо за формулою:

$$C_{MT} = M_T * C_{MT}, \text{ грн.} \quad (4.46)$$

$$C_{MT} = 0,005 * 401\,860 = 2\,009 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок річної потреби в консистентному маслі і річних витрат на консистентне масло зводимо у таблицю 4.13.

Таблиця 4.13 – Розрахунок річної потреби в консистентному маслі і річних витрат на консистентне масло.

Показник	Значення показника
1. Сорт масла	Liqui Moly LM 47 Longlife Grease + MoS2
2. Норма витрат консистентного мастила на 100 л палива, $H_{КС}$, л	0,028
3. Загальні річні витрати консистентного мастила, M_C , т	0,006
4. Оптова ціна 1т консистентного мастила з врахуванням транспортно – заготівельних витрат в розмірі 5%, $C_{КС}$, грн..у	3 150 000
5. Річні витрати на консистентне мастило для автомобілів, $C_{КС}$, грн..	18 900

Загальні річні витрати консистентного мастила розраховуємо за формулою:

$$M_C = \frac{W_{заг} * H_{КС}}{100 * \rho_n}, \text{ т} \quad (4.47)$$

$$M_c = \frac{18,25 * 0,028}{100 * 0,84} = 0,006 \text{ (т)}$$

Річні витрати на консистентне мастило розраховуємо за формулою:

$$C_{kc} = K_c * C_{kc}, \text{ грн.} \quad (4.48)$$

$$C_{kc} = 0,006 * 3\,150\,000 = 18\,900 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок річної потреби АТП в обтиральних матеріалах зводимо в таблицю 4.14.

Таблиця 4.14 – Розрахунок річної потреби АТП в обтиральних матеріалах.

Показник	Значення показника
1. Норма витрат обтиральних матеріалів на один автомобіль в рік, H_{OM} , кг ($H_{OM} = 10...12$ кг)	12
2. Загальні річні витрати на обтиральні матеріали, OM , т	0,21
3. Оптова ціна 1т обтиральних матеріалів з врахуванням транспортно – заготівельних витрат в розмірі 5%, C_{OM} , грн.. ($C_{OM} = 250...320$ кг)	34 650
4. Річні витрати на обтиральні матеріали, C_{OM} , грн..	7 277

Загальні річні витрати на обтиральні матеріали розраховуємо за формулою:

$$OM = \frac{A_{pc} * H_{OM}}{1000}, \text{ т} \quad (4.49)$$

$$OM = \frac{18,28 * 12}{1000} = 0,21 \text{ т}$$

Річні витрати на обтиральні матеріали розраховуємо за формулою:

$$C_{OM} = OM * C_{OM}, \text{ грн.} \quad (4.50)$$

$$C_{OM} = 0,21 * 34\,650 = 7\,277 \text{ грн.}$$

Розрахунок річної потреби в інших експлуатаційних матеріалах зводимо в таблицю 4.15.

Таблиця 4.15 – Розрахунок річної потреби в інших експлуатаційних матеріалах.

Показник	Значення показника
1. Норма витрат на інші експлуатаційні матеріали на один автомобіль по списку в рік, $H_{ПМ}$, грн.. ($H_{ПМ} = 220 \dots 500$ грн)	330
2. Річні витрати на інші експлуатаційні матеріали, $C_{ПМ}$, грн..	660

Річні витрати на інші експлуатаційні матеріали розраховуємо за формулою:

$$C_{ПМ} = A_{РС} * H_{ПМ}, \text{ грн.} \quad (4.51)$$

$$C_{ПМ} = 2 * 330 = 660 \text{ (грн.)}$$

Сумарні витрати в рік на мастильні та інші експлуатаційні матеріали розраховуємо за формулою:

$$C_{МЕ} = C_{МД} + C_{МТ} + C_{КС} + C_{ОМ} + C_{ПМ}, \text{ грн.} \quad (4.52)$$

$$C_{МЕ} = 15\,111 + 2\,009 + 18\,900 + 7\,277 + 660 = 43\,957 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок річних витрат на запасні частини і матеріали для технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу по основних показниках зводимо в таблицю 4.16.

Таблиця 4.16 – Розрахунок річних витрат на запасні частини і матеріали для технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу.

Показник	Значення показника
1. Норма витрат на запасні частини на 1000 км, $H_{зч}$, грн ($H_{зч} = 220 \dots 700$ грн)	550
2. Норма витрат на матеріали на 1000 км, H_M , грн ($H_M = 100 \dots 300$ грн)	250
3. Поправочні коефіцієнти норм витрат на запасні частини і на матеріали і на матеріали, $K_{зчM}$	1
4. Річні витрати АТП на запасні частини для ТР рухомого складу, $C_{зч}$, грн.	60 078
5. Річні витрати АТП на матеріали для ТО і ТР рухомого складу, C_M , грн..	27 308
6. Річні витрати АТП на запасні частини і матеріали для, $C_{зчM}$, грн.	87 386

Річні витрати АТП на запасні частини для ТР рухомого складу розраховуємо за формулою:

$$C_{зч} = L_{заг} \frac{H_{зч} * K_{зчM}}{1000}, \text{ грн.} \quad (4.53)$$

$$C_{зч} = 109232 \frac{550 * 1}{1000} = 60\,078 (\text{грн.})$$

Річні витрати АТП на матеріали для ТО і ТР рухомого складу розраховуємо за формулою:

$$C_M = L_{заг} \frac{H_M * K_{зчM}}{1000}, \text{ грн.} \quad (4.54)$$

$$C_M = 109232 \frac{250 * 1}{1000} = 27\,308 \text{ (грн.)}$$

Річні витрати АТП на запасні частини і матеріали розраховуємо за формулою:

$$C_{зч\,м} = C_{зч} + C_M, \text{ грн.} \quad (4.55)$$

$$C_{зч\,м} = 60\,078 + 27\,308 = 87\,386 \text{ (грн.)}$$

Розрахунок річних витрат на автомобільні шини по основних показниках зводимо в таблицю 4.17.

Таблиця 4.17 – Розрахунок річних витрат на запасні частини і матеріали для технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу.

Показник	Значення показника
1. Тип шин	315/70 R22,5
2. Оптова ціна комплекту шин з врахуванням транспортно – заготівельних витрат в розмірі 5 %, Ц _ш , грн	16 808
3. Кількість шин: на автомобілі n _{шА} ;	4
4. Нормативний пробіг шин, км (норма середнього ресурсу), Н _ш	100 000
5. Річні витрати на відновлення і ремонт автомобільних шин по типах рухомого складу, С _ш , грн.	1 972 741

Річна вартість на шини для КТЗ буде розраховується за формулою:

$$C_{ш} = \frac{L_{згг} * n_{ш}}{H_{ш} * K_{зн}} * C_{ш} * K_{рем}, \quad (4.56)$$

Де $K_{ЗН}$ - коефіцієнт, що враховує знос шин, залежить від ряду факторів і визначається в залежності від коректуючих коефіцієнтів (див. нормативні матеріали, посилання):

$$K_{ЗН} = K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6$$

де $C_{П}$ – вартість шини відповідного виробника, встановлених на ДТЗ;

$K_{РЕМ}$ – коректуючий коефіцієнт вартості шин, що враховує затрати на їх ремонт, приймаємо $K_{РЕМ} = 1,1$.

$$K_{ЗН} = 0,94 * 1 * 0,75 * 1 * 1 * 0,2 = 0,72$$

$$C_{П} = \frac{109232 * 4}{100\,000 * 0,72} * 16\,808 * 1,1 = 112\,199 \text{ (грн.)}$$

4.3 Калькуляція собівартості перевезень

Собівартість перевезень важливий економічний показник, який характеризує ефективність роботи АТП. Він представляє собою грошове відображення всіх витрат підприємства на виконання транспортної продукції (роботи).

Затрати, пов'язані з перевезеннями, можна поділити на наступні:

- 1) основна і додаткова заробітна плата водіїв з відрахуванням на соціальне страхування;
- 2) затрати на автомобільне паливо;
- 3) затрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали;
- 4) затрати на технічне обслуговування, поточний ремонт рухомого складу;
- 5) затрати на відновлення і ремонт шин;
- 6) загальновиробничі, адміністративні та поза виробничі витрати.

Таблиця 4.18 – Розрахунок калькуляції собівартості перевезень.

Показник	Одиниця вимірювання	Умовне познач.	Значення показника
1	2	3	4
1. Витрати палива в рік	грн..	$C_{\text{п}}$	1 177 561
2. Сумарні витрати в рік на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	грн..	$C_{\text{МЕ}}$	43 957
3. Витрати на запасні частини і матеріали для ТО і ТР	грн..	$C_{\text{зч м}}$	87 386
4. Витрати на відновлення і ремонт автомобільних шин	грн..	$C_{\text{ш}}$	112 199
5. Загальний річний фонд заробітної плати робітників АТП з відрахуванням на соціальне страхування	грн..	$ЗП_{\text{АТП}}$	2 282 149
6. Витрати на утримання і ремонт виробничих приміщень та амортизацію (3% їх початкової вартості $V_{\text{ут}} = 0,03 V_{\text{зб}}$)	грн..	$V_{\text{ут}}$	111 098
7. Витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища ($V_{\text{сп}} = 8\% ЗП_{\text{АТП}}$)	грн..	$V_{\text{сп}}$	182 572
8. Інші витрати (2% до підсумку пунктів 1-7)	грн..	$V_{\text{ш}}$	79 939
9. Разом виробнича собівартість по АТП (собівартість перевезень)	грн..	$V_{\text{зб}}$	4 076 861
10. Адміністративні витрати ($V_{\text{адм}} = (50-60\%)*ЗП_{\text{АТП}}$)	грн..	$V_{\text{адм}}$	1 141 075
11. Поза виробничі витрати (3-6,5% від собівартості перевезень $V_{\text{пв}} = V_{\text{зб}} * (0,03 \dots 0,065)$)	грн..	$V_{\text{пв}}$	122 306
12. Повна собівартість (Сума пунктів 9-11)	грн..	$C_{\text{Σп}}$	5 340 242

4.4 Показники економічної ефективності підприємства

Величини основних техніко – економічних показників, які в повному об'ємі характеризують діяльність АТП зведені в таблиці 4.19

Таблиця 4.19 – Розрахунок калькуляції собівартості перевезень.

Показник	Одиниця виміру	Основа чи формула для розрахунку	Значення показника
1. Річний об'єм перевезення вантажів:			297 600
а) в натуральних одиницях, R_p	т.м	Вантажообіг за період	
б) у вартісному вираженні, R_p^B	грн.	формула 4.57	8 332 800
2. ПДВ	грн.	$ПДВ = 20\% R_p^B$	1 666 560
3. Скорегований валовий дохід, $ДВ$	грн.	$ДВ = R_p^B - 20\% R_p^B$	6 666 240
4. Повна собівартість, $C_{\Sigma\Pi}$	грн.	Таблиця 4.17	5 340 242
5. Прибуток, Π	грн.	$\Pi = ДВ - C_{\Sigma\Pi}$	1 325 998
6. Чистий прибуток, ЧП	грн.	$\text{ЧП} = \Pi * 0,82$	1 087 319
7. Середня чисельність робітників АТП, $N_{\text{АТП}}$	чол.	Таблиця 4.8	5
8. Рентабельність перевезень, $R_{\text{пер}}$	%	Формула 4.58	20,2%
9. Виробіток на одного працівника АТП, $V_{\text{АТП}}$	грн.	$V_{\text{АТП}} = \frac{R_p^B}{N_{\text{АТП}}}$	2 932 500

Річний об'єм перевезення вантажів у вартісному вираженні розраховуємо за формулою, грн.:

$$R_p^B = R_p * T_n \quad (4.57)$$

де T_n – тарифна плата за перевезення (вартість перевезення 1 тонни на один кілометр у міському сполученні, грн..)

$$P_p^B = 297\,600 * 28 = 8\,332\,800 \text{ (грн..)}$$

Величину рентабельності транспортних перевезень визначаємо за формулою, %:

$$P_{\text{пер}} = \frac{P}{C_{\text{уп}}} * 100\% \quad (4.58)$$

$$P_{\text{пер}} = \frac{1\,087\,319}{5\,340\,242} * 100\% = 20,2\%$$

Термін окупності автомобіля визначаємо за формулою:

$$T = \frac{C_B}{P} \quad (4.59)$$

$$T = \frac{527\,000}{1\,087\,319} = 0,49 \approx 0,5 \text{ року}$$

де C_B - вартість автомобіля на вторинному ринку (приймаємо за 527 000 грн)

4.5 Висновок до розділу 4

У четвертому розділі магістерської роботи проведено детальний економіко-математичний аналіз собівартості перевезень і визначено економічну ефективність запропонованих заходів для вдосконалення логістичних процесів.

Було визначено необхідну чисельність працівників автотранспортного підприємства (АТП) яка склала 5 осіб, що забезпечує ефективну організацію перевезень. Розрахунок фонду заробітної плати водіїв і ремонтного персоналу дозволив оцінити витрати на утримання працівників, включаючи соціальні внески цей показник складає 2 282 149 грн.

Здійснено детальний аналіз витрат на паливо, мастильні матеріали, технічне обслуговування, ремонт рухомого складу та амортизацію, сума яких склала 2 282 149 грн. Було визначено загальні річні потреби АТП у ресурсах. Розраховано повну собівартість перевезень, яка включає прямі та непрямі витрати які дорівнюють 5 340 242 грн. Розраховані показники підтвердили доцільність впроваджених змін:

- Рентабельність перевезень склала 20,2%.
- Чистий прибуток підприємства становить 1 087 319 грн.

Термін окупності автомобіля склав 0,5 року, що є чудовим результатом та підтверджує економічну доцільність оновлення рухомого складу.

Розділ показав, що оптимізація перевезень за допомогою методів маршрутизації, вдосконалення організації праці та зниження собівартості забезпечує високі економічні показники, що є важливим кроком у підвищенні конкурентоспроможності підприємства.



ВИСНОВКИ

В ході виконання першого розділу магістерської кваліфікаційної роботи був проведений комплексний аналіз діяльності ФОП Чернятинський Ю.Ю., створений SWOT-аналіз, вказані переваги та недоліки. Розглянуто матеріально-технічну базу підприємства, основні напрямки його роботи, характеристику вантажів, а також існуючу організацію перевезень. У ході аналізу виявив, що ФОП Чернятинський Ю.Ю. потребує модернізації автопарку та оптимізації існуючих маршрутів для підвищення ефективності перевезень та підтримання конкурентноспроможності.

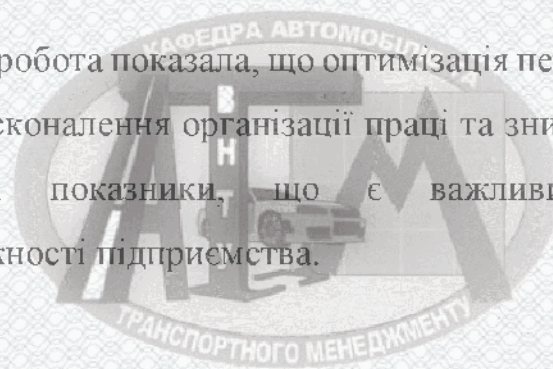
У другому розділі МКР був розглянутий евристичний метод Кларка-Райта, як один з основних елементів поліпшення існуючої системи перевезень. Наведені науково-теоретичні аспекти дозволили детально описати запропонований метод як ефективний інструмент для вирішення задач маршрутизації транспортних засобів.

У третьому розділі МКР розглянуто практичні аспекти. За допомогою маршрутизації перевезень методом Кларка-Райта, уточнення маршрутів, вибору рухомого складу та організації навантажувально-розвантажувальних робіт. Була знижена кількість маршрутів на 33%, зменшена загальна довжина маршрутів на 28%, загальна чисельність водіїв для задоволення потреб у перевезенні склала 1 чол. Загальний та продуктивний пробіг автомобіля за рік, склали 62 400 км. та 109 232 км. відповідно. На основі аналізу технічних характеристик рухомого складу було обрано рефрижератор DAF LF FA 45.12.160 з тідробортом вантажопідйомістю 5.9т.

У четвертому та останньому розділі МКР був проведений детальний економіко-математичний аналіз собівартості перевезень. Було визначено необхідну чисельність працівників автотранспортного підприємства (АТП) яка склала 5 осіб. Розрахована заробітний фонд персоналу, він склав 2 282 149 грн, серед яких ЗП водія 33 600 грн/міс. ЗП ремонтного персоналу – 19 080 грн/міс. Проведений аналіз витрат на паливо, мастильні матеріали, технічне обслуговування, ремонт рухомого складу та амортизацію, показав суму в 2 282 149 грн. Повна собівартість перевезень, яка

включає прямі та непрямі витрати складає 5 340 242 грн. Чистий прибуток склав 1 087 319 грн, відповідно термін окупності запропонованого рухомого складу складає 0,5 року або 6 місяців.

Магістерська робота показала, що оптимізація перевезень за допомогою методів маршрутизації, вдосконалення організації праці та зниження собівартості забезпечує високі економічні показники, що є важливим кроком у підвищенні конкурентоспроможності підприємства.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Clark G., Wright J.W. Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. – Operations Research, 1964. – Vol. 12, No. 4, pp. 568–581.
2. Daff Trucks Efficiency Analysis. – <https://daf.ua>
3. ESRI ArcGIS Route Optimization Tools. – <https://www.esri.com>.
4. Google Maps API Documentation. – <https://developers.google.com/maps/documentation>.
5. Гончаров В.В. Основи транспортної логістики: Навч. посібник. – Київ: Логістика, 2020. – 256 с.
6. Громов А.А. Методика розрахунку ефективності маршрутів. – Одеса: Астропринт, 2021. – 185 с.
7. Євдокимов В.В. Управління автотранспортними підприємствами. – Київ: Вид-во НТУ, 2017. – 304 с.
8. Карапетян Ю.С. Логістика транспортних послуг. – Дніпро: ДНУ, 2018. – 247 с.
9. Козлов В.П. Проблеми автоматизації в логістиці. – Харків: Вид-во ХНЕУ, 2019. – 289 с.
10. Красноштан О.М. Аналіз транспортних витрат. – Вінниця: ВНТУ, 2022. – 256 с.
11. Мільчук А.С. Алгоритмізація транспортних процесів. – Одеса: Астропринт, 2018. – 315 с.
12. Морозова Т.В. Організація перевезень вантажів. – Харків: УкрАвто, 2018. – 219 с.
13. Smith J., Brown T. Advanced Vehicle Routing Techniques. – New York: McGraw-Hill, 2020.
14. Transport Research Board. Analysis of Transport Efficiency. – Washington, 2021.
15. Van der Vorst J.G.A.J. Supply Chain Management: Theory and Practice. – Wiley, 2018.
16. World Bank. Freight Transport Optimization. – Washington, 2020.
17. Вартість автомобіля – <https://autoline.ua/>

18. Вартість палива – <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/fuel/dt/>
19. Воронкова А.Е. Теорія та практика оптимізації транспортних маршрутів. – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2019. – 198 с.
20. Гончаров В.В. Основи транспортної логістики: Навч. посібник. – Київ: Логістика, 2020. – 256 с.
21. Громов А.А. Методика розрахунку ефективності маршрутів. – Одеса: Астропринт, 2021. – 185 с.
22. Євдокимов В.В. Управління автотранспортними підприємствами. – Київ: Вид-во НТУ, 2017. – 304 с.
23. Заробітна плата водіїв вантажівок – <https://ua.jobble.org/salary>
24. Заробітна плата автомеханіків – <https://www.work.ua/salary>
25. Jones P., Smith R. Vehicle Routing Algorithms in Practice. – Springer, 2019.
26. Шрамченко Н.М. Основи математичного моделювання в логістиці. – Львів: ЛНУ, 2021. – 208 с.
27. Красноштан О.М., Марчук М.А., Варчук В.В. Ефективність методу Кларка-Райта при формуванні маршрутів перевезення вантажів // Міжнародна науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», – Вінниця: ВНТУ, 2024, Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/schedConf/presentations>





Додаток А
(обов'язковий)



ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПРОДУКЦІЇ ТОВАРИСТВА З
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «КАРЛСБЕРГ» РУХОМИМ СКЛАДОМ
ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ ПІДПРИЄМЦЯ ЧЕРНЯТИНСЬКОГО ЮРІЯ ЮРІЙОВИЧА
МІСТО ВІННИЦЯ



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

**Вдосконалення процесу перевезення продукції товариства з обмеженою
відповідальністю «Карлсберг» рухомим складом фізичної особи
підприємця Чернятинського Юрія Юрійовича місто Вінниця**

Графічна частина
до магістерської кваліфікаційної роботи
зі спеціальності 275 – Транспортні технології
08-61.МКР.139.00.000

Керівник роботи к.т.н., доцент

Красноштан О.М.

Розробив студент гр. ІТТ-23м

Марчук В.А.

Вінниця ВНТУ 2024

Метою роботи є підвищення ефективності перевезень продукції ТОВ «Карлсберг» у місті Вінниця рухомим складом ФОП Чернятинський Ю.Ю. шляхом оптимізації маршрутів і вибору рухомого складу на основі методу Кларка-Райта.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних задач:

1. Аналіз існуючої системи перевезень;
2. Розробка оптимальних маршрутів з використанням методу Кларка-Райта;
3. Скорочення відстані маршрутів методом підсумовування по стовпчиках;
4. Визначення та оцінка технічних характеристик запропонованого рухомого складу;
5. Розрахунок основних показників виробничої бази;
6. Розрахунок економічних показників ефективності запропонованих рішень;

Об'єкт дослідження – процес перевезення продукції ТОВ «Карлсберг» у місті Вінниця.

Предмет дослідження – технологічні та економічні аспекти виконання процесу перевезення рухомим складом ФОП Чернятинський Ю.Ю. у міському сполученні.

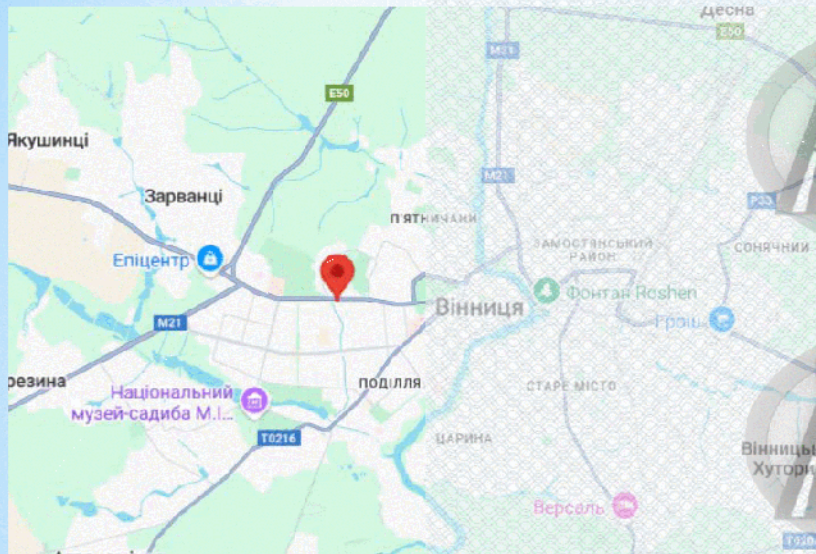
Методи дослідження. У роботі застосовуються методи економічного аналізу, математичного моделювання, метод Кларка-Райта для оптимізації маршрутів, метод підсумовування по стовпчиках, а також методи оцінки ефективності логістичних рішень.

Новизна одержаних результатів. В магістерській дипломній роботі розроблено заходи щодо підвищення ефективності виконання перевезень, які забезпечать зниження транспортних витрат і підвищення продуктивності шляхом оптимізації маршрутів та вибору рухомого складу.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає в тому, що було зменшено кількість маршрутів, які виконуються за 1 день роботи ФОП Чернятинський Ю.Ю. у межах м. Вінниця. Відповідно до цієї кількості маршрутів – 4 рейси виконуються за рахунок роботи автомобіля рефрижератора з гідробортом DAF LF FA 45.12.160. Було розраховано дохід і прибуток підприємства від виконаних визначених маршрутів. Відповідно до цих результатів, використання нового рухомого складу є більш ефективним за рахунок отримання більшого прибутку від виконання перевезень.

Публікації. Красноштан О.М., Марчук М.А., Варчук В.В. Ефективність методу Кларка-Райта при формуванні маршрутів перевезення вантажів // Міжнародна науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», – Вінниця: ВНТУ, 2024, Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/schedConf/presentations>

Характеристика діяльності ФОП Чернятинський Ю.Ю.



Місце розташування ФОП Чернятинський Ю.Ю.

SWOT-аналіз ФОП Чернятинський Ю.Ю.

Сильні сторони (Strengths)

1. Різноманітність послуг: напів, продукції, електроніка, носилні апарати, експедиторські послуги

2. Наявність рефрижераторів для перевезення з контрольованою температурою

3. Власний сервісний центр: він містить ризик поломки

4. Регуляція надійного партнера для великих компаній, зокрема ТОВ «Кардсбері»

5. Гнучкість у плануванні: планувати діяльність до погодних умов і потреб клієнтів

Слабкі сторони (Weaknesses)

1. Стара матеріально-технічна база (не оновлювалася 6 років)

2. Відсутність GPS програмного забезпечення для оптимізації маршрутів

3. Обмеженість транспорту, що впливає на номенклатуру перевезених товарів

4. Нестача логістів та водіїв для оптимізації процесів

5. Відсутність інвестицій у нові технології, що уповільнює розвиток

Можливості (Opportunities)

1. Інвестиції в сучасне ПЗ для логістики (оптимізація маршрутів, управління флотом)

2. Розширення та оновлення автопарку

3. Розширення клієнтської бази через вихід на нові сегменти ринку

4. Впровадження GPS для підвищення прозорості доставки

5. Контракти з іншими великими підприємствами для стабільного доходу

Загрози (Threats)

1. Висока конкуренція на ринку транспортних послуг

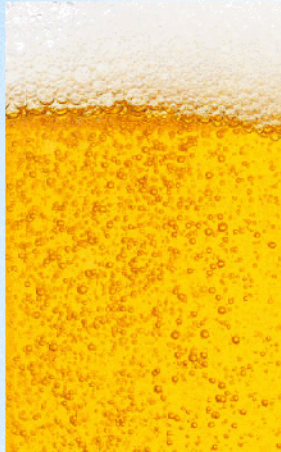
2. Економічні фактори (інфляція, зростання цін на паливо)

3. Підвищення регуляторних вимог (зокрема, екологічних стандартів)

4. Ризик простоя через поломки старого транспорту

5. Можливість втрати клієнтів через затримки або неякісне обслуговування

Характеристика вантажу



Зовнішній вигляд вантажу без тари



Зовнішній вигляд вантажу в металевих банках



Зовнішній вигляд блоків пива на палетах



Зовнішній вигляд фіксації палет ременями

Опис існуючої організації перевезень



Схема об'їзду маршруту 1

Схема об'їзду маршруту 2

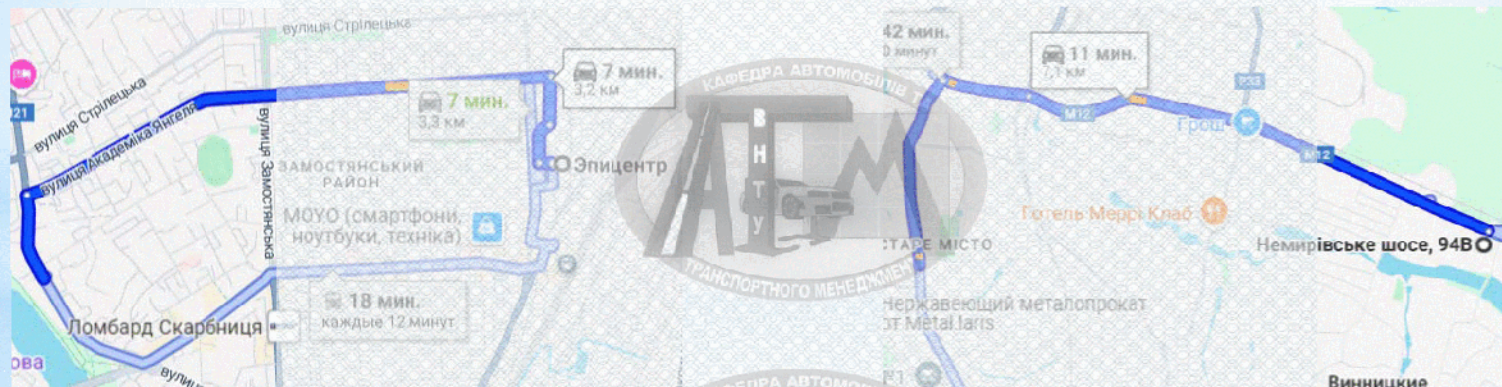


Схема об'їзду маршруту 3

Схема об'їзду маршруту 4



Схема об'їзду маршруту 5

Схема об'їзду маршруту 6

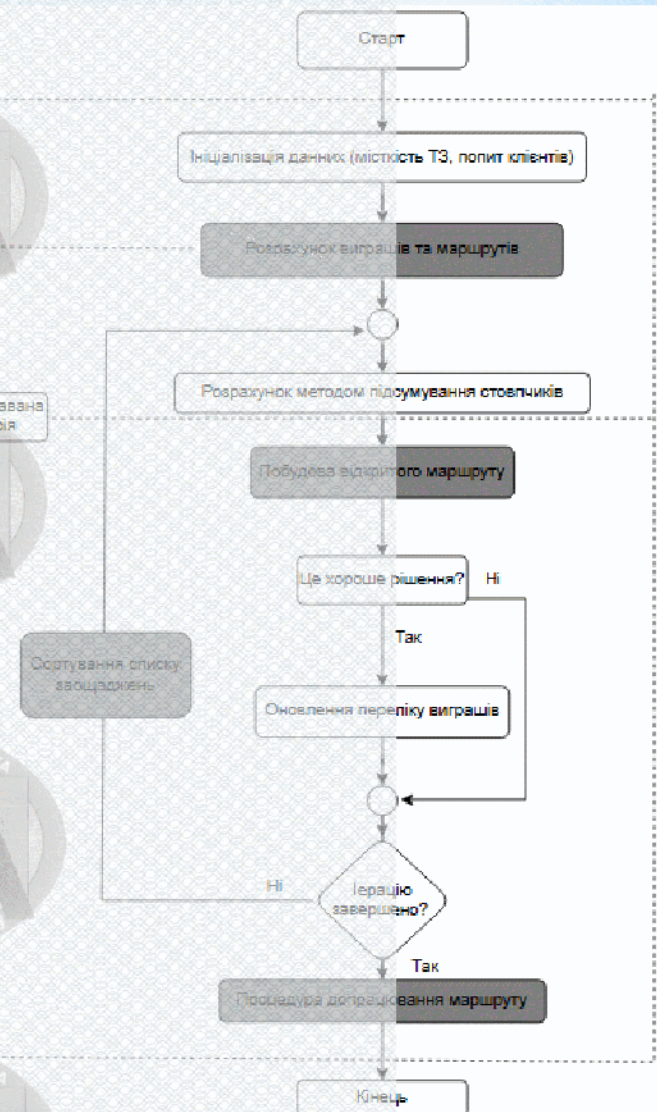
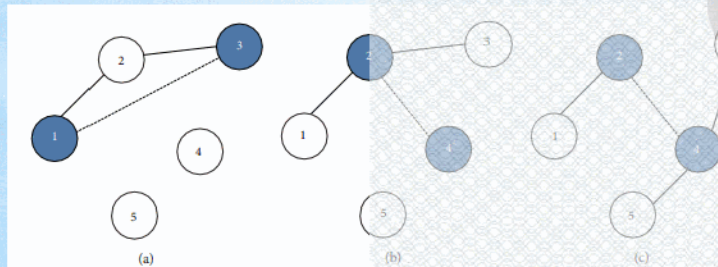
Загальна відстань, км.	86,8
Кількість автомобілів на маршруті, шт.	4
Вантажопідйомність одного авто, т. у	1,5-1,8

Початкові дані



Теоретичні основи методу Кларка-Райта

На Рисунку зображена блок-схема запропонованого алгоритму Кларка-Райта (CW), яка демонструє етапи вирішення задачі маршрутизації транспортних засобів. У схемі наведено ключові кроки процесу. Два маятникових маршрути за найбільшим виграшем об'єднуються в один розвізний маршрут. Об'єднання таких двох маршрутів в один можливе, якщо загальний обсяг вантажу, що буде перевозитися на такому маршруті, не перевищує існуючої вантажопідйомності автомобіля. Обсяг перевезень на маршруті не повинен перевищувати вантажопідйомність автомобіля з урахуванням його можливого завантаження.



Результати застосування методів Кларка-Райта, та пісумовування по стовпчиках

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P0
P1		2,5	2,3	4,5	2,9	6	7,6	3,6	3,3	4	5,2	5,5	7,2	6,6	2,7	4,7
P2	2,5		3,6	2	1,7	3,6	9,2	4,7	4,9	6,3	6,8	3	4,6	8,2	4,3	5,9
P3	2,3	3,6		6,3	4,1	6,9	6,5	2,8	2,2	3	4,1	5,3	7	5,5	1,6	3,5
P4	4,5	2	6,3		3,1	1,7	11,2	6,7	6,9	9	8,8	1,1	2,2	10,2	6,3	8,6
P5	2,9	1,7	4,1	3,1		3,4	9,5	5	5,2	6	7,1	3,8	4,7	8,5	4,6	6,5
P6	6	3,6	6,9	1,7	3,4		7,4	7,9	8,1	8,8	10	1,8	7	11,4	7,5	8,5
P7	7,6	9,2	6,5	11,2	9,5	12,4		11,2	4,8	5,9	2,4	11,1	25,4	4,7	5,7	6,5
P8	3,6	4,7	2,8	6,7	5	7,9	11,2		2,6	4	4,7	7,6	9,3	6,1	2,2	1,6
P9	3,3	4,9	2,2	6,9	5,2	8,1	4,8	2,6		1,8	2,4	6,9	8,6	3,8	1,5	2,3
P10	4	6,3	3	9	6	8,8	5,9	4	1,8		3,6	7,7	9,4	9,4	2	1,1
P11	5,2	6,8	4,1	8,8	7,1	10	2,4	4,7	2,4	3,6		8,9	10,6	2,4	3,5	4,4
P12	5,5	3	5,3	1,1	3,8	1,8	11,1	7,6	6,9	7,7	8,9		2,1	10,1	6,4	7,7
P13	7,2	4,6	7	2,2	4,7	2	25,1	9,3	8,6	9,4	10,6	2,1		20,7	8	9,3
P14	6,6	8,2	5,5	10,2	8,5	11,4	4,7	6,1	3,8	9,4	2,4	10,1	20,7		4,7	5,6
P15	2,7	4,3	1,6	6,3	4,6	7,5	5,7	2,2	1,5	2	3,5	4,8	8	5		2,7
P0	4,7	5,9	3,5	8,6	6,5	8,5	6,5	4,6	2,3	1,1	4,4	7,7	9,1	5,6	2,7	

Матриця відстаней між кореспондуючими пунктами

BB-BO12-BO13-BO4-BO6-BO2-BB

BB-BO1-BO3-BO5-BB

BB-BO15-BO10-BO9-BO8-BB

BB-BO11-BO14-BO7-BB

Порядок маршрутів після застосування
методу Кларка-Райта

BB-BO12-BO13-BO6-BO4-BO2-BB

BB-BO3-BO5-BO1-BB

BB-BO9-BO8-BO15-BO10-BB

BB-BO14-BO7-BO11-BB

Кінцевий варіант маршрутів

Обраний рухомий склад



Зовнішній вигляд рухомого складу

Тип транспортного засобу	Рефрижератор
Марка та модель	DAF LF FA 45.12.160
Вантажопідйомність, т	4,92
Колісна база, мм	4200
Колісна формула	4x2
Двигун (марка та модель, вид палива, стандарт EURO, витрата палива на 100 км)	Дизельний двигун RACCAR FR, 4,5 л, 160 к.с. Робочий об'єм – 4,5 л. витрата палива на 100 км. – 18 літрів. Стандарт EURO - 6
Паливний бак, л	200
Шини: (розмір та кількість)	315/70 R22,5 4 одиниці

Коротка технічна характеристика

Техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу

Найменування показника	Одиниця виміру	Умовні позначення	Величина показника
1	2	3	4
Автомобіль (марка) DAF LF FA 45.12.160			
Середня вантажопідйомність	т.	q_n	4,92
Кількість автомобілів - інвентарні - в експлуатації	один.	A_1	2
	один.	A_e	2
Середня довжина їздки з вантажем	км.	L_{er}	64
Пробіг за добу продуктивний середній	км.	$L_{ван}, L_{пр}$	64
Продуктивність РС - в тонах	км.	$Q_{дн}$	19
- тонно*кілометрах	т-км.	$W_{дн}$	1220
Технічна швидкість	км/год	V_T	25
Час в на маршруті	год.	T_m	8,81
Час в наряді	год.	T_n	9,37
Час навантаження-розвантаження за їздку	год.	$t_{н-р}$	0,55
Коефіцієнт використання пробігу		β_n	0,8
Коеф-т викор-ння вантажопідйомності		γ_c	0,98
Автомобіле - дні в господарстві	а-дн.	AD_1	490
Автомобіле - дні в експлуатації	а-дн.	AD_e	244
Автомобіле - години в експлуатації	а-год.	AG_e	2 287
Продуктивний пробіг за період	км.	$L_{ван}$	62 400
Загальний пробіг за період	км.	$L_{заг}$	109 232
Кількість обертів за рік	об.	$z_{об}$	245

Калькуляція собівартості перевезень

Показник	Одиниця вимірювання	Умовне познач.	Значення показника
1	2	3	4
1. Витрати палива в рік	грн.	$C_{\text{п}}$	1 177 561
2. Сумарні витрати в рік на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	грн.	$C_{\text{МЕ}}$	43 957
3. Витрати на запасні частини і матеріали для ТО і ТР	грн.	$C_{\text{ЗЧ М}}$	87 386
4. Витрати на відновлення і ремонт автомобільних шин	грн.	$C_{\text{Ш}}$	112 199
5. Загальний річний фонд заробітної плати робітників АТП з відрахуванням на соціальне страхування	грн.	$ЗП_{\text{АТП}}$	2 282 149
6. Витрати на утримання і ремонт виробничих приміщень та амортизацію (3% їх початкової вартості $V_{\text{ут}} = 0,03 V_{\text{ГВ}}$)	грн.	$V_{\text{ут}}$	111 098
7. Витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища ($V_{\text{сн}} = 8\% ЗП_{\text{АТП}}$)	грн.	$V_{\text{сн}}$	182 572
8. Інші витрати (2% до підсумку пунктів 1-7)	грн.	$V_{\text{ін}}$	79 939
9. Разом виробнича собівартість по АТП (собівартість перевезень)	грн.	$V_{\text{ГВ}}$	4 076 861
10. Адміністративні витрати ($V_{\text{адм}} = (50-60\%)*ЗП_{\text{АТП}}$)	грн.	$V_{\text{адм}}$	1 141 075
11. Поза виробничі витрати (3-6,5% від собівартості перевезень $V_{\text{пв}} = V_{\text{ГВ}} * (0,03...0,065)$)	грн.	$V_{\text{пв}}$	122 306
12. Повна собівартість (Сума пунктів 9-11)	грн.	$C_{\text{ГП}}$	5 340 242

Показники економічної ефективності підприємства

Показник	Одиниця виміру	Основа чи формула для розрахунку	Значення показника
1. Річний об'єм перевезення вантажів:	т.м	Вантажообіг за період формула 4.57	297 600
а) в натуральних одиницях, R_p	грн.		8 332 800
б) у вартісному вираженні, R_p^B			
2 ПДВ	грн.	$ПДВ = 20\% R_p^B$	1 666 560
3 Скорегований валовий дохід, $Дв$	грн.	$Дв = R_p^B - 20\% R_p^B$	6 666 240
4. Повна собівартість, $C_{\Sigma п}$	грн.	Таблиця 4.17	5 340 242
5. Прибуток, Π	грн.	$\Pi = Дв - C_{\Sigma п}$	1 325 998
6. Чистий прибуток, ЧП	грн.	$\text{ЧП} = \Pi * 0,82$	1 087 319
7. Середня чисельність робітників АТП, $N_{\text{атп}}$	чол.	Таблиця 4.8	5
8. Рентабельність перевезень, $R_{\text{пер}}$	%	Формула 4.58	20,2%
9. Виробіток на одного працівника АТП, $V_{\text{атп}}$	грн.	$V_{\text{атп}} = \frac{R_p^B}{N_{\text{атп}}}$	2 932 500

Висновки

В ході виконання першого розділу магістерської кваліфікаційної роботи був проведений комплексний аналіз діяльності ФОП Чернятинський Ю.Ю., створений SWOT-аналіз, вказані переваги та недоліки. Розглянуто матеріально-технічну базу підприємства, основні напрямки його роботи, характеристики вантажів, а також існуючу організацію перевезень. У ході аналізу виявив, що ФОП Чернятинський Ю.Ю. потребує модернізації автопарку та оптимізації існуючих маршрутів для підвищення ефективності перевезень та підтримання конкурентноспроможності.

У другому розділі МКР був розглянутий евристичний метод Кларка-Райта, як один з основних елементів поліпшення існуючої системи перевезень. Наведені науково-теоретичні аспекти дозволили детально описати запропонований метод як ефективний інструмент для вирішення задач маршрутизації транспортних засобів.

У третьому розділі МКР розглянуто практичні аспекти. За допомогою маршрутизації перевезень методом Кларка-Райта, уточнення маршрутів, вибору рухомого складу та організації навантажувально-розвантажувальних робіт. Була знижена кількість маршрутів на 33%, зменшена загальна довжина маршрутів на 28%, загальна чисельність водіїв для задоволення потреб у перевезенні склала 1 чол. Загальний та продуктивний пробіг автомобіля за рік, склали 62 400 км. та 109 232 км. відповідно. На основі аналізу технічних характеристик рухомого складу було обрано рефрижератор DAF LF FA 45.12.160 з гідробортом вантажопідйомністю 5.9т.

У четвертому та останньому розділі МКР був проведений детальний економіко-математичний аналіз собівартості перевезень. Було визначено необхідну чисельність працівників автотранспортного підприємства (АТП) яка склала 5 осіб. Розрахована заробітний фонд персоналу, він склав 2 282 149 грн, серед яких ЗП водія 33 600 грн/міс. ЗП ремонтного персоналу – 19 080 грн/міс. Проведений аналіз витрат на паливо, мастильні матеріали, технічне обслуговування, ремонт рухомого складу та амортизацію, показав суму в 2 282 149 грн. Повна собівартість перевезень, яка включає прямі та непрямі витрати складає 5 340 242 грн. Чистий прибуток склав 1 087 319 грн, відповідно термін окупності запропонованого рухомого складу складає 0,5 року або 6 місяців.





Дякую за увагу!





Додаток Б

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ



ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Вдосконалення процесу перевезення продукції товариства з обмеженою відповідальністю «Карлсберг» рухомим складом фізичної особи - підприємця «Чернятинський Юрій Юрійович» місто Вінниця

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

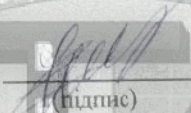
Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 79 % Схожість 21 %

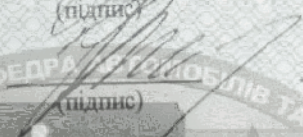
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Цимбал О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Turnitin щодо роботи.

Автор роботи  Марчук В.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи  Красноштан О.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)