

«Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра

**магістр**

(освітній рівень)

на тему: **Підвищення ефективності транспортного процесу доставки  
продукції фірми ТОВ "Ласка" у Центральному регіоні України**

Виконав: студент 6 курсу, групи **МНм-61**  
спеціальності 275 «Транспортні технології»

(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

**Смаль В.В.**

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

**Ляшук О.Л.**

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

**Цьонь О.П.**

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. каф.

(підпис)

**Ляшук О.Л.**

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2021

Факультет *Інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *Автомобілів*

Освітній рівень *магістр*

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри *О.Л. Ляшук*

«» \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНІ РОБОТУ МАГУСТРУ

*Смалю Віктору Вікторовичу*

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Підвищення ефективності транспортного процесу доставки продукції фірми ТОВ "Ласка" у Центральному регіоні України*

керівник проекту (роботи) *Ляшук Олег Леонтійович, д.т.н., проф*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «» \_\_\_\_\_ 2021 року № \_\_\_\_\_

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *27 грудня 2020 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи) \_\_\_\_\_

*Дорожньо-транспортна мережа Кіровоградського регіону; Товороутворюючі та товаропоглинаючі пункти фірми ТОВ "Ласка"*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

*Вступ. 1. Теоретичний розділ. 2. Аналітико-дослідницький розділ;*

*3. Проектно-рекомендаційний розділ; 4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях*

*Загальні висновки. Перелік посилань.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

*Модель транспортного процесу доставки продуктів харчування з центральним пунктом навантаження; Методика планування розвізно-збиральних автотранспортних систем перевезень;*

*Характеристика замовника транспортних послуг; Характеристика етапів реалізації алгоритму*

*планування розвізно-збиральних автотранспортних систем; Характеристика замовників*

*транспортних систем; Основні характеристики транспортних засобів; Схема планування*

*перевезення харчових продуктів; Удосконалення алгоритму методу фіктивних гілок а границь*

*для радіальних маршрутів; Оптимальна комбінація транспортних маршрутів в межах міста;*

*Табличне представлення процесу оптимізації транспортних маршрутів; Проектування*

*транспортного маршруту для доставки продукції ТОВ «ЛАСКА» в центральному регіоні*

*України; Формування матриці відстаней в MS Excel 2010 та визначення оптимального*

*маршруту; Характеристика маршрутів між двома пунктами в оптимальному кільцевому*

*маршруті; Характеристика техніко-економічної оцінки транспортної роботи за оптимальним*

*маршрутом автомобіля рефрижератора.*

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці</i>	<i>Окіпний І.Б., доцент</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>			
	<i>Клепчик В.М., ст. викладач</i>		

## 7. Дата видачі завдання

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Теоретичний розділ</i>	<i>15.10.2021</i>	
2	<i>Аналітико-дослідницький розділ</i>	<i>22.10.2021</i>	
3	<i>Проектно-рекомендаційний розділ</i>	<i>05.11.2021</i>	
4	<i>Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>19.11.2021</i>	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)Смаль В.В.  
\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Ляшук О.Л.  
\_\_\_\_\_

## ЗМІСТ

	стор.
Реферат	_____
Вступ	_____
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	_____
1.1 Короткий опис об'єкту дослідження	_____
1.2 Модель, що описує транспортний процес доставки продукції з центральним пунктом навантаження	_____
1.3 Розробка методики планування розвізно-збірних автотранспортних систем перевезень	_____
1.4 Короткий огляд діяльності підприємства	_____
1.5 Формулювання завдання кваліфікаційної роботи магістра	_____
2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	_____
2.1 Формування інформації про точки вантажоотримувачів	_____
2.2 Основні характеристики транспортних засобів	_____
2.3 Умови виробництва та перевезення продукції до замовника	_____
2.4 Обґрунтування режимів руху рухомого складу	_____
3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	_____
3.1 Проектування транспортного маршруту для доставки заморожених продуктів харчування ТОВ "Ласка" в Центральному регіоні України	_____
3.2 Опис транспортної роботи на маршруті автомобіля рефрижератора	_____
3.3 Розрахунок собівартості перевезення автомобілем авторефрижератором	_____
3.4 Розрахунок прибутку та формування відповідних тарифів на перевезення вантажу за відповідним маршрутом автомобілем	_____
3.5 Аналіз даних за результатами дослідження	_____
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ	_____

СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці обслуговуючого персоналу холодильних установок

4.2 Фреоновий хладагент як елемент підвищеної небезпеки

Висновки

Література

## РЕФЕРАТ

В теоретичному розділі сформовано короткий опис об'єкту дослідження. Розглянуто модель, що описує транспортний процес доставки продукції з центральним пунктом навантаження. Розроблено методику планування розвізно-збірних автотранспортних систем перевезень. Дано короткий огляд діяльності підприємства. Здійснено формулювання мети дослідження, завдання кваліфікаційної роботи магістра.

В аналітико-дослідницькому розділі розглянуто інформацію про точки вантажоотримувачів. Проведено дослідження та зведення основних характеристики транспортних засобів. Описано умови виробництва та перевезення продукції до замовника. Обґрунтовано режими руху рухомого складу на маршруті.

В проектно-рекомендаційному розділі розглянуто проектування транспортного маршруту для доставки заморожених продуктів харчування ТОВ "Ласка" в Центральному регіоні України. Описано транспортну роботу на маршруті автомобіля рефрижератора. Проведено розрахунок собівартості перевезення автомобілем авторефрижератором на розроблено маршруту. Проведено розрахунок прибутку та формування відповідних тарифів на перевезення вантажу за відповідним маршрутом. Проаналізовано данні за результатами дослідження.

В розділі охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях дано інформацію про охорону праці обслуговуючого персоналу холодильних установок. Описано фреоновий хладагент як елемент підвищеної небезпеки.

## ВСТУП

Економічні перетворення зумовили появу безлічі дрібних вантажоодержувачів у регіонах України. Обсяг вантажу, що перевозиться, в зміну (добу) роботи кожному з них значно менше можливостей сучасних транспортних засобів і представляє дрібне відправлення вантажу. Попередні дослідження показали, що навіть у житловому будівництві, де традиційно вантажі вважалися масовими і тому підлягають перевезенню помашинними відправками, кількість дрібних відправок за весь період постачання вантажу може становити до 46% загального обсягу заявленого вантажу на об'єкт.

Зменшення автотранспортних підприємств призвело до створення безлічі дрібних підприємств вантажного автотранспорту, які сьогодні здійснюють перевезення дрібнопартійних вантажів у містах та регіонах. Вивчення практики показало, що, у переважній кількості випадків спостережень, планування перевезень вантажів за різними розвізними, збірними, розвізно-збірними (далі розвізно-збірним\*) маршрутам здійснюється за досвідом роботи, на основі інтуїції, практичних міркувань, що призводить до простоїв вантажно-розвантажувальних пунктів та автомобілів в очікуванні виконання вантажних робіт, застосування автотранспортних засобів, що не забезпечують збереження вантажів, неповного завантаження або перевантаження автомобілів, неефективного використання автомобілів за часом, зривами заявок на вивезення вантажу, замовленням зайвого транспорту. Обсяги перевезень дрібнопартійних вантажів по розвізно-збірним маршрутам у містах, кількість дрібних автопідприємств зростають, що істотно впливає на подорожчання реалізованої продукції та послуг.

Потреба встановлення причин виявлених недоліків зумовила необхідність вивчення стану вантажних автомобільних перевезень. Виявилось, що певні теоретичні положення та моделі розрахунку продуктивності автомобілів, що рекомендуються до застосування на практиці для планування перевезень вантажів по розвізно-збірних маршрутах,

відповідають єдиній технології. Даний підхід дає можливість забезпечити планування перевезень вантажів за розвізно-збірними маршрутами, в математичній моделі розрахунку продуктивності одного автомобіля, в обґрунтуванні вибору рухомого складу, визначенні потрібної кількості транспортних засобів. Огляд сучасного стану теорії вантажних автомобільних перевезень також показав, що теоретичний опис перевезень вантажів по розвізно-збірних маршрутах обмежено одним розвізно-збірним маршрутом, де працює один автомобіль.

Однак на практиці повсюдно поширені перевезення дрібно-партійних вантажів, коли безліч споживачів забезпечуються одним постачальником, або один споживач отримує вантажі від багатьох постачальників, або комбінації із зазначених варіантів. Спостерігається понад 10 різних технологій перевезень вантажів дрібними відправками, що відрізняються транспортними схемами, кількістю транспортних засобів, що застосовуються, часом освоєння обсягу перевезень, складністю функціонування та за іншими ознаками.

Мета – підвищити ефективність транспортного процесу доставки продукції підприємства ТОВ "Ласка", а саме визначення оптимального маршруту та послідовність пунктів вантажоодержувачів.

Предмет – транспортний процес доставки продукції підприємства ТОВ "Ласка" в Центральному регіоні України.

Об'єкт дослідження – закономірності доставки вантажів підприємства ТОВ "Ласка" в режимі розвізного маршруту.



# 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1. Короткий опис об'єкту дослідження

В даний час, у регіональних умовах експлуатації, обслуговування постачальників та споживачів різних вантажів, наприклад: молоко і молокопродукти, хліб та хлібобулочні вироби, періодичний друк, посилки, тверді побутові відходи, харчові відходи, продукти харчування та напівфабрикати, продукти харчування та сировина з баз постачання до їдалень та ресторанів, меблі, холодильники, газові плити та інші покупки з магазинів населенню, продовольчі покупки населенню додому та багатьох інших.

Виконання перевезень вищеперелічених вантажів здійснюють автомобілі підприємств різної форми власності та організації підпорядкованості, що зумовило необхідність вивчення теоретичних та практичних досліджень перевезень вантажів на різних підприємствах регіонів України.

Заплановані до перевезення вантажі суттєво відрізняються за властивостями, вартістю, обсягами, періодами та часом постачання, тара та упаковка, іншими ознаками, але основною та загальною вимогою є забезпечення безпеки та товарного вигляду при завантаженні, переміщенні та розвантаженні, зберіганні.

При обслуговуванні споживачів і постачальників транспортні засоби взаємодіють із довкіллям нескінченною кількістю взаємодій. Необхідність збору інформації про дану взаємодію зумовила застосування певної множини способів її отримання. Вивчення практичного досвіду попередніх поколінь здійснено інтерв'юванням провідних науковців, експертним опитуванням практиків, вивченням опублікованого передового досвіду в науково-технічній літературі, у виробничій, нормативно-технічній та технологічній документації. Спостереження проводилися, протягом кількох років, шляхом фотографій робочого дня водіїв, хронометражів процесів навантаження та розвантаження. Практика перевезення вантажів по розвізно-сборним\*

маршрутам розрізняється по способам організації танаявностіюплануванняроботиавтомобілів.

При «самовивозі» (1 варіант) окремий підприємець, не формалізуючи процес планування перевезень вантажу, самостійно здійснює дрібнопартійні закупівлі необхідних товарів та перевозить вантаж у точку роздрібного продажу, виконуючи збірний маршрут.

Більшою складністю відрізняється другий варіант організації перевезень, коли здійснюється розвезення одного або кількох найменувань вантажів одним автомобілем від одного постачальника кільком точкам реалізації, особливо, якщо перевезення здійснюються як послуги для сторонніх організацій. У кращому разі укладається договір на перевезення вантажів, дво- чи тристоронній. Для організації перевезень вантажу постачальнику (підприємцю-перевізнику) споживачі щодня надсилають заявку у погодженому вигляді, де вказують кількість, асортимент, термін постачання та інші необхідні реквізити. Оперативне планування перевезень вантажів полягає у встановленні переліку споживачів та завдання у такому вигляді видається водієві, який самостійно визначає трасу та послідовність об'їзду пунктів маршруту.

Ще більш складний, третій варіант обслуговування постачальників і споживачів спостерігається, коли кількість споживачів, що обслуговуються за зміну (добу), обчислюється десятками або сотнями, асортиментів вантажів, що перевозяться, може становити десятки найменувань. Перевезення організує постачальник або інша юридична особа (посередник), залучаючи для обслуговування власний автотранспорт постачальника та інші транспортні засоби.

Територія регіону розбивається на кілька умовно-постійних районів, за районом закріплюється один автомобіль. Перелік споживачів видається водієві як завдання, і він також самостійно визначає дорогу (дороги та послідовність) об'їзду пунктів.

Такому «плануванню» перевезень вантажів по розвізно-збірним маршрутам властиві істотні недоліки. Як тільки змінюються: заявка споживачів (це відбувається щодня), умови експлуатації, в лінію виходить автомобіль інший, ніж у плані автомобіль за вантажопідйомністю (вантажоемністю) (внаслідок технічної несправності або з організаційних причин), автомобілі в умовно-постійних районах або недовантажені, або повторно заїжджають у низку пунктів району для виконання заявки споживача. В обох випадках витрати на доставку вантажу суттєво зростають проти плану.

У всіх вищеперелічених випадках потрібно вирішувати завдання включення нового споживача в план перевезень вантажів. Іноді спостерігається таке рішення, коли новий клієнт єдиний і для перевезення дрібного відправлення вимушено виконується робота на маятниковому маршруті зі зворотним ненавантаженим пробігом (1 рішення).

Інше рішення спостерігається, коли перевезення здійснюються в умовно-постійних районах, на практиці нового споживача включають до умовного району за критерієм - мінімум відстані до споживачів умовного району, або в маршрут, де транспортний засіб недовантажено (2 рішення).

Встановлено третій варіант розв'язання задачі, коли частина клієнтури власна реалізаційна мережа, для неї реалізується третій варіант організації обслуговування та змінюється другий варіант розв'язання задачі включення нового споживача. Інша частина клієнтури - сторонні організації та їх обслуговування витримується або «самовивозом» або обслуговування здійснюється окремо від власної мережі та використовуються обидва викладені варіанти вирішення задачі. Додаткова складність у роботу автомобілів на розвізно-збірних маршрутах вносить доручення водієві виконувати функції касира, експедитора, вантажника, на що може витрачатися значна частина робочого часу автомобілів, але протягом якого вони простоюють.

Для перевезень вантажів по розвізно-збірним маршрутам застосовуються різні за складом і призначенням транспортні засоби. Найчастіше, як критерій прийняття рішення щодо вибору рухомого складу для роботи на розвізно-збірних маршрутах передбачається застосування транспорту:

1 - що знаходиться у власності постачальника, у тому числі і не забезпечує вимог щодо збереження вантажу;

2 - призначеного для перевезення даного вантажу (групи вантажів), що знаходиться у власності постачальника та (або) використовуваного за договором, транспорту, що належить фізичній особі;

3 - призначеного для перевезення даного вантажу (групи вантажів), що знаходиться у власності постачальника та (або) використовуваного за договором, транспорту, що належить юридичній особі.

Оскільки у перерахованих вище трьох варіантах організації обслуговування споживачів облік техніко-експлуатаційних показників або не ведеться, або виконується за окремими показниками (наприклад - витрата палива), а планування роботи автомобілів, як функція управління, відсутня, то і аналіз діяльності автомобілів з перевезення вантажів не виконується .

Раніше, в автотранспортні підприємства загального користування працівники планово-економічних відділів вирішували завдання аналізу та планування за звітний період (місяць, квартал, рік). Аналіз роботи автомобілів, що перевозять вантажі на розвізно-збірних маршрутах (як правило, це погодинні використання автомобілів на умовах погодинної оплати), проводився підсумовуванням підсумків роботи по всіх «погодинних» автомобілях. Підсумки підбивалися за такими показниками:

-середньооблікова кількість автомобілів, автомобіледні інвентарні, автомобілі-дні в експлуатації, автомобілі-тонно-дні в експлуатації, середня вантажопідйомність парку, загальна вантажопідйомність парку, коефіцієнт використання парку, середній час знаходження автомобіля в наряді, середньодобовий догляд, авто-годинник в експлуатації, обсяг перевезень,

вантажообіг, загальний пробіг, загальний час знаходження автомобілів у наряді, коефіцієнт технічної готовності.

Планування роботи «погодинних» автомобілів у автотранспортних підприємств, у тому випадку, коли воно здійснює організацію перевезень вантажу, полягало у складанні постійних маршрутів роботи автомобілів та планових завдань водіям, причому спостерігалось прагнення до вирівнювання навантаження водіїв за кількістю заїздів, відпрацьованих годин тощо. Зміна маршрутів і завдань водіям могло здійснюватися кілька разів на рік, з різних причин (прохання клієнтів, зміна умов експлуатації та ін.). У разі, коли клієнт організовував перевезення самостійно, планування зводилося до розподілу автомобілів по клієнтурі з урахуванням можливостей автотранспортного підприємства.

Вивчення практики застосування автомобільного транспорту за кордоном показує відсутність будь-яких істотних відмінностей проти вітчизняного досвіду. Значну увагу автори публікацій приділяють розгляду окремих, суттєвих з їх погляду на даний момент часу, сторін, наприклад, прагнення більш повного використання встановлених дорожніх обмежень визначає процес постійного вдосконалення рухомого складу, що застосовується в частині габаритів, прохідності, пристосованості до вантажно-розвантажувальних робіт, безпеки вантажу тощо. Розвиток інформаційних технологій відображається у створенні засобів зв'язку, відстеження автомобіля на дорожній мережі, підвищення інформованості водія про експлуатаційні умови. Основною відмінністю є відносно більша мобільність, з погляду власника, тобто. приватнопідприємницька ініціатива.

Практика планування доставки вантажів на розвізно-збірних маршрутах за кордоном дозволяє укласти, що проблемам планування роботи транспортних засобів приділяється найсерйозніша увага. Наприклад, найбільша фірма США WasteManagement впроваджує автоматизовану систему маршрутизації та диспетчеризації. Фахівці цієї фірми сподіваються

скоротити на 10-15% витрати на перевезення, підвищити продуктивність праці та скоротити кількість транспортних засобів.

Спостереження за знаходженням та переміщенням відправок стає невід'ємною частиною логістичних технологій транспортування продукції. Спостереження представляє основу для надійної системи забезпечення якості транспортних послуг та ефективного контролю за витримкою замовлень.

Відповідно до особливостей швидкозростаючої системи доставки покупок і дрібнопартійних вантажів у великих містах Німеччини «... обумовлена потреба у вирішенні завдань: вибір оптимальних транспортних засобів; маршрутів руху з мінімальним збитком навколишнього середовища. Велике значення приділяється маршрутизації доставок з допомогою електроніки зниження часу і сумарної дальності доставок...».

Аналізуючи вищевикладене, слід зазначити:

1. Вивчення практики перевезень на розвізно-збиральних\* маршрутах у містах дозволило встановити, що у багатьох випадках спостережень, по суті планування перевезень вантажів, зокрема оперативне, на даний час виконується на недостатньому рівні чи не виконується. Не ведеться систематичний облік техніко-експлуатаційних показників, що перешкоджає виконанню аналізу використання та планування роботи автомобілів.

2. Підприємці, безумовно, зацікавлені в результатах своєї діяльності, але її оцінка лише за кінцевими показниками (прибутком) і, на їхню думку, основною діяльністю, може лише констатувати задоволення або незадоволеність окремого підприємця. Таке порівняння не дозволяє встановити причини недоліків та способи їх усунення, що було встановлено в результаті натурних спостережень.

3. У переважній кількості спостережень планування складає основі досвіду роботи авторів, з урахуванням минулої інформації, інтуїції, припущень та інших. Економіко-математичні методи при вирішенні задач перевезення вантажів по розвізно-збірному маршруті практично не

використовується, а якщо десь спостерігається, то розмірність розв'язання задачі обмежена одним окремим маршрутом.

4. Надання автомобілів у користування клієнту та розрахунків за них та годинним тарифам позбавляє автотранспортне підприємство можливості впливу на роботу автомобіля та робить непотрібним аналіз його використання.

5. Оцінка існуючого стану організації та планування перевезень вантажів за розвізно-збірним\* маршрутом у регіонах підприємців не цікавить, але тільки до тих пір, поки їх влаштовує різниця між одержуваними доходами та витратами на їхнє виробництво.

6. У деяких організаціях створюються відділи, департаменти логістики, але в більшості таких підприємств, як показали спостереження, працівники не мають спеціальної освіти та організації перевезень вантажів та управління на автомобільному транспорті. В результаті спостерігаються факти, коли автотранспорт підпорядкований одночасно кільком керівникам, планування перевезень вантажів доручено виконавцю - диспетчеру, освіта якого обмежена середньою школою, а траса та порядок об'їзду та пунктів розвізно-збірного\* маршруту визначаються водієм. За оцінкою чинних керівників департаментів логістики низки відомих компаній, результати маршрутизації, одержувані таким чином, протягом кількох років оцінюються на «незадовільно». Для перевезень вантажів по розвізно-збірним маршрутам застосовується зайва кількість транспортних засобів, що було виявлено в ході натурних досліджень практично для всіх фактів спостережень. В результаті витрати на перевезення вантажів за розвізно-збірними маршрутами в містах, переважній більшості випадків - необґрунтовані.

Вище представлений матеріал є доказом існування проблеми у практиці перевезень вантажів на розвізно-збірних маршрутах у містах та актуальності цього дослідження. Необхідність встановлення причин становища на практиці обумовлює необхідність вивчення сучасного стану теорії вантажних автомобільних перевезень.

## 1.2 Модель, що описує транспортний процес доставки продукції з центральним пунктом навантаження

Розвізна автотранспортна система з центральним пунктом навантаження ( $S_{pu}$ ) - складається з центрального навантажувального пункту, множини розвантажувальних пунктів, що знаходяться на периферії, транспортних зв'язків між ними та автомобілями, що здійснюють доставку вантажів дрібними відправками:

$$S_{pu} = \{Z; P_1, P_2, \dots, P_n; N_A; T_c\}, \quad (1.1)$$

де  $Z$  - пункт завантаження;  $P_1, P_2, \dots, P_n$  - пункти розвантаження;  $N_A$  - кількість автомобілів, що виконують транспортний процес в системі;  $T_c$  - час роботи автотранспортної системи  $S_{pu}$ , що визначається з моменту часу початку першого завантаження першого автомобіля ( $t_1$ ) до моменту часу закінчення роботи ( $t_2$ ) центральним пунктом  $S_{pu}$  [30].

$$T_c = (t_1, t_2). \quad (1.2)$$

Ритм центрального пункту завантаження визначається:

$$R_z = t_z / X_z, \quad (1.3)$$

де  $t_z$  - час завантаження;  $X_z$  - кількість постів завантаження.

Розрахунок планового часу  $T_{Mi}$  роботи  $i$ -го автомобіля в  $S_{pu}$ :

$$T_{Mi} = T_c - R_{II}(i-1), \quad (1.4)$$

де  $T_c$  - час роботи системи, год;  $R_{II}$  - ритм завантажувальних робіт, год;  $i$  - порядковий номер прибуття автомобіля в центральний пункт завантаження.

Розрахунок часу роботи на кожному вітку  $S_{pu}$  виконується за виразом:

$$t_{pe} = \sum_{k=1}^H (l_{zk} / V_T) + l_X / V_T + t_z + \sum_{n=1}^N t_{P_n} + \sum_{n=1}^{N-1} t_{z_n}, \quad (1.5)$$

Формується графік роботи транспортних засобів в  $S_{pu}$ .

Напрацювання автомобіля в т.:

$$Q_P = q\gamma_c, \quad (1.6)$$

Напрацювання автомобіля в т-км:



$$P = q_{\phi p} l_{z1} + (q_{\phi p} - q_1) l_{z2} + (q_{\phi p} - q_1 - q_2) l_{z3} + \dots + (q_{\phi p} - q_1 - q_2 \dots - q_{n-1}) l_{zn}, \quad (1.7)$$

Напрацювання автомобіля в км визначається:

$$L_{\phi} = \sum_{k=1}^H l_{zk} + l_x, \quad (1.8)$$

В даному випадку можливо реалізувати оптимізацію транспортного процесу під час доставки продукції підприємства ТОВ "Ласка" з використанням функцій комівояжерів.

### **1.3 Розробка методики планування розвізно-збірних автотранспортних систем перевезень**

Згідно з методами вирішення завдань маршрутизації перевезень дрібнопартійних вантажів вважається, що в результаті їх вирішення створюється безліч розвізно-збірних маршрутів і залишається тільки визначити їх параметри. Однак отримані розвізно-збірні маршрути - це лише конфігурація схем доставки вантажів із зазначенням обсягів вантажів [99], які повинні бути доставлені від постачальників споживачам. У зазначених методиках маршрутизації перевезень дрібнопартійних вантажів не враховується той факт, що спроектовані (і не в одній автотранспортній організації) технологічні схеми доставки вантажу починаються (при розвезенні, розвезенні-зборі) або закінчуються (при зборі) в одному вантажному пункті. Цей факт, що спостерігається повсюдно практично, показує, що:

- транспортні схеми, що починаються або закінчуються в центральному вантажному пункті, не повинні розглядатися ізольовано;
- у центральному вантажному пункті спостерігається взаємодія автомобілів;

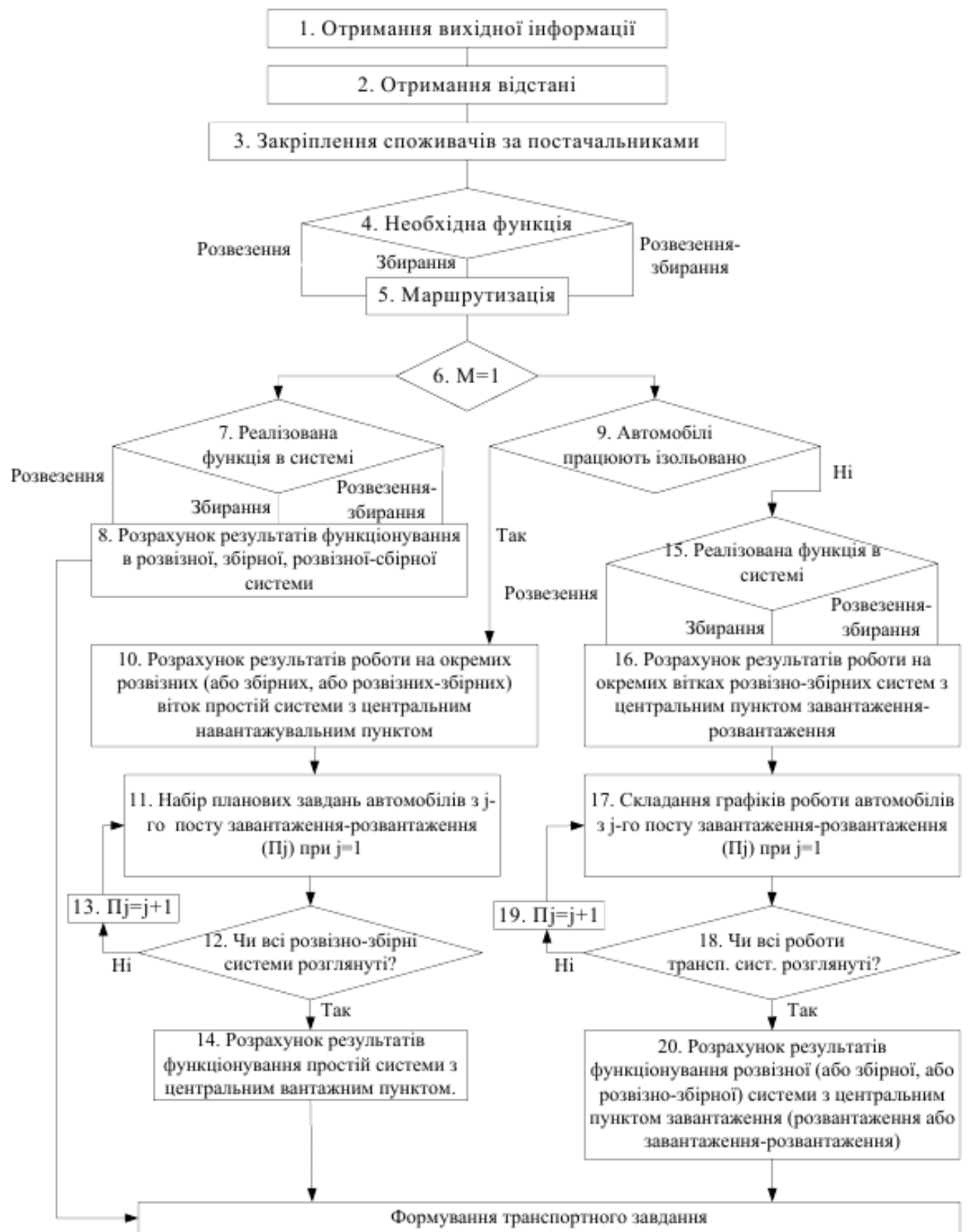
- взаємодія автомобілів супроводжується простоями в очікуванні виконання вантажних операцій, що зумовлює необхідність його впорядкування для зниження простоїв транспортних засобів та обладнання центральних вантажних пунктів.

- об'єднання розвізних, збірних, розвізно-збірних систем утворює практично розвізно-збірні системи з центральними навантажувальними пунктами різного виду та складності.

Неправильне уявлення про фактично виконуваної технології та зміни схеми перевезень, не врахування дискретного характеру виконання транспортного процесу вантажів дрібними відправками є причиною недоліків у теорії та практиці дрібнопартійних вантажних автомобільних перевезень, невідповідності розрахункових та фактичних результатів роботи автомобілів.

В результаті існуючого підходу (розгляду роботи окремого автомобіля на окремому розвізно-збірному маршруті) завдання визначення потреби у транспортних засобах як один з результатів оперативного планування перевезень вантажів на практиці намагаються вирішувати шляхом узгодження або на рівні диспетчера, або шляхом розподілу планового обсягу перевезень на середнє напрацювання автомобіля в середніх експлуатаційних умовах.

Необхідність врахування численних вимог і обмежень, що часто суперечать один одному, виявлених особливостей функціонування реальних розвізно-збиральні транспортні системи (РЗТС), виконання значної кількості обчислювальних процедур вимагає розробки методики планування РЗТС, де враховувалися б вищезгадані особливості функціонування РЗТС, але також дискретний характер транспортного процесу. Схема методики планування РЗТС представлена рис. 1.1. Наведемо короткий опис етапів реалізації блок-схеми алгоритму систем малопартійних перевезень.



M – кількість віток.

Рисунок 1 – Блок-схема планування розвізних, збиральних або розвізно-збиральних транспортних систем малопартійних перевезень

### Етап 1. Отримання вихідної інформації.

Може бути здійснено певною множиною способів: від клієнта при укладанні договорів; із засобів масової інформації; із нормативно-технічної документації; шляхом проведення натурних спостережень, хронометражів тощо. Обсяг і склад вихідної інформації визначаються рамками майбутніх завдань, включають відомості про умови експлуатації, про необхідну ефективність, конструкцію та експлуатаційні якості транспортних засобів. Визначається плановий обсяг перевезень вантажів дрібними відправками. Для цього порівнюють можливості конкретного автотранспортного засобу з кількістю (обсягом) вантажу, заявленого на перевезення кожним одержувачем. Якщо заявка менше вантажопідйомності (вантажоемності) використовуваного автомобіля, це відправка вантажу дрібними партіями, її відносять у плановий обсяг перевезень дрібних відправок. Якщо заявка більша, то обсяги вантажу, кратні вантажопідйомності (вантажомісткості) зазначеного автомобіля, відносять до плану перевезень вантажу помашинними відправками, а залишок заявки, за його наявності, також відносять до планового обсягу перевезень дрібних відправок.

### Етап 2. Визначення відстаней.

Вирішення завдання виконується за дозволеними проїздами існуючої дорожньої мережі. Визначення відстаней між кожною парою пунктів можливе за довідником відстаней, картою, шляхом багаторазового проїзду автомобіля зі справним спідометром між пунктами, з обчисленням середнього значення пробігу.

### Етап 3. Закріплення споживачів за постачальниками.

Розв'язання задачі провадиться по транспортно-однорідним вантажам з рівними споживчими властивостями, коли кількість постачальників (споживачів) більше одного. Масштаби завдань можуть вимагати застосування економіко-математичних методів та електронно-обчислювальних машин, також можливе вирішення задачі шляхом районування, декомпозиції за напрямками. Вирішення завдання закріплення

має на меті мінімізації нульових пробігів автомобілів, пробігу з вантажем та вантажообігу. При доставці вантажів в РСТС кількість клієнтів, що обслуговуються, може обчислюватися сотнями. Районування дозволяє вирішити задачу закріплення більш простим способом. Кордонами умовних районів приймають природні перепони для руху автомобілів (річки, яри, залізничні колії тощо).

#### Етап 4. Необхідна функція.

Визначається практичною потребою доставки вантажу. Якщо з одного пункту вантаж необхідно доставити кільком пунктам - це розвіз і для розрахунків у задачі маршрутизації потрібно використовувати модель опису розвізної системи; якщо з кількох пунктів необхідно доставити вантаж в один пункт - це збір і для розрахунків задачі маршрутизації потрібно використовувати модель опису збірної системи; якщо з початкового пункту необхідно доставити вантаж декільком пунктам, а з них інший вантаж доставити в початковий (інший) пункт - це розвіз-збір і для розрахунків в задачі маршрутизації потрібно використовувати модель опису розвізно-збірної системи.

#### Етап 5. Маршрутизація.

Завдання знаходження раціонального маршруту засноване на класичній задачі визначення кільцевого маршруту, що проходить через ряд пунктів за умови, що кожен пункт відвідується один раз і кінцевий збігається з початковим пунктом.

Оптимальним маршрутом вважається такий маршрут, у якому досягаються мінімальні величини параметра, прийнятого критерію ефективності (пробіг, час доставки вантажу, витрати, вартості доставки вантажу тощо.). Методи вирішення задачі представлені двома групами методів (точні та наближені), причому практичне значення мають переважно методи другої групи. Мета розв'язання задачі – мінімізація витрат під час доставки вантажу.

#### Етап 6. Блок порівняння кількості гілок.

Якщо умова виконується, далі працює блок етапу 7. Якщо не виконується, то далі працює блок етапу 9.

Етап 7. Блок встановлення функції, що реалізується в РСТС, та вибору моделі опису РСТС для вирішення задачі блоку етапу 8.

Етап 8. Якщо розвезення вантажу, то система розвізної, потрібно використовувати для розрахунків результатів роботи модель опису розвізної системи. Якщо збір вантажу, то система збірна потрібно використовувати для розрахунків результатів роботи модель опису збірної системи. Якщо розвіз-збір вантажу, то система розвізно-збірна, потрібно використовувати для розрахунків результатів роботи модель опису розвізно-збірної системи.

Етап 9. Блок порівняння умов роботи автомобілів.

Якщо умова виконується, далі працює блок етапу 10. Якщо умова не виконується, то далі працює блок етапу 15.

Етап 10. Якщо розвіз, то для розрахунків результатів функціонування на гілці потрібно використовувати модель розвізної системи. Якщо збір, то для розрахунків результатів функціонування на галузі потрібно використовувати модель збірної системи. Якщо розвіз-збір, то для розрахунків результатів функціонування на галузі потрібно використовувати модель розвізно-збірної системи.

Етап 11. Набір планових завдань автомобілів з  $j$ -го посту навантаження-розвантаження ( $\Pi_j$ ), при  $j=1$ .

Якщо в системі розвіз чи розвіз-збір, то пост – навантаження. Якщо в системі збирання, то пост – розвантаження.

У планове завдання першого автомобіля підбираються такі гілки з усієї сукупності гілок, сума часів оборотів на яких дозволяє найповніше використовувати для роботи плановий час наряду автомобіля. Планове завдання наступного автомобіля формується аналогічно попередньому, але з набору гілок, що залишився. Роботу в системі всі автомобілі починають одночасно в момент часу початку роботи системи, але в разі збору початок роботи автомобіля може бути раніше початку роботи системи. У разі

розвезення автомобілі закінчують роботу після виконання планового завдання, можливо, і після закінчення роботи центрального вантажного пункту. У разі розвозу-збору або збору автомобілі закінчують роботу також після виконання планового завдання, але пізніше закінчення роботи центрального вантажного пункту. У період обідньої перерви центрального вантажного пункту автомобілі можуть переміщатися як з вантажем, так і без нього.

Етап 12. Блок порівняння «чи всі спроектовані розвізні, чи збірні, чи розвізно-збірні гілки (РСС) розглянуті?», т.к. можливо, що з різних причин не вдалося організувати обслуговування розроблених РСС з одного поста. Якщо відповідь негативна, то виконується повернення в 11 етап, тільки тепер при наборі планових завдань на розгляд приймаються лише ті РСС, які не вдалося спланувати з попереднього посту навантаження (розвантаження).

Якщо відповідь позитивна, то виконується етапу 14 блок.

Етап 13. Блок збільшення кількості (у центральному вантажному пункті системи) постів завантаження (розвантаження) на одиницю.

Етап 14 Розрахунок результатів функціонування системи – потрібно використовувати модель простої системи з центральним вантажним пунктом.

Етап 15. Блок порівняння умов роботи автомобілів.

Блок встановлення функції, що реалізується в РСТС, та вибору моделі опису РСТС для вирішення задачі блоку етапу 16.

Етап 16. Якщо в системі розвезення вантажу, то для розрахунків результатів функціонування на галузі потрібно використовувати модель опису розвізної системи. Якщо збір вантажу - то для розрахунків результатів функціонування гілки потрібно використовувати модель опису збірної системи. Якщо розвіз-збір вантажу - то для розрахунків результатів функціонування на гілки потрібно використовувати модель опису розвізно-збірної системи.

Етап 17. Упорядкування графіка роботи автомобілів з  $j$ -го поста навантаження-розвантаження ( $\Pi_j$ ) при  $j=1$ .

Якщо системі передбачається розвезення чи розвіз-збір, то центральний пункт - пункт навантаження. Якщо системі передбачається збір, то центральний пункт - пункт розвантаження. Проводиться впорядкування виконання перевезень вантажів на гілках у часі з метою зниження простоїв автомобілів в очікуванні навантаження-розвантаження в центральному пункті системи.

У разі збору початок роботи автомобіля може бути завчасно початку роботи системи. У разі розвезення автомобілі можуть закінчувати роботу після закінчення планового завдання, можливо, і після закінчення роботи центрального вантажного пункту. У разі розвозу-збору або збору автомобілі закінчують роботу також після виконання планового завдання, але пізніше закінчення роботи центрального вантажного пункту. У період обідньої перерви центрального вантажного пункту автомобілі можуть переміщатися як з вантажем, так і без нього.

#### **1.4 Короткий огляд діяльності підприємства**

«ТОВ «ЛАСКА» підприємство в м. Кропивницькому, де виконується Виробництво харчових продуктів, основний вид діяльності переробка молочної продукції і формування замороженого морозива.

«Підприємство громадського об'єднання «Асоціація підтримки вітчизняного товаровиробника» «Фірма Ласка» була заснована в 2000 році на території колишньої маслосирбази. Підприємство було побудовано практично з «нуля». У стислі терміни, всього за кілька місяців, було завершено реконструкцію виробничих корпусів і монтажні-будівельні роботи.

На той час виробництво морозива ПОО «АПВТ» «Фірма Ласка» складалося з:

- пункту прийому молока;
- мийки молочних цистерн;
- варильного відділення;



- фасувального цеху;
- холодильного обладнання;
- лінії виробництва вафельного стаканчика.

Перевезення продукції виконувалися рухомим складом підприємства.»

### **1.5 Формулювання завдання кваліфікаційної роботи магістра**

Застосування наукової концепції дозволило встановити фактичні закономірності впливу факторів процесу перевезення на функціонування систем нижнього рівня та роботу рухомого складу, сформулювати та розробити моделі опису функціонування як окремого транспортного засобу, так для низки автотранспортних систем нижнього рівня (мікро, особливо малої, малих систем), науковий підхід та алгоритм розрахунку потреби у транспортних засобах для роботи в малих системах, методику прогнозування напрацювання автомобіля та інші методики. Слід розрізняти помашинні перевезення, дрібнопартійні та магістральні, які відрізняються один від одного багатьма особливостями, які зумовлюють своєрідність підходу до вироблення опису та математичного формулювання функціонування, а наукове дослідження та отримані результати відповідають тільки помашинним перевезенням.

В даній роботі необхідно вирішити наступну мету та завдання.

**Мета дослідження:** розробити оптимальний маршрут та підвищити ефективність транспортного процесу доставки продукції фірми ТОВ «Ласка» в Центральному регіоні України в міському та міжміському режимах..

**Завдання дослідження:**

- виконати короткий опис об'єкту дослідження;
- сформулювати модель транспортного процесу доставки продукції з центральним пунктом навантаження;
- розробити методику планування розвізно-збірних автотранспортних систем в межах Центрального регіону України;

- провести оптимізацію маршруту доставки продукції фірми ТОВ «Ласка».

**Об'єкт дослідження:** транспортний процес доставки продукції фірми ТОВ «Ласка» в Центральному регіоні України на основі реалізації завдань дублюючих зовнішніх фіктивних вузлів та завдань комівояжерів.

**Предмет дослідження:** закономірності транспортного процесу доставки продукції дрібними партіями з можливістю оптимізації кругового маршруту.

**Наукова новизна:**

- обґрунтовано процес формування розвізних, збиральних та розвізно-збиральних автотранспортних систем з розробкою методики;
- набув подальшого розвитку метод фіктивних гілок та границь для формування радіальних маршрутів з побудовою алгоритму його реалізації.

**Практична цінність:**

- спроектовано транспортний радіальний маршрут для доставки заморожених продуктів харчування та напівфабрикатів фірми ТОВ «Ласка» в Центральному регіоні України.
- проведено оптимізацію послідовності опорних вузлів доставки продукції на спроектованому маршруті.

## 2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Формування інформації про точки вантажоотримувачів

Всім вантажоотримувачам можливо приписати власні координати з відповідними назвами магазинів та адресів, що відображено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика замовників транспортних послуг

№	Назва магазину	Адреса	Обсяг замовлення за тиждень, кількість ящиків	Координати	
				X	Y
1	2	3	4	5	6
<b>Постачальник</b>					
0	ТОВ «Ласка»	вулиця Ярослава Мудрого, 217, Кропивницький, Кіровоградська область, 25014		48.52973222110626	32.21885376696359
<b>Споживачі</b>					
1	МАРКЕТ "МАКЕТОПТ"	вул. Андрія Гурічева, 37/2, Новомиргород, Кіровоградська область, Україна, 26000	20	48.79459132772606	31.65259971819209 6
2	ПРОДУК-ТОВИЙ МАГАЗИН "МОНАРХ"	вул. Містечкова, Мала Виска, Кіровоградська область, Україна, 26201	7	48.65340253722481 4	31.62459380177837
3	ПРОДУК-ТОВИЙ МАГАЗИН "СМАЧНО ЯК ВДОМА"	вул. Центральна, 26, Новоархангельськ, Кіровоградська область, Україна, 26100	11	48.66317292178301	30.80503635129247 5
4	ТОРГОВИЙ ЦЕНТР "ЛЮКС"	вул. Покровська, 54, Новоукраїнка, Кіровоградська область, Україна, 27100	18	48.31940889574572 4	31.52141801629322 5

5	СУПЕР- МАРКЕТ "КОПЛКА"	вул. Комсомольська, 155 , Бобринець, Кіровоградська область, Україна, 27200	18	48.05430232257651	32.16588722126754 6
---	------------------------------	---	----	-------------------	------------------------

Маршрути формувалися при виконанні транспортних процесів, а саме дорожні ланки обиралися при умові мінімуму простоїв і максимально допустимій швидкості руху, тобто дорожнє полотно повинно мати задовільний стан, кількість ланок простою повинно бути мінімум. Всі перевезення повинні бути максимально допустимими для організації їх можливості доставки у відповідності до запитів споживачів. Продукція не повинна простоювати на складі вантажоотримуючих точок, а також товару повинно бути в достатку. Тому в даному випадку, об'єм товару формували, спираючись на прогнозні характеристики товару, що споживається в товароотримувача. Вся основна інформація була занесена до таблиці 2.1.

Для подальшого обґрунтування транспортного процесу потрібно сформулювати вид транспортних засобів, який повинен виконувати перевезення товарів.

## 2.2 Основні характеристики транспортних засобів

Для транспортування продукції ТОВ "Ласка" необхідно вибрати рефрижератор. Тому спочатку бажано розглянути їх основні характеристики. Конкурентна перевага у підприємницької діяльності з перевезення продуктів харчування багато в чому залежить від використання нових технологій. У вигірній ситуації виявиться той бізнес, який запропонує споживачеві продукт вищої якості. Йдеться, перш за все, про товари першої необхідності, у тому числі які потребують особливого підходу до умов транспортування, в нашому випадку це продукти харчування (морозиво та напівфабрикати).

Відмінно від контейнерів ізотермічного напрямку, які є лише в теплоізольованому кузові, рефрижераторні установки оснащені холодильним обладнанням під час автоматизованої установки для певної установки кліматичного режиму. Даний діапазон характеризується в межах +12 ... -20 С. Автоматичні системи самі утримують відповідні функції для збереження під час транспортування. За даних умов можливо забезпечити обрані режими автономно на протязі 12 год. у відповідності до Європ. правил транспортування вантажу, який швидко псується (АТРЕур.).

Самі рефрижератори є фургонами, також вони можуть бути з причіпом чи напівпричіпом. Корпуси контейнеру в середині теплоізольовані, що дає можливість довго берегти харчові продукти з заданою температурою. Функцією холодильного агрегату є фіксація змін в середині рефрижератору (рис. 2.1), а також вирівнювати температурні властивості відповідно до встановлених налаштувань. Проте у функціях автохолодильника не входить заморожування продуктів, що перевозяться. Відповідно до норм транспортування продуктів харчування, вони можуть бути попередньо замороженими відповідно до завантаження в транспортний засіб.



Рисунок 2.1 – Особливості конструкції авторефрижераторів

Особливу актуальність авторефрижератори мають у разі потреби дальньої доставки. Для виконання цієї та інших завдань АТРЕurope було

розроблено спеціальну класифікацію подібних транспортних засобів. Відштовхуючись від максимальних значень зовнішньої температури (від +30 С до -30 С), при якій рефрижератор працює в штатному режимі, вона включає 6 класів:

Основні класи:

A - +12 ... 0 °С;

B - +12 ... -10 °С;

C - +12 ... -20 °С.

Спеціальні класи:

D - +2 ... -10 °С;

E - -10 ... - 20 °С;

F - -20 ° і нижче.

Усі рефрижераторні фургони відносяться до транспортних засобів спеціального призначення та не є серійними. У більшості випадків ці автофургони збираються індивідуально і на шасі автомобіля, який потрібно замовнику. Проте існує кількість базових марок транспортних засобів, які найчастіше використовуються встановлення на них рефрижераторів. З імпорتنих це: Hyundai, ISUZU, Mitsubishi, MercedesBenz, Hino, MAN та Fuso. Вітчизняні: КАМАЗ, ГАЗ.

З корейських моделей Hyundai найпопулярнішими є HD 72, HD 78 і HD 120. На них встановлюються фургони, оброблені зсередини спеціальними пластиковими сендвіч-панелями. Це забезпечує збирачам простоту їх монтажу. Причому, легкість конструкції не знижує її міцності і робить такий фургон рефрижераторний навіть економічніше в порівнянні з моделями, зібраними "по-старому". Автофургони Hyundai відрізняються, таким чином, більшою вантажопідйомністю та знаходять широке застосування у комерційному перевезенні харчових продуктів.

Моделі оснащуються високоефективними морозильними установками «Вюга-максима» або Globalfreeze 5100 (даховий варіант). До речі, останній агрегат пройшов випробування у спеціалізованій лабораторії та зарекомендував себе

дуже надійним. Відмінно підійде для використання у різних кліматичних умовах. А наявність у конструкції фургона перегородок дозволить встановлювати різні температурні режими всередині вантажних відсіків. Вантажопідйомність рефрижераторів на шасі Hyundai – до 5,5 тонни.

Не меншим попитом у підприємців і транспортних компаній користуються рефрижератори на шасі японських вантажівок ISUZU (рис. 2.2). Базовими моделями є NQR75R та NQR75P. Зазвичай, на них встановлюють холодильні установки Globalfreeze 5100 або потужніші Globalfreeze 5900. Вантажопідйомність у цих фургонів дещо менша, ніж у Hyundai – до 3800 кг. Однак універсальність рами японських автомобілів дає велику варіативність при монтажі на них різних видів кузовів та навісного обладнання (наприклад, гідроборт ZeproRZ 10-135 S).



Рисунок 2.2 - Рефрижератор ISUZU NQR75R

Серед вітчизняних марок, які найбільше підходять для встановлення рефрижераторних фургонів, поза конкуренцією ГАЗ. А саме, шасі моделей 3302, 33104 "Валдай", А21R32NEXT і 3309. У деяких випадках за бажанням замовника стандартна рама додатково подовжується. Короб автофургона зазвичай виконується з міцного пластику. Що стосується монтажу

холодильних агрегатів, то найпоширеніший варіант – вітчизняна «Вірус-стандарт» або GlobalfreezeGF35. Вантажопідйомність ГАЗелей, щоправда, ще нижча ніж у «корейців» та «японців» – лише 3,4 тонни. Але від них більше не потрібно. Основна сфера застосування рефрижераторів на шасі ГАЗу – внутрішньоміські перевезення (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Рефрижераторні фургони

Деяко різноманітніші можливості авторефрижераторів на базі іншого вітчизняного автомобіля КАМАЗ. Для авторефрижератора установки на нього термобокс використовуються шасі наступних моделей: 4308, 4308 Euro3, 65115, 65117 і 43118. У даному випадку, набагато більший вибір і монтажних на них холодильних установок: ThermoKingV500, ThermoKingV50 , «В'юга-максима», а також автономне холодильне обладнання ZANOTTIDFZ 430. Вантажопідйомність рефрижераторів на базі КамаЗ – понад 9000 кг. Ці машини задіяні переважно на далеких перевезеннях спеціальних вантажів. В даному процесі перевезення ефективно використовувати рефрижераторISUZUNQR75R (Ізотермічний фургон рефрижератор; колісна форма 4x2; 2 осі; двигун: дизель турбирований, 150 л.с.; екологічний клас: євро 5; вантажопідємність3,0 т.; об'єм кузова 20м<sup>3</sup>).



### **2.3 Умови виробництва та перевезення продукції до замовника**

Зберігатися морозиво до відправки на підприємства громадського харчування та в торговельну мережу має виключно в морозильній камері з температурою повітря не вище  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  та відносною вологістю 35-90% за підтримки суворого санітарного режиму. Неприпустимо до перевезення «недозріле» морозиво, температура якого становить лише  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При дотриманні цих на перший погляд простих, але важливих умов, наша компанія гарантує доставку продукції в належному вигляді та зі збереженням усіх корисних та смакових властивостей на прилавки супермаркетів та кінцевого споживача.

За способом вироблення морозиво буває загартоване та м'яке. У першому випадку продукт виготовляється в заводських умовах і глибоко заморожується при температурі  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нижче. Для збереження смакових якостей продукту оптимальна доставка морозива рефрижераторами.

М'яке морозиво виробляють на підприємствах громадського харчування та заморожують при  $t$  від  $-5$  до  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Перевезення даного виду допустиме в ізотермах, якщо час доставки не перевищує 3 години.

Щоб зберегти споживчі властивості морозива та напівфабрикатів при фасуванні, транспортуванні, зберіганні та забезпечити успішну реалізацію продукції, необхідно підібрати якісну сучасну упаковку. Також вона має мати привабливий дизайн. Морозиво та напівфабрикати фасують малими партіями в гофрованому картоні з масою не більше 15 кг.

### **2.4 Обґрунтування режимів руху рухомого складу**

Для зниження вартості транспортування вантажів потрібно розробка ефективних алгоритмів визначення найкоротших маршрутів пересування транспорту. Загальне математичне формулювання цього завдання відоме як завдання маршрутизації транспорту. Завдання визначення маршруту та

планування шляху становлять важливу частину будь-якої розподільчої системи, яка обслуговує групу клієнтів при відомих потребах. Мета полягає у створенні маршрутів мінімальної довжини (вартості) при задоволенні потреб клієнтів у строк.

Розв'язання задачі маршрутизації пропонує використання методики визначення оптимальних схем руху, який до теперішнього часу точно розв'язання задачі у загальному випадку не знайдено. Однією з причин є наявність різних обмежень щодо цільової функції, враховують специфіку аналізованого виду перевезень.

Зокрема, при розвезенні продуктів харчування необхідно враховувати такі особливості. По-перше, маршрут здійснюється за спеціально розробленою схемою, що враховує особливості переміщення небезпечного вантажу, який не завжди збігається із найкоротшою відстанню між пунктами. По-друге, для перевезення заморожених продуктів харчування використовуються автомобілі рефрижератори.

Розглянемо відкриту постановку завдання перевезення харчових пробуктів, коли запаси потрібно поповнювати відповідно до замовлення. Виникає завдання планування оптимальних радіальних маршрутів, щоби загальний холостий пробіг був мінімальним. Для її вирішення використовується методика гілок і гілок, яка потребує коригування, оскільки не враховує другу особливість перевезення харчових продуктів, а отже, не забезпечує повторне відвідування на маршруті до постачальників.

Для усунення зазначеного недоліку пропонується використовувати дублюючий зовнішній фіктивний вузол  $\Phi$  у вершинах транспортного графа, що має однакові зв'язки з дійсним вузлом  $D$ . Гілки, що з'єднують його з дійсним вузлом, називаються фіктивними гілками:  $\Phi-1$ ,  $\Phi-2$  та  $\Phi-3$  (рисунок 2.4).

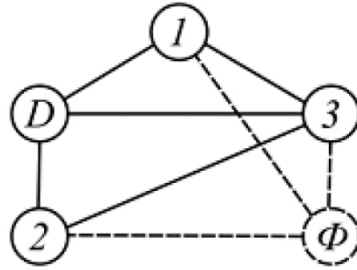


Рисунок 2.4 – Зовнішній фіктивний вузол

На рисунку 2.4 фіктивні вузли та гілки позначені пунктирними лініями. Слід зазначити, що дійсну та фіктивну вершини з'єднувати не можна. Введення дублюючого вузла перетворює циклічний контур із симетричною матрицею на розімкнений граф однакової довжини, представлений на рисунку 2.5. Вихідний гамільтонів контур з центральним пунктом Ц зображений на рисунку 2а. Вводиться в контрольну вершину К фіктивний вузол - КФ. КФ зв'язується з суміжними дійсними вузлами фіктивними дугами рівної ваги  $a$  і  $b$ , як і в пункті К (рисунку 2б). Вийдуть пара розімкнутих маршрутів з вихідного центрального пункту вузла Ц кінцеві вершини К і КФ.

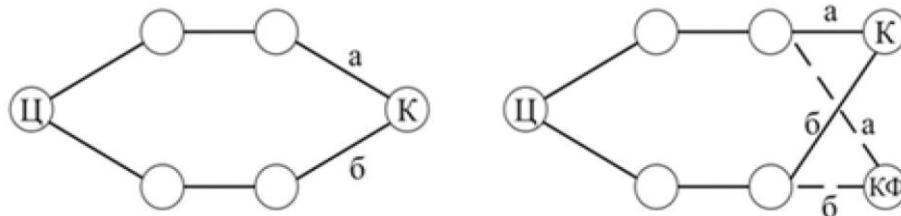


Рисунок 2.5 – Схема введення фіктивного вузла КФ

Щоб отримати гамільтон контур аналогічно вводиться фіктивний вузол ЦФ в початковий вузол пересування Ц (рисунку 2.6). З'єднуються контрольні вершини К та КФ з початковими пунктами маршруту Ц та ЦФ, орієнтованими сполучними фіктивними гілками. Гілки К-ЦФ і КФ-Ц видаляються на початку розрахунку, щоб забезпечити заданий напрямок переміщення.

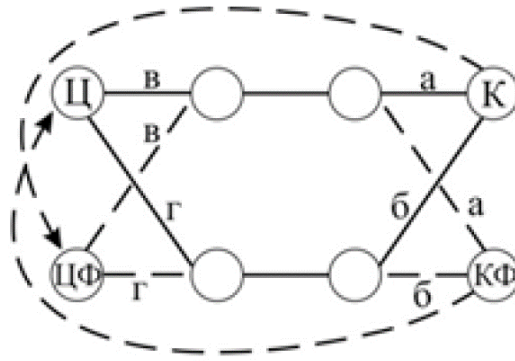


Рисунок 2.6 – Введення орієнтованих зовнішніх фіктивних віток у вузлі Ц

З урахуванням вище сказаного запропоновано удосконалений алгоритм методу фіктивних гілок та границь для визначення радіальних маршрутів:

1. Складається вихідна матриця ваг – відстаней, вартості чи часу – між пунктами досліджуваної транспортної мережі  $a_{ij}$ .

2. Формується фіктивний транспортний граф шляхом додаткового введення у транспортну мережу дублюючих вузлів.

3. Складається фіктивна матриця відстаней –  $L^{\phi}$ .

4. Потім у кожному рядку вихідної матриці знаходиться мінімальний елемент  $h_i$ , який віднімається з усіх інших елементів  $a_{ij}$ , розташованих у рядку, що розглядається:

$$a'_{ij} = a_{ij} - h_i, \quad j = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (2.1)$$

5. Складається нова матриця. В отриманій матриці знаходиться мінімальний елемент у кожному стовпці  $h_j$ , який віднімається з усіх інших елементів  $a'_{ij}$ , розташованих у стовпці, що розглядається:

$$a''_{ij} = a'_{ij} - h_j, \quad j = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2.2)$$

6. З наведеної матриці видаляються рядки та стовпці з номерами вузлів, які входять і з яких виходять радіальні маршрути, відповідно.

7. Обчислюється нова наведена матриця  $L_j^{np}$ .

8. На основі отриманої матриці складається оцінна матриця  $L_i^o$ . Для цього встановлюється оцінка кожного елемента  $a''_{ij}$  за формулою:

$$A = \min a''_{ik} + \min a''_{sj}, \quad (2.3)$$

де  $a''_{ik}$ ,  $a''_{sj}$  – найменші елементи відповідно в строчці  $i$  та стовбчику  $j$ ;  
 $k \neq j, s \neq i, k, s = 1, 2, 3, \dots, n$ .

9. Створюється матриця  $L_i$  шляхом викреслення комірки  $k-s$  з максимальною оцінкою:

$$A_{ks} = \max A_{ij}; i, j = 1, 2, 3, \dots, n. (2.4)$$

10. Блокується осередок на перетині рядка  $s$  і стовпця  $k$ , а також гілка, що веде до зацилювання ланцюга зі ланкою  $k-s$ .

11. Повернення до пункту 5. Операції за пунктами 5–7 виконуються до тих пір, поки остання гілка, що викреслюється, стане очевидною.

12. При виродженні рішення, встановлюються гілки, що пов'язують отримані дві підмножини.

13. Повернення в пункт 5 і видалення на наступному кроці в наведеній матриці однієї з гілок, знайдених у пункті 3.

14. Оптимальна сполучна гілка визначається шляхом порівняння всіх можливих варіантів за найменшою довжиною маршруту.

Визначено оптимальну комбінацію транспортних маршрутів. Для цього розглянемо застосування розробленого алгоритму на транспортному завданні перевезення заморожених харчових продуктів в межах міста Кропивницький. Задано транспортний граф із семи вершин, рисунок 4, що відображають замовників. Потрібно визначити два радіальні маршрути, що виходять із пункту 1 до пункту 2, щоб їх сумарна довжина була мінімальною. Вихідна матриця відстаней наведена у таблиці 1. Після введення фіктивних вузлів 8Ф та 9Ф виходить розрахунковий транспортний граф (рисунок 2.7). На рисунку 2.8 фіктивні гілки показані пунктирними лініями. Розрахункова матриця відстаней між пунктами наведена у таблиці 2.

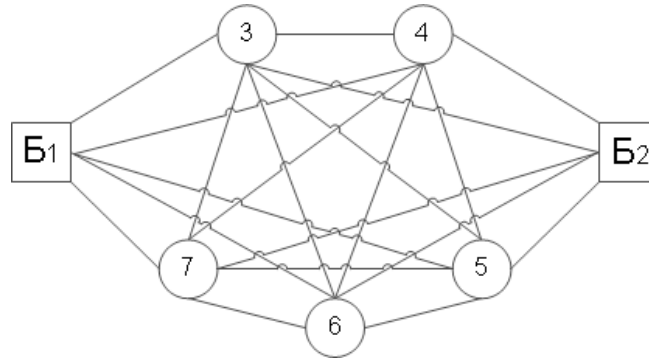


Рисунок 2.7 – Розрахунковий транспортний граф

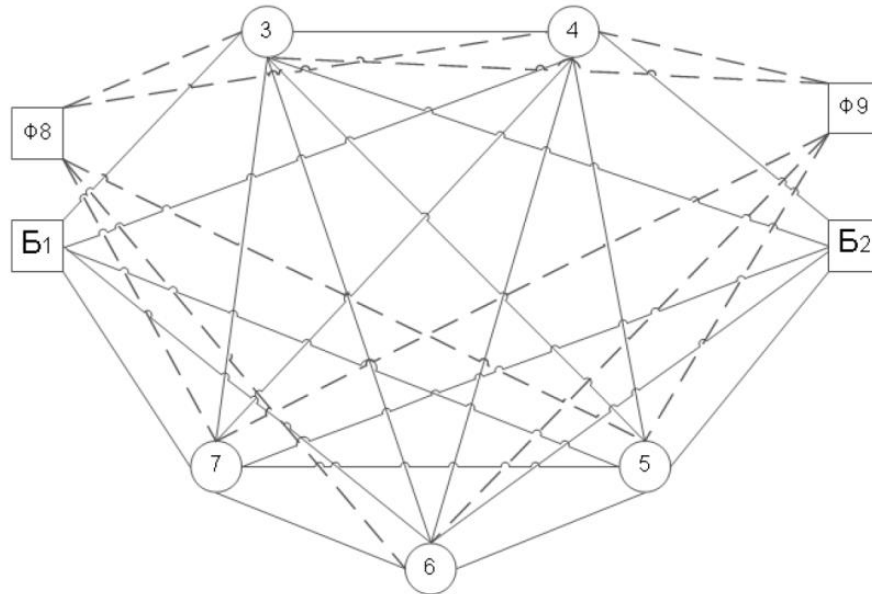


Рисунок 2.8 – Розрахунковий транспортний граф з фіктивними вузлами

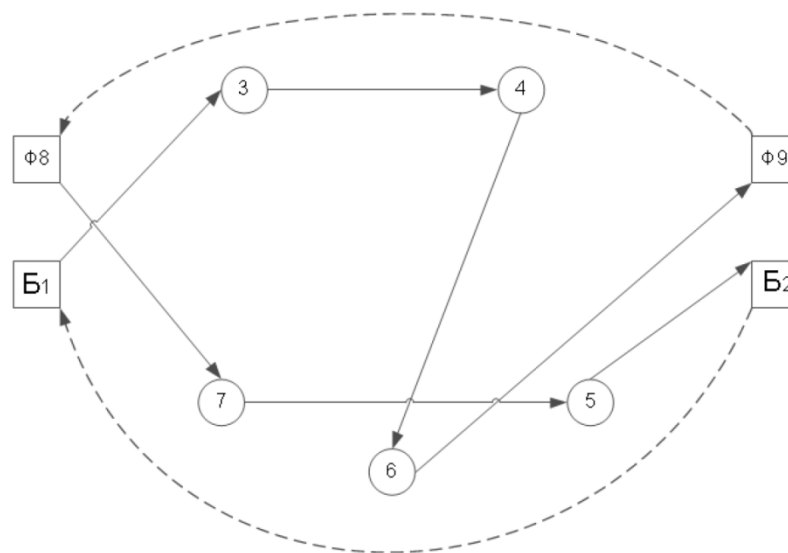


Рисунок 2.9 – Граф фіктивного кільцевого маршруту

Над матрицею виконується операція приведення (таблиця 3). Далі виконуємо операцію приведення в рядках 3 і 7. Виконуємо операцію наведення в стовпці 7. Далі, видаляються рядки Б2 і 9Ф, з яких виходять маршрути, а також стовпці Б1 і 8Ф, в які вони входять (таблиця 4). Після

видалення рядків і стовпців дані зводяться до таблиці 5. Далі проводиться оцінка нульових елементів (таблиця 6). Найбільшу оцінку мають дві гілки 3-4 та 7-5. Видаляється ланка 3-4, як має найменшу оцінку. Виводиться таблиця 7. У матриці (таблиця 6) блокується ланка 4-3. Аналогічно виконується операція оцінки нульових елементів. Далі видаляється гілка 7-5 із найбільшою оцінкою 4 (таблиця 6).

Таблиця 1 – Вихідна матриця відстаней

	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	3	4	5	6	7
Б <sub>1</sub>			11	51	61	41	21
Б <sub>2</sub>			41	71	31	21	101
3	11	41		21	61	111	81
4	51	71	21		31	41	51
5	61	31	61	31		81	41
6	41	21	111	41	81		91
7	21	101	81	51	41	91	

Таблиця 2 – Розрахункова матриця відстаней

	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	3	4	5	6	7	8Ф	9Ф
Б <sub>1</sub>			11	51	61	41	21		
Б <sub>2</sub>			41	71	31	21	101		
3	11	41		21	61	111	81	1	4
4	51	71	21		31	41	51	5	7
5	61	31	61	31		81	41	6	3
6	41	21	111	41	81		91	4	2
7	21	101	81	51	41	91		2	10
8Ф			1	5	6	4	2		
9Ф			4	7	3	2	10		

Таблиця 3 – Операція зведення розрахункової матриці

	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	3	4	5	6	7	8Ф	9Ф	
Б <sub>1</sub>			01	41	51	31	11			1
Б <sub>2</sub>			21	51	11	01	81			2
3	01	31		11	51	101	71	0	3	1
4	31	51	01		11	21	31	3	5	2
5	31	01	31	01		51	11	3	0	3
6	21	01	91	21	61		71	2	0	2
7	01	81	61	31	21	71		0	8	2
8Ф			0	4	5	3	1			1
9Ф			2	5	1	0	8			2

Таблиця 4 – Видалення строчок Б<sub>2</sub> та 9Ф і стовбців Б<sub>1</sub> та 8Ф

	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	3	4	5	6	7	8Ф	9Ф
Б <sub>1</sub>			01	41	41	31	01		
Б <sub>2</sub>			21	51	01	01	71		
3	01	31		11	41	101	61	0	3
4	31	51	01		01	21	21	3	5
5	31	01	31	01		51	01	3	0
6	21	01	91	21	51		61	2	0
7	01	81	61	31	11	71		0	8
8Ф			0	4	4	3	0		
9Ф			2	5	0	0	7		
					1		1		

Таблиця 5 – Вид матриці після операцій зведення

	Б <sub>2</sub>	3	4	5	6	7	9Ф
Б <sub>1</sub>		01	41	41	31	01	
3	01		11	41	101	61	3
4	31	01		01	21	21	5
5	31	31	01		51	01	0
6	21	91	21	51		61	0
7	01	61	31	11	71		8
8Ф		0	4	4	3	0	

Таблиця 6 – Оцінка нульових елементів

	Б <sub>2</sub>	3	4	5	6	7	9Ф
Б <sub>1</sub>		0 <sup>01</sup>	41	41	11	0 <sup>0</sup>	
3	21		0 <sup>21</sup>	31	71	51	2
4	51	0 <sup>01</sup>		0 <sup>01</sup>	0 <sup>11</sup>	21	5
5	0 <sup>01</sup>	31	0 <sup>01</sup>		31	0 <sup>01</sup>	0 <sup>0</sup>
6	0 <sup>01</sup>	91	21	51		61	0 <sup>0</sup>
7	71	51	21	0 <sup>21</sup>	41		7
8Ф		0 <sup>0</sup>	4	4	1	0 <sup>0</sup>	
					1		

Таблиця 7 – Зведена матриця після видалення ланки 3-4

	Б <sub>2</sub>	3	5	6	7	9Ф
Б <sub>1</sub>		0 <sup>01</sup>	41	11	0 <sup>0</sup>	
4			0 <sup>01</sup>	0 <sup>11</sup>	21	5
5	0 <sup>01</sup>	31		31	0 <sup>01</sup>	0 <sup>0</sup>



6	0 <sup>01</sup>	91	51		61	0 <sup>0</sup>
7	71	51	0 <sup>41</sup>	41		7
8Ф		0 <sup>0</sup>	4	1	0 <sup>0</sup>	

Таблиця 8 – Виключення гілки 4-6

	Б <sub>2</sub>	3	6	7	9Ф
Б <sub>1</sub>		0 <sup>01</sup>	11	0 <sup>0</sup>	
4			0 <sup>31</sup>	21	5
5	0 <sup>01</sup>	31	31		0 <sup>0</sup>
6	0 <sup>01</sup>	91		61	0 <sup>0</sup>
8Ф		0 <sup>0</sup>	1	0 <sup>0</sup>	

Таблиця 9 – Виключення гілки Б<sub>1</sub> – 3

	Б <sub>2</sub>	3	7	9Ф
Б <sub>1</sub>		0 <sup>01</sup>	0 <sup>0</sup>	
5	0 <sup>01</sup>	31		0 <sup>0</sup>
6	0 <sup>01</sup>	91	61	0 <sup>0</sup>
8Ф		0 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	

Таблиця 10 – Виключення гілки 5 – Б<sub>2</sub>

	Б <sub>2</sub>	7	9Ф
5	0 <sup>01</sup>		0 <sup>0</sup>
6	0 <sup>01</sup>	61	0 <sup>0</sup>
8Ф		0 <sup>0</sup>	

Таблиця 11 – Виключення гілки 6 – 9Ф та 8Ф – 7

	7	9Ф
6	61	0 <sup>0</sup>
8Ф	0 <sup>0</sup>	

Подальше рішення матриць виконується аналогічно. При цьому поетапно виключаються гілки 4 – 6, Б<sub>1</sub> – 3, 5 – Б<sub>2</sub>, 6 – 9Ф та 8Ф – 7 (табл. 8 - 11). В результаті розрахунків виходить фіктивний кільцевий маршрут Б<sub>1</sub> – 3 – 4 – 6 – 9Ф – 8Ф – 7 – 5 – Б<sub>2</sub>, який зображений схематично на рисунку 6.

При відділенні з нього фіктивних вузлів Ф8 і Ф9, виходить два радіальні маршрути: Б1 – 3 – 4 – 6 – Б2 і Б1 – 7 – 5 – Б2 (рисунок 2.9).

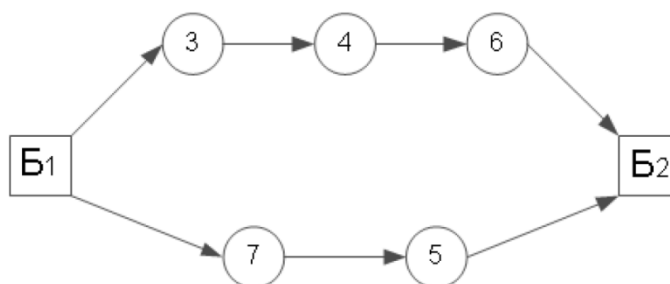


Рисунок 2.10 Оптимальний граф радіального маршруту

Розглянуту методику можна використовувати і за іншої кількості радіальних маршрутів.

### 3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Проектування транспортного маршруту для доставки заморожених продуктів харчування ТОВ "Ласка" в Центральному регіоні України

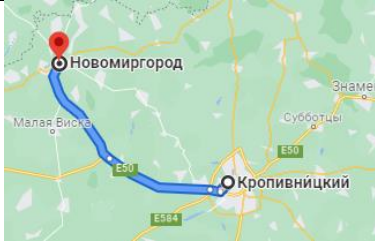
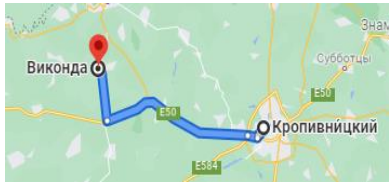
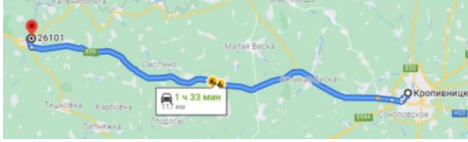
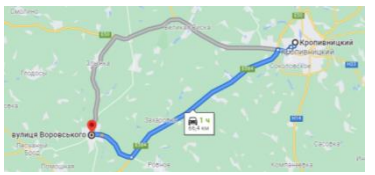
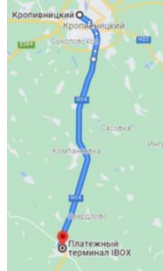
Формування оптимального маршруту з відповідного листа замовлення можливо при використанні методу комівояжеру, що дає можливість провести оптимізацію та вибрати мінімальну відстань для кругового маршруту. За таких умов, спочатку сформуємо таблицю відстаней між кожним з пунктів доставки вантажу.

Таблиця 3.1 – Таблиця відстаней між кожним з пунктів доставки вантажів в кілометрах

Номер пункту в заявці на доставку вантажу						Опорний пункт доставки
0	1	2	3	4	5	
0	63.1	59.6	116.0	66.4	57.7	0
63.1	0	17.3	94.0	62.5	116.0	1
59.6	17.2	0	81.9	45.2	113.0	2
116.0	94.0	81.9	0	80.0	169.0	3
66.4	62.5	45.2	80.0	0	69.5	4
57.7	116.0	113.0	169.0	69.5	0	5

Відповідно для першого опорного пункту відобразимо прямі маршрути для кожного пункту доставки. Зазначимо, що всі пункти доставки формувались відповідно до координат кожного пункту. Зображення кожного маршруту зведемо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Прямі маршрути між опорним пунктом «0» до кожного з пунктів відповідно до таблиці 3.1 пунктів транспортного замовлення

1	2	3
		
4	5	
		

Можна бачити, що відповідні маршрути формуються для кожного опорного пункту, що відображено у таблиці 3.1. Для економії місця їх включати в роботу не будемо. Необхідні маршрути потім додамо для оптимального маршруту.

Використовуючи прикладну програма MS Excel 2010, вносивши всі необхідні дані формування матриці відстаней між опорними пунктами рис. 3.1, та з використання надбудови "Пошук рішення" (Данні > Аналіз > Пошук рішень) (рис. 3.2), вирішуємо задачу комівояжеру для відповідної бази даних. Після завершення рішення даної задачі надбудова видає розв'язок у вигляді оптимального кругового маршруту з відображенням звіту (рис. 3.3).

В самому звіті, формується оптимальний маршрут з опорними пунктами, що відображено послідовно. Також визначено довжину оптимального маршруту і представлено результати координат кожного пункту на круговому маршруті.

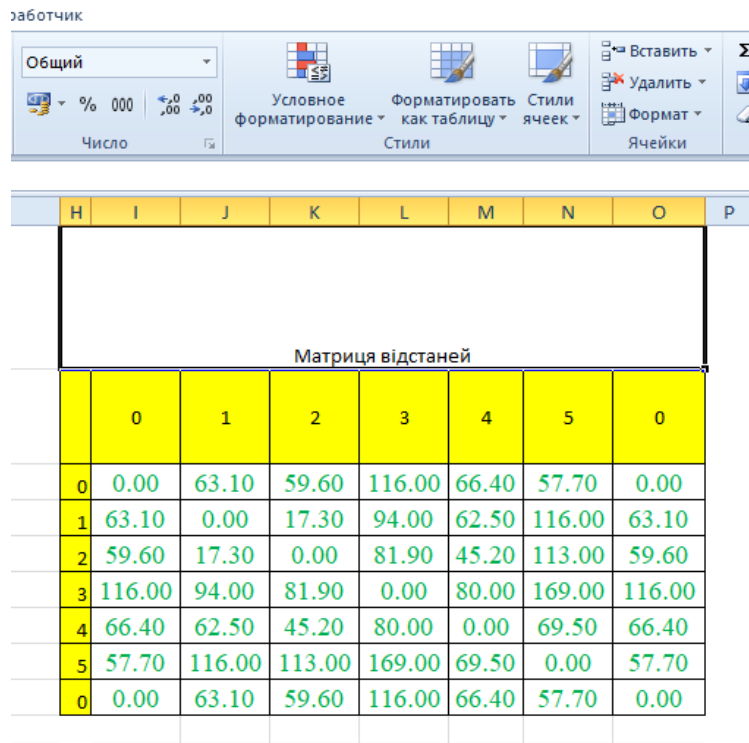


Рисунок 3.1 – Формування матриці відстаней в прикладній програмі MS Excel 2010

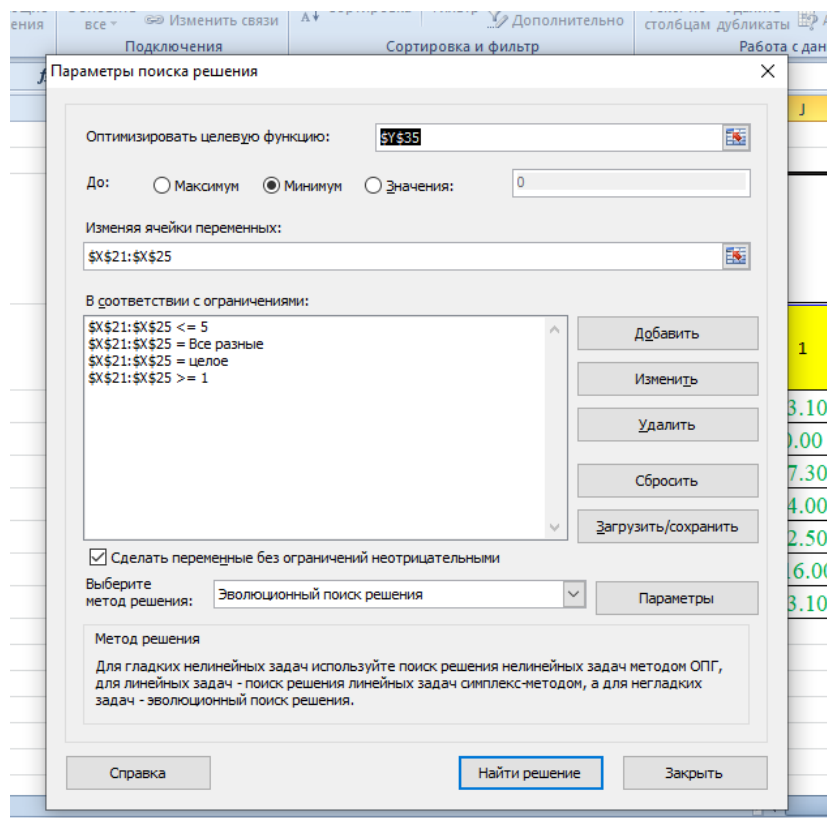


Рисунок 3.2 – Використання надбудови «Пошук рішення» (Данні > Аналіз > Пошук рішень) в прикладній програмі MS Excel 2010 для визначення оптимального маршруту

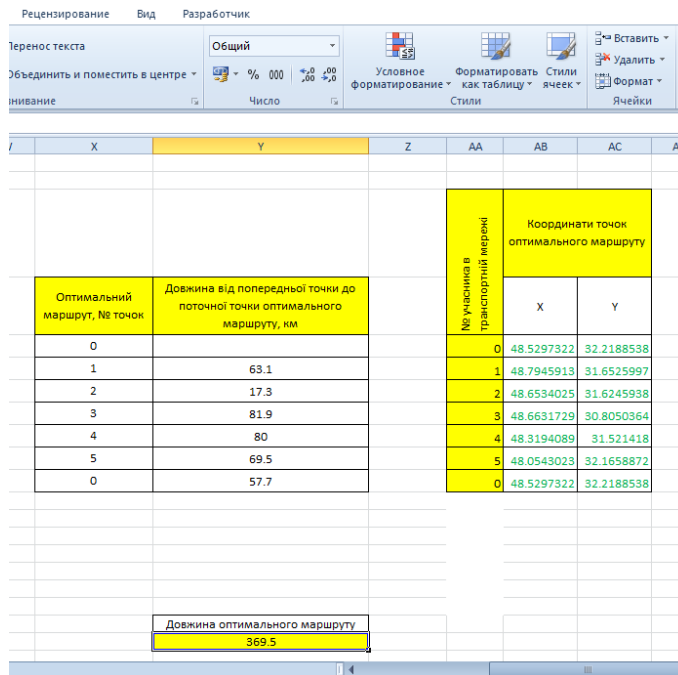


Рисунок 3.3 Звіт після використання надбудови «Пошук рішення» в прикладній програмі MS Excel 2010 для визначення оптимального маршруту

Довжина маршруту складе 369,5 км, а послідовність пунктів 0-1-2-3-4-5-0 дані по оптимальному маршруті зведемо в таблиці 3.3, в модельованому вигляді маршрут представлено на рис. 3.4.

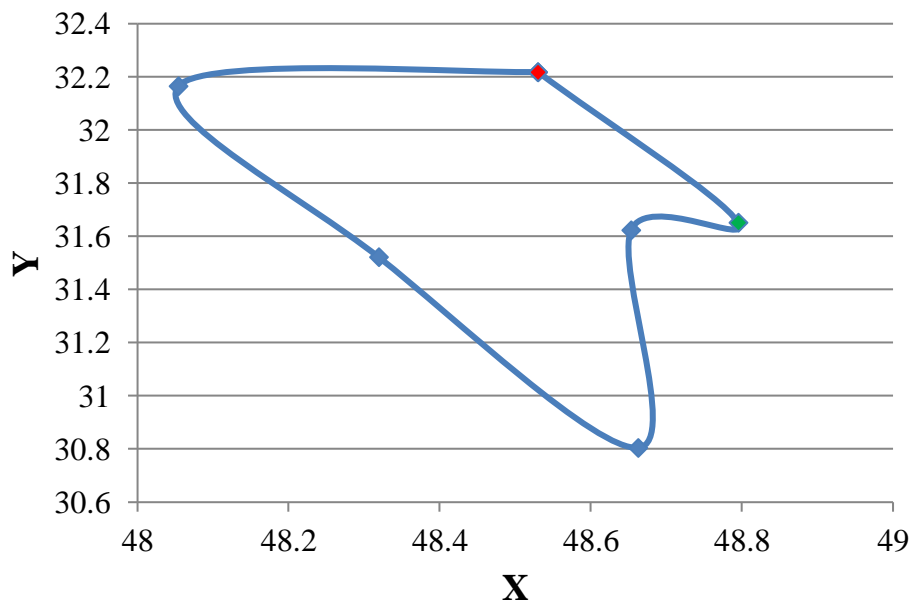
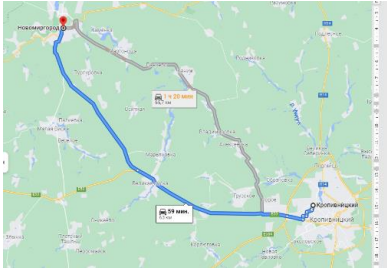
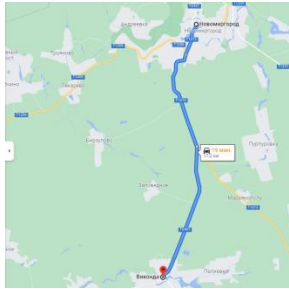
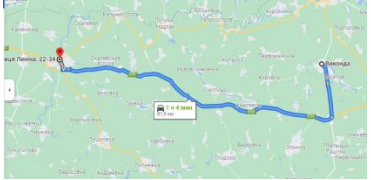
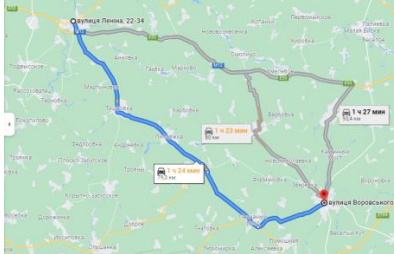

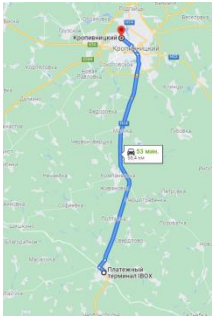


Рисунок 3.4 – Моделювання оптимального маршруту (0-й опорний пункт маршруту – червоний маркет; 1-й опорний пункт маршруту – зелений маркет)

Таблиця 3.3 – Характеристики маршрутів між двома пунктами в оптимальному кільцевому маршруті (кінцеві пункти номеруються відповідно до таблиці 3.1 транспортного замовлення)

<p>Ділянка маршруту – 1; кінцеві пункти – 0-1; довжина – 63 км; орієнтовна швидкість руху автомобіля – 64 км/год.</p> 	<p>Ділянка маршруту – 2; кінцеві пункти – 1-2; довжина – 17.2 км; орієнтовна швидкість руху автомобіля – 54 км/год.</p> 	<p>Ділянка маршруту – 3; кінцеві пункти – 2-3; довжина – 81,9 км; орієнтовна швидкість руху автомобіля – 76 км/год.</p> 
<p>Ділянка маршруту – 4; кінцеві пункти – 3-4; довжина – 79.3 км; орієнтовна швидкість руху автомобіля – 57 км/год.</p> 	<p>Ділянка маршруту – 5; кінцеві пункти – 4-5; довжина – 69.6 км; орієнтовна швидкість руху автомобіля – 41 км/год.</p> 	<p>Ділянка маршруту – 6; кінцеві пункти – 5-0; довжина – 58.4 км; орієнтовна швидкість руху автомобіля – 66 км/год.</p> 

Об'єднавши всі відповідні ділянки оптимального маршрут у один круговий маршрут отримаємо маршрут, що повинен виконуватися

автомобілем рефрижератором відповідно до опорних пунктів замовників продукції фірми Ласка в Центральному регіоні України (рис. 3.5).

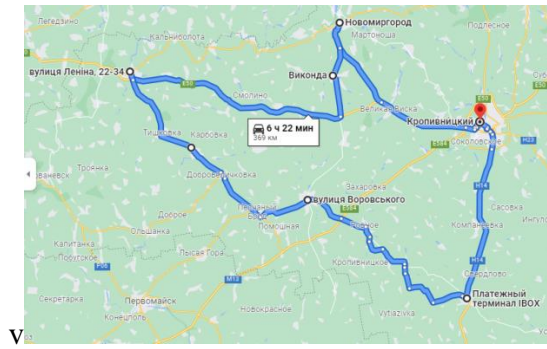


Рисунок 3.5 – Загальний вид маршруту відповідно до замовників та постачальника

На оптимальному маршруті було встановлено послідовність опорних пунктів замовників з відповідними координатами. Даний маршрут склад загальну довжину 369 км; середня швидкість руху транспортного засобу на маршруті 59 км/год; середній час транспортного засобу на маршруті складає 8.04 год.

### 3.2 Опис транспортної роботи на маршруті автомобіля рефрижератора

Основні вимоги замовлення та оптимального маршруту.

Ділянки оптимального маршруту: 1 – (0-1); 2 – (1-2); 3 – (2-3); 4 – (3-4); 5 – (4-5); 6 – (5-0). Кількість точок заїзду  $N_t = 6$ .

Відстані між вантажними пунктами:  $L_1 = 63$  км;  $L_2 = 17.2$  км;  $L_3 = 81.9$  км;  $L_4 = 79.3$  км;  $L_5 = 69.6$  км;  $L_6 = 58$  км.

Швидкість руху між вантажними пунктами:  $v_{t1} = 64$  км/год;  $v_{t2} = 54$  км/год;  $v_{t3} = 76$  км/год;  $v_{t4} = 57$  км/год;  $v_{t5} = 41$  км/год;  $v_{t6} = 66$  км/год.

$$v_{ser} = \frac{v_{t1} + v_{t2} + v_{t3} + v_{t4} + v_{t5} + v_{t6}}{N_t} = 59.67 \text{ км/год} \quad (3.1)$$



Об'єм вивантаження на кожній ділянці оптимального маршруту:  
 $Q_{1v} = 300$  кг;  $Q_{2v} = 105$  кг;  $Q_{3v} = 165$  кг;  $Q_{4v} = 270$  кг;  $Q_{5v} = 270$  кг;  $Q_{6v} = 0$  кг.

$$Q_{\max} = Q_{1v} + Q_{2v} + Q_{3v} + Q_{4v} + Q_{5v} + Q_{6v} = 1.11 \text{ т} \quad (3.2)$$

Об'єм перевезень між ділянками оптимального маршруту:  $Q_1 = Q_{\max}$  ;  
 $Q_2 = Q_1 - Q_{1v}$  ;  $Q_3 = Q_2 - Q_{2v}$  ;  $Q_4 = Q_3 - Q_{3v}$  ;  $Q_5 = Q_4 - Q_{4v}$  ;  $Q_6 = Q_5 - Q_{5v}$  .

Термін розвезення вантажу:  $D_{roz.v} = 6.37$  год.

Вантажопідємність транспортного засобу  $g_{av} = 1.5$  т. Час навантажування 1 тони:  $t_{nav} = 0.25$  год. Час розвантажування 1 тони:  $t_{roz} = 0.87$  год. Час в наряді  $t_{nar} = 9$  год.

Час роботи автомобіля на маршруті:

$$T_m = t_{nar} - (t_{nav} + t_{roz}) = 7.49 \text{ год} \quad (3.3)$$

Сумарний час автомобіля за оборот:

$$t_{ryh} = \frac{L_1}{v_{t1}} + \frac{L_2}{v_{t2}} + \frac{L_3}{v_{t3}} + \frac{L_4}{v_{t4}} + \frac{L_5}{v_{t5}} + \frac{L_6}{v_{t6}} = 6.35 \text{ год} \quad (3.4)$$

Сумарний час на заїзди до виробника:

$$t_{zaid} = t_{roz} \cdot Q_{\max} = 0.966 \text{ год.} \quad (3.5)$$

Загальний час за оборот:

$$t_{ob.m} = t_{nav} + t_{ryh} + t_{zaid} = 7.57 \text{ год.} \quad (3.6)$$

Час навантаження-розвантаження:

$$t_{nav\_roz} = t_{nav} + t_{zaid} = 1.21 \text{ год.} \quad (3.7)$$

Кількість оборотів за день:

$$Z_M = 1 \quad (3.8)$$

Час роботи автомобіля на маршруті і в наряді:

$$T_{mar} = Z_M \cdot t_{ob.m} = 7.57 \text{ год} \quad (3.9)$$

$$T_{nar} = T_{mar} = 7.57 \text{ год} \quad (3.10)$$

Об'єм денного напрацювання автомобіля:

$$\begin{aligned} W_{teor} = & (Q_{max})(L_1) + \\ & + (Q_1)(L_1 + L_2) + \\ & + (Q_2)(L_1 + L_2 + L_3) + \\ & + (Q_3)(L_1 + L_2 + L_3 + L_4) + \\ & + (Q_4)(L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5) + \\ & + (Q_5)(L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6) = 728.12 \text{ Т} \cdot \text{км} \end{aligned} \quad (3.11)$$

Необхідна кількість автомобілів для виконання добового об'єму перевезення:

$$N_{av} = \frac{Q_{max}}{Q_{teor}} = 0.74 \approx 1 \quad (3.12)$$

$$L_{dobov} = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 = 369.4 \text{ км} \quad (3.13)$$

$$Q_{1av} = \frac{Q_{max}}{N_{av}} = 1.11 \text{ Т} \quad (3.14)$$

### **3.3 Розрахунок собівартості перевезення автомобілем авторефрижератором**

Розрахунок заробітної плати персоналу по організації та виконання перевезень заключається у врахуванні витрат на оплату праці водіїв, ремонтних та допоміжних робочих, керівників, спеціалістів ін. осіб, що пов'язані з здійсненням перевізного процесу. Заробітна плата ремонтних та допоміжних робітників може враховуватися в статті по ремонту і технічному обслуговуванні рухомого складу, заробітна плата керівників, спеціалістів і службовців може враховуватися в статті накладні витрати.

Ставка водія транспортного засобу на підприємстві:  $TS_{vod} = 14000$  грн.

Коефіцієнт, що враховує преміювання водіїв за виконану роботу за контрактом:  $k_{PR} = 1,05$ .

Середня кількість робочих годин водіїв в місяці:

$$D_{rob} = 22 \cdot t_{nar.ser} = 198 \text{ год.} \quad (3.16)$$

Заробітна плата водіїв транспортного засобу за одну годину транспортної роботи:

$$ZP_{vod.H} = \frac{TS_{vod} \cdot k_{PR}}{D_{rob}} = 74.24 \text{ грн/год.} \quad (3.17)$$

Заробітна плата водіїв транспортних засобів за один день транспортної роботи:

$$ZP_{vod.D} = ZP_{vod.H} \cdot t_{nar.ser} \cdot N_{av} = 668.18 \text{ грн.} \quad (3.18)$$

Ставка ремонтних і допоміжних працівників на підприємстві:  
 $TS_{RD} = 8000$  грн.

Норма витрати на заробітну плату ремонтних і допоміжних робітників транспортного засобу на підприємстві при врахуванні пробігу транспортних засобів:  $k_{RD.km} = 0.45$  грн/км.

Заробітна плата ремонтних і допоміжних робітників за годину:

$$ZP_{RD.H} = \frac{TS_{RD} \cdot k_{PR}}{D_{rob}} + k_{RD.km} \cdot \left( \frac{\Sigma L_{hol} + \Sigma L_{nav}}{D_{rob}} \right) = 43.26 \text{ грн/год.} \quad (3.19)$$

Заробітна плата ремонтних і допоміжних робітників за один день відповідно до об'єму транспортної роботи:

$$ZP_{RD.D} = ZP_{RD.H} \cdot t_{nar} \cdot N_{av} = 389.37 \text{ грн.} \quad (3.20)$$

Коефіцієнт, що враховує заробітну плату керівників, спеціалістів і службовців відносно заробітної плати водіїв на підприємстві:  $k_{k.s.s} = 0.9$ .

Заробітна плата керівників, спеціалістів і службовців відносно заробітної плати водія за годину:

$$ZP_{k.s.s.H} = k_{k.s.s} \cdot ZP_{vod.H} = 66.82 \text{ грн/год.} \quad (3.21)$$

Заробітна плата керівників, спеціалістів і службовців відносно заробітної плати водія за день:

$$ZP_{k.s.s.D} = t_{nar.ser} \cdot ZP_{k.s.s.H} \cdot N_{av} \cdot 0.15 = 90.21 \text{ грн.} \quad (3.22)$$

Заробітна плата персоналу по організації транспортної роботи на підприємстві відповідно складе за годину:

$$ZP_H = ZP_{vod.H} + ZR_{RD.H} + ZP_{k.s.s.H} = 184.32 \text{ грн/год.} \quad (3.23)$$

Заробітна плата персоналу по організації транспортної роботи на підприємстві відповідно складе за день:

$$ZP_D = ZP_{vod.D} + ZP_{RD.D} + ZP_{k.s.s.D} = 1448 \text{ грн.} \quad (3.24)$$

Норма податків і відрахувань на оплату праці:

$$HZ = 19.5 + 22 = 41.5 \%. \quad (3.25)$$

Податки на відрахування від оплати праці в розмірі встановленому законодавством:

$$V_{ZP} = ZP_D \cdot \frac{HZ}{100} = 464,1 \text{ грн.} \quad (3.26)$$

Норма витрати палива транспортних засобів:

$$H_1 = \frac{8}{100} = 0.08 \text{ л/км.} \quad (3.27)$$

Коефіцієнт, що враховує транспортну обстановку під час транспортування вантажу:  $k_{tr} = 1.1$ .

Витрати палива для вантажних автомобілів:

$$P_p = \left( (H_1 + H_p \cdot B_p) (\sum L_{hol} + \sum L_{nav}) \cdot k_{tr} \right) = 32.51 \text{ л.} \quad (3.29)$$

Вартість одного літра палива:  $C_p = 27,91$ .

Витрати на паливо для реалізації транспортної роботи:

$$Z_p = C_p \cdot P_p = 907 \text{ грн.} \quad (3.30)$$

Норма витрати мастильних та експлуатаційних матеріалів відносно витрати палива:  $H_{m.e.m} = 0.7 \%$

Норма витрати мастильних та експлуатації матеріалів відносно витрати палива при використанні причепа для транспортного засобу:  $H_{m.e.m.p} = 0.8 \%$ .

Загальні витрати на реалізацію транспортної роботи:

$$P_{m.e.m} = \left( \left( H_1 \cdot \frac{H_{m.e.m}}{100} + H_p B_p \frac{H_{m.e.m.p}}{100} \right) \cdot (\Sigma L_{hol} + \Sigma L_{nav}) \cdot k_{tr} \right) = 0,228 \quad (3.31)$$

Середня вартість одного літра мастильних і експлуатаційний витрат:

$$C_{m.e.m} = 270 \text{ грн/л.}$$

Витрати на мастильні і експлуатаційні витрати для реалізації транспортної роботи:

$$Z_{m.e.m} = C_{m.e.m} \cdot P_{m.e.m} = 61.44 \text{ грн} \quad (3.32)$$

Кількість шин на транспортному засобі:  $N_{sh.TZ} = 6$  шт. Норма зносу шин транспортного засобу в % на 1000 кілометрів пробігу:  $H_{sh.TZ} = 1.12$  %.

Середня вартість однієї шини:  $C_{sh} = 1500$  грн.

Витрати на ремонт шин транспортних засобів і причепів:

$$Z_{sh} = C_{sh} \cdot \left( N_{sh.TZ} \cdot \frac{H_{sh.TZ}}{100} + N_{sh.P} \cdot \frac{H_{sh.P}}{100} \right) \cdot \left( \frac{\Sigma L_{hol} + \Sigma L_{nav}}{100} \right) = 34.91 \text{ грн.} \quad (3.33)$$

Норма витрат на запасні частини, вузли, агрегати і матеріали для ТО і Р транспортного засобу на 1000 кілометрів пробігу:

$$H_{TOR.TZ} = \frac{882}{1000} = 0.08 \text{ грн/км} \quad (3.34)$$

Норма витрат на запасні частини, вузли, агрегати і матеріали для ТО і Р причепа на 1000 кілометрів пробігу:

$$H_{TOR.TZ} = \frac{52}{1000} = 0.52 \text{ грн/км} \quad (3.35)$$

Витрати на ТО і Р для автопоїздів:

$$Z_{TOR} = (H_{TOR.P} + H_{TOR.TZ}) \cdot (\Sigma L_{hol} + \Sigma L_{nav}) = 49.5 \text{ грн} \quad (3.36)$$

Амортизаційна вартість транспортного засобу:  $A_{TZ} = 1300000$  грн.

Норма амортизаційних відрахувань:

$$H_A = \frac{A_{TZ} + A_P}{L_{ts.gr}} = 2.6 \text{ грн / км.} \quad (3.36)$$

де  $L_{ts.gr}$  - середній пробіг транспортного складу (тягач і причеп відповідної марки) при напрацюванні до списання ( $L_{ts.gr} = 500000$  км для MAN).

Амортизаційні відрахування на відновлення транспортного засобу і причепу:

$$A = H_A \cdot (\Sigma L_{hol} + \Sigma L_{nav}) = 960.44 \text{ грн} \quad (3.37)$$

Загально виробничі (накладні витрати):

$$Z_{vurob} = 0.8 \cdot ZP_{vod.D} = 534.55 \text{ грн} \quad (3.38)$$

Собівартість перевезення складе:

$$S_{perevez} = ZP_{k.s.s.D} + V_{ZP} + Z_P + Z_{m.e.m} + Z_{sh} + Z_{TOR} + A + Z_{vubor} = 3.115 \cdot 10^3 \text{ грн} \quad (3.39)$$

### 3.4 Розрахунок прибутку та формування відповідних тарифів на перевезення вантажу за відповідним маршрутом автомобілем

Норма рентабельності перевезень в процентному співвідношенні встановимо:  $RN = 15\%$ . Тоді величина планового прибутку за виконання обсягу транспортних робіт складе:

$$PPR = S_{perevez} \cdot \frac{RN}{100} = 467.19 \text{ грн} \quad (3.40)$$

Вартість перевезення з врахуванням податку на додану вартість складе:

$$S_{p.p.NDS} = (S_{perevez} + PPR) \cdot 1.2 = 4.298 \cdot 10^3 \text{ грн} \quad (3.41)$$

Для визначення тарифу необхідно вартість перевезення з врахуванням податку на додану вартість розділити на відповідний об'єм транспортної роботи у відповідних одиницях:

- тариф за тону:

$$T_{ton} = \frac{S_{p.p.NDS}}{Q} = 3.87 \cdot 10^3 \text{ грн / т;} \quad (3.42)$$

- тариф за кілометр пробігу:

$$T_{km} = \frac{S_{p.p.NDS}}{\Sigma L_{hol} + \Sigma L_{nav}} = 23.27 \text{ грн / км}; \quad (3.43)$$

Показники техніко-економічної оцінки транспортної роботи для визначено маршруту перевезень зведені до таблиці 3.1

Таблиця 3.4 – Характеристика техніко-економічної оцінки транспортної роботи за відповідним маршрутом автомобілем

№	Найменування характеристики	Величина
1	Сумарний час простою під навантажування і розвантажування одного транспортного засобу за один оборот на маршруті, год	1.216
2	Сумарний час руху одного транспортного засобу, год	6.354
3	Час обороту на маршруті, год	7.57
5	Число обертів за час роботи на маршруті, шт	1
6	Обсяг перевезень одним транспортним засобом, т	1.11
7	Кількість транспортних засобів для виконання обсягу транспортної роботи, шт	1
9	Загальний навантажений пробіг транспортних засобів, км	369.4
10	Загальний холостий пробіг транспортних засобів, км	0
12	Загальна транспортна робота, т·км	728.12
14	Плановий прибуток від виконання транспортної роботи, грн	467.19
15	Собівартість перевезення на маршруті з врахуванням податку на додану вартість, грн	4298
16	Тарифи:	
	тариф за тону, грн / т	3872
	тариф за кілометр пробігу транспортного засобу, грн / км	23.27

### **3.5 Аналіз даних за результатами дослідження**

Відповідно до розробленого кругового маршруту можливо стверджувати про ефективність його реалізації, а саме раніше на підприємстві доставка відбувалася в прямому маршруті з коефіцієнтом навантаження 0,5 при тарифі за кілометр пробігу 28,5 грн в даному варіанті тариф зменшився на 18,4 %. При реалізації кругового маршруту збільшується радіус обслуговуючої території і кількість перевезеного товару за один заїзд.



## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1 Охорона праці обслуговуючого персоналу холодильних установок.**

Експлуатація у виробничих процесах холодильних установок – холодильних установ різного виду рефрижераторів – вимагає від керівництва та персоналу точного та скрупульозного виконання не лише технології експлуатації такого обладнання, а й техніки безпеки під час роботи з ним. Цілком звичайне для транспортного процесу напівфабрикатів та морозиває холодильне обладнання, а тому при порушенні правил експлуатації може швидко виходити з ладу та призводити до нещасних випадків при транспортуванні. Тому потрібно розглянути наступні правила.

Перше з них – холодильне обладнання, як і будь-яке інше сучасне промислове обладнання з електричним підключенням, має бути обов'язково ще до його включення до мережі заземлено. В іншому випадку установка може опинитися під напругою в процесі експлуатації, що в кінцевому підсумку призведе до ураження працюючого персоналу електричним струмом.

Наступне правило стосується захисту частин установки, що знаходяться в процесі роботи постійно або деякий час під напругою. Це можуть бути токонесучі частини двигуна або роз'єми на клемній коробці - всі вони повинні бути надійно вкриті кожухами та спеціальними кришками.

Ще одне правило стосується правильної роботи з автоматизованими системами холодильної установки. У загальному випадку це прилади автоматичної підтримки температури та автоматичного захисту від перевантажень у мережі, стрибків напруги та ін. У жодному разі не можна включати холодильне обладнання при відключених або заблокованих системах автоматики. Особливу увагу слід приділяти автоматичному вимикачу електричного захисту. Також не можна допускати роботу

установок при пошкодженні ізоляції електричних проводів, що знаходяться під напругою.

Напруга живлення, що подається з мережі на холодильну установку, повинна мати відхилення від номінального (220 В) трохи більше 10%, навіть короткочасно. Якщо у вашій місцевості є великі коливання напруги в мережі, рекомендується підключення холодильної установки через спеціальний монітор напруги, що дозволяє виправити ці коливання.

Піддон для збору конденсату, що утворюється при роботі холодильних установок, повинен знаходитися на достатній відстані від проводів та іншого електричного обладнання. Також цей піддон повинен регулярно випорожнюватися, щоб уникнути його переповнення.

#### **4.2 Фреоновий хладагент як елемент підвищеної небезпеки**

Групу насичених вуглеводнів, що являють собою один з різновидів сполук метану та етану, називають фреоном, у складі якого не виключена домішка хлору або броду. На сьогодні випускається близько 40 різновидів летючої рідини, що не має запаху та кольору. Фреон може бути у формі інертного газу або перебувати у рідкому стані. Особливість рідкої форми - можливість з'єднуватися зі мастильними матеріалами та органічними розчинниками. У воді рідкий фреон не розчиняється.

На сьогоднішній день фреон – необхідна речовина для систем охолодження холодильного обладнання. Крім того, фреон, завдяки своїм характеристикам та властивостям, широко використовується в інших сферах: транспорті, медицині, парфумерії та виробництво засобів гасіння вогню (вогнегасники, газові балончики аерозолі), хімічна промисловість, сільське господарство (як засіб у боротьбі зі шкідниками).

Вчені ретельно досліджують питання руйнування озонового шару Землі за допомогою фреонів, але всі сходяться на думці, що вони є

безпечними для атмосфери. Та кількість холодоагентів, яку вони викидають у повітря, мізерна, тому небезпеки для екології немає.

Якщо гранично допустима концентрація фреону в повітрі перевищена, об'єм де концентрація фреону перевищена ізольований, доступ повітря відсутній, або виділяються продукти горіння, шкідливий вплив фреону на організм людини відбувається за наступних негативних умов:

- холодильне обладнання протікає, а об'єм, де воно встановлено – не провітрюється;
- пожежа була згашена за допомогою фреоновмісних пристроїв;
- надзвичайна ситуація на виробництві;
- горіння холодоагентів;
- випадки суїциду із застосуванням фреону.

Фреон впливає на організм людини наступним чином: у перші хвилини стан характеризується ефектом легкого наркотичного сп'яніння. Після, якщо не залишати відвідування з високою концентрацією речовини, людина починає відчувати задушення, нестачу повітря і як наслідок – смерть. Шкідливість фреону полягає в тому, що він при попаданні в дихальні шляхи, прямує в легені і витісняє звідти кисень. Крім явних ознак задухи, що передують летальному результату, інтоксикація може виявитися такими симптомами: загальне нездужання; роздратована слизова очей; сильне запаморочення; тремтіння очних яблук; галюцинації; порушення роботи серця; втрата свідомості.

Вплив фреону на організм людини такий, що після повернення до свідомості людина найчастіше спостерігає у себе часткову відсутність пам'яті: події останніх годин перед відправленням втрачені. Особливо виражена симптоматика у людей, чий організм ослаблений, або стан обтяжений хронічними захворюваннями.

Як супутня загальному отруєнню ознака – набряк легенів та ураження печінки та нирок. Властивості холодоагентів такі, що продукти розкладання дратують органи дихання на більш глибокому рівні. Потрапивши на відкриту ділянку шкіри, рідкий фреон викликає симптоми, схожі на обмороження. Найбільшу небезпеку становить контакт фреону зі слизової ока.

В даний час одним з найкращих холодоагентів є R134a. Хоч як це дивно, він має нульовий потенціал руйнування озонового шару. Це велике досягнення у світі холодоагентів – речовина, яка абсолютно не шкодить екології. Застосування фреону R134a дуже тісно пов'язане з нашим звичайним життям. Він бере активну участь у роботі транспортних систем кондиціонування повітря, причому, мається на увазі не тільки комерційні автомобілі, а й приватні транспортні засоби. Фреон R134a є активним працівником звичайних холодильників, які прийнято називати побутовими. Тих холодильників, що стоять у нас із вами вдома. Продаж фреону R404a здійснюється практично для будь-яких систем кондиціонування повітря. Такий надійний елемент роботи систем стане у нагоді скрізь.

Дуже важливо, щоб був не тільки добрий фреон, але й компресорна олива. Фреон R134a не містить хлору і для нього потрібна спеціальна олива. Якісні компресорні оливи не повинні входити в конфлікт із фреоном на хімічному рівні. В іншому випадку, холодильна установка не функціонуватиме так, як потрібно. Для даного виду фреонів дуже добре підходять холодильні оливи, розроблені на основі особливих синтетичних ефірів. Фреон R134a є відмінним вибором для технологічних процесів.

## **Висновки**

1. В роботі проведено формування та опис моделі, яка описує транспортний процес доставки заморожених продуктів харчування та напівфабрикатів з центральним пунктом навантаження відносно фірми ТОВ «Ласка».

2. Проведено формування методики планування розвізно-збірних автотранспортних систем перевезень в межах міста, з відображенням відповідних етапів реалізації його алгоритму.

3. Наведено короткий огляд діяльності підприємства ТОВ «Ласка», що знаходиться в м. Кропивницький, Центральний регіон України.

4. Сформовано транспортну характеристику замовників продукції фірми ТОВ «Ласка», з відображенням координат опорних пунктів замовників та постачальника, а також наведено дані по об'ємам замовлення за тиждень.

5. Описано основні характеристики транспортних засобів авторефрижераторів, що необхідні для реалізації транспортного замовлення.

6. Зведено основні дані з умов виробництва та перевезення продукції до замовників та обґрунтовано режими руху транспортних засобів в режимі міського та міжміського транспортування.

7. Спроектовано транспортний маршрут для доставки заморожених продуктів харчування ТОВ «Ласка» в Центральному регіоні України, відображено таблицю відстаней між замовниками та сформовано прямі маршрути між опорними пунктами.

8. Проведено оптимізацію маршруту, на якому необхідно доставити продукти до замовників, оптимізація формувалася при умові мінімуму пройденої відстані між опорними пунктами.

9. Показано, що оптимальний маршрут повинен формуватися на основі наступних опорних пунктів 0-1-2-3-4-5-0, довжина маршруту склала 369 км, середня швидкість руху транспортного засобу на маршруті складає 59 км/год, а час руху по маршруту складає 8,04 год, тариф на перевезення продукції складає 23.3 грн/км.

10. Сформовано дані про охорону праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при роботі з холодильними установками.

## Література

1. Домке Э.Р., Жесткова С.А. Особенности модели функционирования интегрированной системы развозки грузов. Мир транспорта и технологических машин. 2012. №3. С.94-99.
2. Russo F. Comi A. Demand models for city logistics: a state of the art and a proposed integrated system. Recent Advances in City Logistics. The 4th International Conference on City Logistics Institute for City Logistics. 2006. P. 91-105.
3. Подшивалова К.С., Домке Э.Р., Подшивалов С.Ф., Жесткова С.А. Использование фиктивных узлов для определения оптимальной комбинации маршрутов с совместным центром. Известия высших учебных заведений Поволжский регион. Технические науки. 2011. №2. С.81-91.
4. Якименко Н. В. Застосування логістичного підходу в діяльності транспортної системи. Вісник економіки транспорту і промисловості. 2014. № 45. С. 259-262
5. Литл Дж., Мурти К. Алгоритм для решения задачи о коммивояжере. Экономика и математические методы. 2001. Т. 1. Вып. 1. С. 94-107
6. Чухрай Н.І., Гірна О. Б. Формування ланцюга поставок: питання теорії та практики : монографія. Львів : "Інтелект-Захід". 2007. 232 С.
7. Пожидаев М.С. Алгоритмы решения задач маршрутизации транспорта: дис. канд. техн. наук. Томск: 2010. 134с.
8. Сумець О.М., Войтов В.А.. Логістичні системи і ланцюги постачань: навчальний посібник. Вид 2-ге, стереотипне. Харків: КП "Міська друкарня", 2013. 194 с.
9. Домке Э.Р., Жесткова С.А., Акимова В.Ю. Особенности решения задач маршрутизации транспорта методом « ветвей и границ» // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2012. №2. С.76-79.
10. Сагиров Г.В., Мозолевич Г.Я., Огороков А.М. Основные критерии и задания IT- системы в логистике 5PL провайдера. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. 2016. Вип. 12. С. 75-79.

11. Жесткова С.А. Совершенствование организации перевозочного процесса автомобилями (на примере доставки нефтепродуктов на автозаправочные станции): дис. канд. техн. наук. Пенза: 2013. 167 с.
12. Поповиченко І.В. Роль логістичного менеджменту як засобу підвищення ділової активності підприємств у кризових економічних умовах. Держава та регіони. 2014. № 5(80). С.98-102.
13. Жесткова С.А. Использование метода «ветвей и границ» при решении задач маршрутизации транспорта. Мир транспорта и технологических машин. 2012. №1. С.94-100.
14. Нагорний Є.В., Скорік О.О. Оцінка економічного ефекту від впровадження та використання оптимальних параметрів каналів розподілу вантажопотоків. Східноєвропейський журнал передових технологій. 2008. Вип. 31. С. 43-44.
15. Домке Э.Р., Жесткова С.А. Оптимизация маршрутов при транспортировке строительных грузов на автомобильном транспорте. Региональная архитектура и строительство. 2014. №3. С.172-177.
16. Yu C. The Analysis of the China National logistics costs structure. Management and engineering. 2015. № 21. P. 77-84.
17. Кунда Н. Т., Олещук Н. В. Оптимізація схеми доставки дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом. Вісник Національного транспортного університету. 2018. № 1. С. 178-187.
18. Ковальська Л.Л., Савка Б.Р. Методика оцінки рівня розвитку логістичної інфраструктури регіону. Логістика: теорія та практика. 2012. № 1(2). С. 71-81.
19. Іванов Д. В. Підвищення надійності транспортного обслуговування при здійсненні експедиційної діяльності (на прикладі міжнародних автомобільних перевезень) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук.: спец. 05.22.01 «Транспортні системи». Нац. трансп. ун-т. Київ, 2002. 20 с.