«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

магістр
(освітній рівень)

на тему: **Оптимізація маршрутної мережі для автотранспортних підприємств міста Тернополя**

Виконав: студент 6 курсу, групи МНм-61
спеціальності 275 «Транспортні технології»
(шифр і назва спеціальності)

Студент		Гачкевич Т.В.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
		Теслюк Ю.Ю.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник		Дзюра В.О.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент		
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Зав. каф.		Цьонь О.П.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*
Кафедра *Автомобілів*
Освітній рівень *Бакалавр*
Напрям підготовки
(шифр і назва)
Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри *О.П. Цьонь*

« 11» *листопада* 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гачкевичу Тарасу Вікторовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Оптимізація маршрутної мережі для атотранспортних підприємстів міста Тернополя*

керівник проекту (роботи) *Дзюра Володимир Олексійович, д.т.н., проф.*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від «11» січня 2022 року № 4/7-896
2. Термін подання студентом проекту (роботи) *грудня 2022 р.*
3. Вихідні дані до проекту (роботи)
Дані системи вантажного транспорту (марка трансопртних засобів, тип вантажу, ключові точки маршруту, кількість транспортних засобів).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1.1 Значення вантажних перевезень для економіки. 1.2 Вибір типу автотранспортних засобів для перевезення вантажів. 1.3 Транспортний процес і його елементи.
1.4 Види маршрутів перевезення вантажів. 2.1 Принципи планування вантажних перевезень.
2.2 Основні методи оптимального планування. вантажних автомобільних перевезень.
3.1 Підвищення ефективності дрібнопартійних вантажних перевезень.
3.2 Врахування випадкових факторів методами стохастичного моделювання при розрахунку оптимальної структури парку АТП. 3.3 Планування мілкопартійних маршрутів по методу Кларка-Райтона. 4. Охорона праці

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	*Вовк Ю.Я., к.т.н., доц.*		
Безпека в надзвичайних			
ситуаціях	*ст. викл. Клепчик В.М.*		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	**Примітка**
	Значення вантажних перевезень для економіки	*15.11.2022*	
	Вибір типу автотранспортних засобів для	*25.11.2022*	
	перевезення вантажів		
	Транспортний процес і його елементи	*27.11.2022*	
	Види маршрутів перевезення вантажів	*02.12.2022*	
	Принципи планування вантажних перевезень	*04.12.2022*	
	Основні методи оптимального планування	*11.12.2022*	
	вантажних автомобільних перевезень		
	Підвищення ефективності дрібнопартійних	*12.12.2022*	
	вантажних перевезень		
	Врахування випадкових факторів методами	*12.12.2022*	
	стохастичного моделювання при розрахунку		
	оптимальної структури парку АТП		
	Планування мілкопартійних маршрутів по	*15.12.2022*	
	методу Кларка-Райтона		
	Охорона праці	*17.12.2022*	

Студент _____ Гачкевич Т.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Дзюра В.О.

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*
Кафедра *Автомобілів*
Освітній рівень *Бакалавр*
Напрям підготовки
(шифр і назва)
Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри *О.П. Цьонь*

« 11 » *листопада* 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Теслюку Юрію Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Оптимізація маршрутної мережі для атотранспортних підприємстів міста Тернополя*

керівник проекту (роботи) *Дзюра Володимир Олексійович, д.т.н., проф.*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від 11» січня 2022 року № 4/7-896
2. Термін подання студентом проекту (роботи) *грудня 2022 р.*
3. Вихідні дані до проекту (роботи)
Дані системи вантажного транспорту (марка трансопртних засобів, тип вантажу, ключові точки маршруту, кількість транспортних засобів).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1.5 Вплив експлуатаційних факторів на продуктивність автомобілів. 1.6 Проектування технологічного процесу перевезення вантажів. 1.7 Система управління вантажними перевезеннями. 1.8 Висновки та постановка задач до кваліфікаційної роботи. 2.4 Моделювання транспортної мережі і розрахунок коротких відстаней. 2.5 Оптимізація мілкопартійних перевезень вантажів. 3.4 Дослідження зміни параметрів руху автомобілів при перевезенні вантажів.3.5 Складання раціональних маршрутів при по машинних перевезеннях вантажів 3.6 Планування маятникових маршрутів вантажних перевезень. 3.7 Критерії ефективності транспортного процесу. 4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	*Вовк Ю.Я., к.т.н., доц.*		
Безпека в надзвичайних			
ситуаціях	*ст. викл. Клепчик В.М.*		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	**Примітка**
	Вплив експлуатаційних факторів на	*15.11.2022*	
	продуктивність автомобілів		
	Проектування технологічного процесу	*25.11.2022*	
	перевезення вантажів		
	Система управління вантажними перевезеннями	*27.11.2022*	
	Висновки та постановка задач до	*04.12.2022*	
	кваліфікаційної роботи		
	Моделювання транспортної мережі і розрахунок	*06.12.2022*	
	коротких відстаней		
	Оптимізація мілкопартійних перевезень	*09.12.2022*	
	вантажів		
	Дослідження зміни параметрів руху автомобілів при	*10.12.2022*	
	перевезенні вантажів		
	Складання раціональних маршрутів при по	*11.12.2022*	
	машинних перевезеннях вантажів		
	Планування маятникових маршрутів вантажних	*12.12.2022*	
	перевезень		
	Критерії ефективності транспортного процесу	*13.12.2022*	
	Безпека в надзвичайних ситуаціях	*14.12.2022*	

Студент _____ Теслюк Ю.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Дзюра В.О.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ……8

ВСТУП……9

1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Значення вантажних перевезень для економіки……..10

1.2 Вибір типу автотранспортних засобів для перевезення вантажів……..…13

1.3 Транспортний процес і його елементи……...14

1.4 Види маршрутів перевезення вантажів……17

1.5 Вплив експлуатаційних факторів на продуктивність автомобілів……18

1.6 Проектування технологічного процесу перевезення вантажів……...19

1.7 Система управління вантажними перевезеннями……23

1.8 Висновки та постановка задач до кваліфікаційної роботи…….26

2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Принципи планування вантажних перевезень…….27

2.2 Основні методи оптимального планування вантажних автомобільних перевезень……...33

2.4. Моделювання транспортної мережі і розрахунок коротких відстаней……35

2.5 Оптимізація мілкопартійних перевезень вантажів……..46

3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Підвищення ефективності дрібнопартійних вантажних перевезень…….51

3.2 Врахування випадкових факторів методами стохастичного моделювання при розрахунку оптимальної структури парку АТП……..53

3.3 Планування мілкопартійних маршрутів по методу Кларка-Райтона……58

3.4. Дослідження зміни параметрів руху автомобілів при перевезенні вантажів…….66

3.5 Складання раціональних маршрутів при по машинних перевезеннях вантажів……71

3.6 Планування маятникових маршрутів вантажних перевезень……82

3.7. Критерії ефективності транспортного процесу……...85

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці на підприємствах автотранспортного комплексу……..96

4.2. Управління охороною праці на підприємстві……101

4.3. Методи і шляхи вирішення завдань управління охороною праці……...103

4.4. Пожежна безпека……..105

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ…….107

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ……108

РЕФЕРАТ

У теоретичному розділі кваліфікаційної роботи визначено значення вантажних перевезень для економіки, проведено вибір типу автотранспортних засобів для перевезення вантажів, описано транспортний процес і його елементи. В цьому розділі проаналізовано види маршрутів перевезення вантажів та визначено вплив експлуатаційних факторів на продуктивність автомобілів. Також наведено основні особливості проектування технологічного процесу перевезення вантажів та визначено особливості системи управління вантажними перевезеннями, зроблено висновки та здійснено постановку задач до кваліфікаційної роботи.

В аналітико-дослідницькому розділі визначено принципи планування вантажних перевезень та основні методи оптимального планування вантажних автомобільних перевезень, проведено моделювання транспортної мережі і розрахунок коротких відстаней. Також в цьому розділі проведено оптимізацію мілкопартійних перевезень вантажів.

В проектно-рекомендаційному розділі **розроблено заходи щодо п**ідвищення ефективності дрібнопартійних вантажних перевезень. Встановлено, що врахування випадкових факторів методами стохастичного моделювання при розрахунку оптимальної структури парку АТП є необхідним. Проведено планування мілкопартійних маршрутів по методу Кларка-Райтона та проведено дослідження зміни параметрів руху автомобілів при перевезенні вантажів. Також в цьому розділі проведено складання раціональних маршрутів при по машинних перевезеннях вантажів та планування маятникових маршрутів вантажних перевезень. Визначено критерії ефективності транспортного процесу.

В роботі розглянуті також питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: автомобільний транспорт, паркувальний простір, паркувальна система, рівень автомобілізації, імітаційне моделювання.

ВСТУП

Вантажні перевезення, являючись витратною частиною економіки, в умовах зміни системи господарських зв'язків, інтеграції управлінської економіки у Європейський ринок повинні забезпечувати високу якість доставки вантажів з мінімальними транспортними і зовнішніми витратами. Для досягнення цієї мети перевізнику необхідно:

- правильно використовувати вимоги нормативної документації, технічні стандарти і умови при організації процесу перевезення;
- враховувати особливості перевози мого вантажу і транспортного обладнання, яке забезпечує збереження вантажу при проведенні вантажних операцій;
- проектування технологічні процеси вантажних перевезень, графіки роботи автомобілів, перевантажувальної техніки;
- оптимізовувати роботу парку автомобілів, знаходити шляхи підвищення ефективності його роботи;
- ефективно організовувати роботу по плануванню і управлінню виробничою діяльністю АТП.

Розвиток вантажних автомобільних перевезень у найближчий час буде ґрунтуватися на створенні ефективних систем доставки вантажів, які працюють на логістичних принципах. Розвиток логістики дозволяє постійно контролювати процес перевезення вантажів, у режимі реального часу слідкувати і при необхідності корегувати графіки просування вантажів на всьому шляху їх слідування.

Автомобільний транспорт, надаючи послуги по перевезенню вантажів, по мірі свого розвитку буде становитися все більш надійним, зручним і безпечним засобом доставки сировини, промислової і сільськогосподарчої продукції.

1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Значення вантажних перевезень для економіки

Попит на вантажні автомобілі перевезення в багатьом визначається динамікою і структурою зміни обсягів виробництва в країні, а також фінансовою спроможністю підприємств і організацій всіх галузей економіки. Слід враховувати, що економіка і перевезення впливають один на одного. Як розвиток економіки викликає зростання перевезень, так і високий рівень і можливості послуг перевезення впливають на рівень інвестицій і темпи зростання економіки у регіоні.

Автомобільним транспортом в Україні перевозиться близько 80% загального обсягу вантажів, які перевозяться всіма видами транспорту, тобто значна частина вантажів не може бути доставлена споживачам без автомобільного транспорту. У той же час у загальному вантажообороті всіх видів транспорту частка автомобільного транспорту складає дуже малий відсоток. Таким чином, основна галузь діяльності автомобільного транспорту – це доставка продукції в містах і підвезення – вивіз вантажів в транспортних вузлах залізничного та річного транспорту.

Транспорт являється частиною виробничих потужностей суспільства і представляє собою самостійну галузь матеріального виробництва. Звідки слідує, що продукція транспорту має матеріальний характер і виражається в переміщенні продукту інших галузей. Продукція транспорту має наступні особливості:

- матеріальний характер транспортної продукції заключається в зміні просторового розташування товарів або продукції, які перевозяться;

- на транспорті процеси виробництва і споживання продукції не рознесені у часі, продукція транспорту споживається як корисний ефект, а не річь;

- транспортну продукцію неможливо накопичувати, підвищення попиту на перевезення вимагає використання додаткових провозних можливостей;

- у процесі роботи транспорту не створюється нової продукції, а навпаки, цей процес супроводжується втратою фізичних об'ємів вантажів;

- транспортна продукція виключає додаткові витрати у галузях, які створюють продукцію, що в свою чергу викликає не співвідношення економіки в цілому і транспортної галузі.

Враховуючи специфіку автомобільного транспорту, важливою проблемою являється організація його взаємодії з іншими видами транспорту у транспортних вузлах. У даному випадку на автомобільний транспорт полягає значний обсяг завезення – вивезення вантажів, які відправляються малими відправками і обслуговування підприємств, організацій, фізичних осіб, не маючих інших транспортних комунікацій, окрім автомобільних шляхів.

Ефективність взаємодії автомобільного транспорту з іншими видами транспорту забезпечується виконанням наступних заходів:

1. Єдиний технологічний процес переробки вантажів встановлює правила взаємодії і єдині технології роботи для окремих елементів транспортного вузла і обслуговуваних організацій.

2. Сумісні графіки роботи рухомого складу різних видів транспорту дозволяють знизити простоювання транспорту і мають особливу ефективність, якщо являються складовою частиною єдиного технологічного процесу і ув'язані з графіками роботи навантажувально-розвантажувальних механізмів.

3. Пряме перевантаження вантажів з магістральних видів транспорту на автомобілі дозволяє скоротити площу транспортних вузлів і скоротити витрати на складські операції, але потребує дотримання графіку подачи рухомого складу під навантаження і своєчасного оформлення документів на вантаж.

4. Використання контейнерів дозволяє вирішити проблеми технічної взаємодії і значно скоротити час на перевантажувальні операції і підвищити зберігання вантажу.

Підвищенню ефективності роботи вантажного транспорту і його конкурентноздатності на ринку транспортних послуг буде запобігати:

- поновлення парку вантажних автомобілів, що користуються попитом на ринку транспортних послуг як по конструкції кузова (самоскиди, фургони, рефрижератори), так і по вантажопідйомності (від 3 т до 15т);
- розвиток транспортно-експедиторських фірм і транспортних бірж, як полегшують пошук клієнтури, надання додаткових послуг, пов'язаних з термінальною обробкою вантажів;
- введення уніфікованих форм первинного обліку перевезень для всіх суб'єктів ринку транспортних послуг, а також системи контролю їх застосування з боку органів державного управління і регулювання;
- створення умов, стимулюючих перевізника до забезпечення безпечного функціювання вантажного автотранспорту з точки зору безпеки дорожнього руху, безпеки договірних відносин з усіма учасниками транспортного процесу.

Суттєвим фактором у збалансованому розвитку транспорту є процес розподілення витрат, які несуть перевізники, суспільство (держава) і користувачі транспортних послуг. Громадські витрати на боротьбу з шкідливими наслідками експлуатації автомобільного транспорту повинні компенсуватися не тільки жорстким контролем і високими податками, які сплачують перевізники, але і відповідно більш високою оплатою транспортних послуг. Суттєве значення даних чинників для розвитку економіки підтверджує, що досягнення такої рівноваги ставиться однієї з основних цілей транспортної політики Європейської спільноти і Всесвітньої торгівельної організації (ВТО).

1.2 Вибір типу автотранспортних засобів для перевезення вантажів

При організації вантажних автомобільних перевезень суттєве значення має вибір такого рухомого складу, використання якого забезпечувало би максимальну ефективність перевезень. У конкретних умовах виконання перевезень на вибір типу рухомого складу оказують вплив властивості вантажу і вимог, які пред'являються до його захисту від впливу зовнішніх факторів, засіб виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, дорожні умови і т.д. Після вибору типу рухомого складу за наявністю у перевізника декількох моделей транспортних засобів даного типу необхідно виконати розрахунок витрат. Найменші витрати будуть відповідати кращій моделі автотранспортних засобів для виконання даних перевезень. Схема впливу зовнішніх чинників на вибір типу рухомого складу для перевезення вантажів представлена на рисунок 1.1.

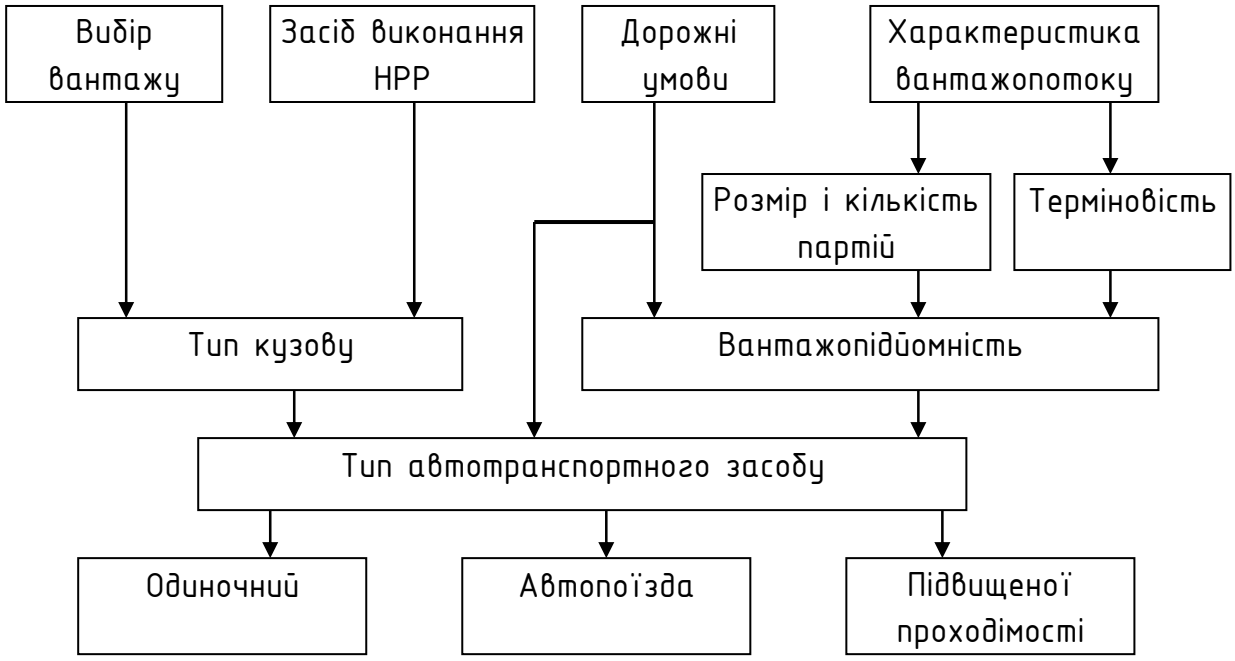


Рисунок 1.1 – Схема вибору типу рухомого складу для перевезення вантажів

На практиці, при виборі типу рухомого складу, окрім економічних критеріїв необхідно враховувати і значну кількість різних технічних вимог і обмежень. Сутність засобу наступна: декілька різнорідних критеріїв (середня витрата палива, максимальна швидкість, ресурс пробігу і т.д.) можливо порівняти і вивести узагальнюючий показник.

Наприклад, серед розглядуємих критеріїв, які мають несопоставимі за абсолютним значенням одиниці вимірювання (середня витрата палива, л/100 км; максимальна швидкість км/год; ресурс пробігу, тис.км), тому їх абсолютні значення необхідно представити у відносному виді. Для кожного показника обирається найкраще з всіх варіантів рухомого складу значення і приймається рівним 1. Інші значення представляються відносними величинами, які будуть відбивати ступінь погіршення значення для даного показника в порівнянні з найкращим. Показники, що розглядаються можуть мати різний вплив (вагу) при формування узагальнюючого критерію для вибору рухомого складу. Врахування ступеню впливу різних показників можливо за допомогою їх рангування. Потім кожне відносне значення показників ділимо на його ранг і розташовуємо по стовпчикам. Отримане значення буде складати величину сумарного коефіцієнта, яку і можна прийняти за узагальнюючий показник. Найбільше значення сумарного показника буде відповідати найкращому варіанту.

При виборі автотранспортних засобів для перевезення вантажів необхідно також враховувати дорожні умови, у яких доведеться відтворювати перевезення. В першу чергу це відноситься до обмеження навантажень на вісі автомобіля.

1.3 Транспортний процес і його елементи

Важливу роль при виконанні вантажних автомобільних перевезень відіграє організація руху рухомого складу, так як від правильного вибору маршруту залежить частка порожнього пробігу рухомого складу в загальному пробігу.

Маршрутом руху називається шлях рухомого складу при виконанні перевезень. На всіх маршрутах транспортний процес перевезення вантажів складається з елементів, що послідовно повторюються: подача рухомого складу до місця навантаження; навантаження рухомого складу; переміщення вантажу; розвантажування рухомого складу. Сукупність цих елементів, які утворюють закінчену операцію доставки вантажів, називається циклом перевезення, або їздкою. Термін виконання їздки визначається за рівнянням

$$t_{ї} = t_{р} + t_{н} + t_{р} + t_{пр} = \frac{l_{ї}}{\upsilon_{т}} + t_{н-р}, \qquad (1.1)$$

де $t_{р}$ – час руху;

$t_{н}$ – час навантаження;

$t_{р}$ – час розвантаження;

$t_{пр}$ – час простоювання по організаційним причинам;

$l_{ї}$ – довжина їздки;

$\upsilon_{т}$ – технічна швидкість;

$t_{н\text{-}р}$ – час на навантаження і на розвантаження.

Подача рухомого складу від місця стоянки і повернення після останнього пункту розвантаження відноситься не до окремого циклу перевезень, а до роботи рухомого складу за день в цілому і називається нульовим пробігом. Сукупність елементів одного або декількох циклів перевезення з моменту подання порожнього автомобіля в пункт навантаження до чергового повернення в цей же пункт утворює оборот автомобіля.

На підставі технічних джерел [1,2,3] можна виділити декілька типових варіантів організації транспортного процесу при виконанні вантажних перевезень.

1. Однократне або багатократне перевезення вантажів одним автомобілем від одного і того час відправника до одного і того ж споживача (мікросистема) представляє найпростіший варіант організації транспортного процесу. При цьому варіанті зворотній пробіг від споживача до відправника автомобіль

виконує без вантажу. На різних комбінаціях мікросистем засновані всі інші варіанти організації транспортного процесу.

2. Однократне або багатократне перевезення вантажів одним автомобілем від одного і того ж відправника до одного і того ж споживача з доставкою вантажу в зворотньому напрямку до відправника або будь-якого проміжного пункту (особливо мала система). Слід звернути увагу, що в цьому випадку вид і кількість вантажу, який перевозиться в прямому і зворотньому напрямках, як правило, різні.

3. Організація транспортного процесу в першому або другому варіантах з використанням декількох одиниць рухомого складу, обслуговуючих одного відправника або споживача вантажів (мала система з челночним рухом автомобілів). Для цього варіанту складність і вимоги до організації транспортного процесу суттєво вищі, так як вимагається узгодження роботи декількох автомобілів, складання графіків завантаження навантажувально-розвантажувальних пунктів і т.д.

У всіх трьох розглянутих варіантах автомобіль переміщується від пункту до пункту за одним і тим же маршрутом в прямому і зворотньому напрямках

4. Однократне або багатократне перевезення вантажу від декількох відправників до декількох споживачів, при котрому один або декілька автомобілів періодично повертаються в пункт першого завантаження (мала система з кільцевим рухом автомобілів). При цьому варіанті автомобіль за один оборот робить декілька зупинок у відправників і споживачів вантажів. Обов’язковою вимогою до даного варіанту організації транспортного процесу являється необхідність складання графіка руху автомобілів. Це пов’язано з тим, що довжина обороту при кільцевому русі, як правило, суттєво більша, ніж при челночному.

5. Розвезення або збір вантажу від одного відправника або до одного споживача (мала система з розвезенням або збиранням вантажу). Схема переміщення автомобіля аналогічна схемі малої системи з кільцевим рухом автомобілів, але за оборот відтворюється тільки одне завантаження рухомого

складу і поступове його розвантаження в декількох пунктах при розвезенні вантажів і поступове багатократне завантаження і однократне розвантаження при збиранні вантажу.

6. Обслуговування певної виробничої структури (підприємство, склад, термінал) вимагає використання декількох малих систем, робота яких буде підпорядкована однієї мети (середня система).

7. Інтегрована транспортна система може обслуговувати декілька виробничих структур або певний географічний регіон (велика система). У даному випадку процеси пересування вантажів будуть проходити між декількома виробничими підприємствами, складами або терміналами зі збором або розвезенням вантажів відправникам і споживачам.

1.4 Види маршрутів перевезення вантажів.

Маршрутом руху називається шлях слідування рухомого складу при виконанні перевезень. Вибір того або іншого маршруту визначається, в основному, варіантом організації транспортного процесу. Класифікацію маршрутів представлено на рисунку 1.2.

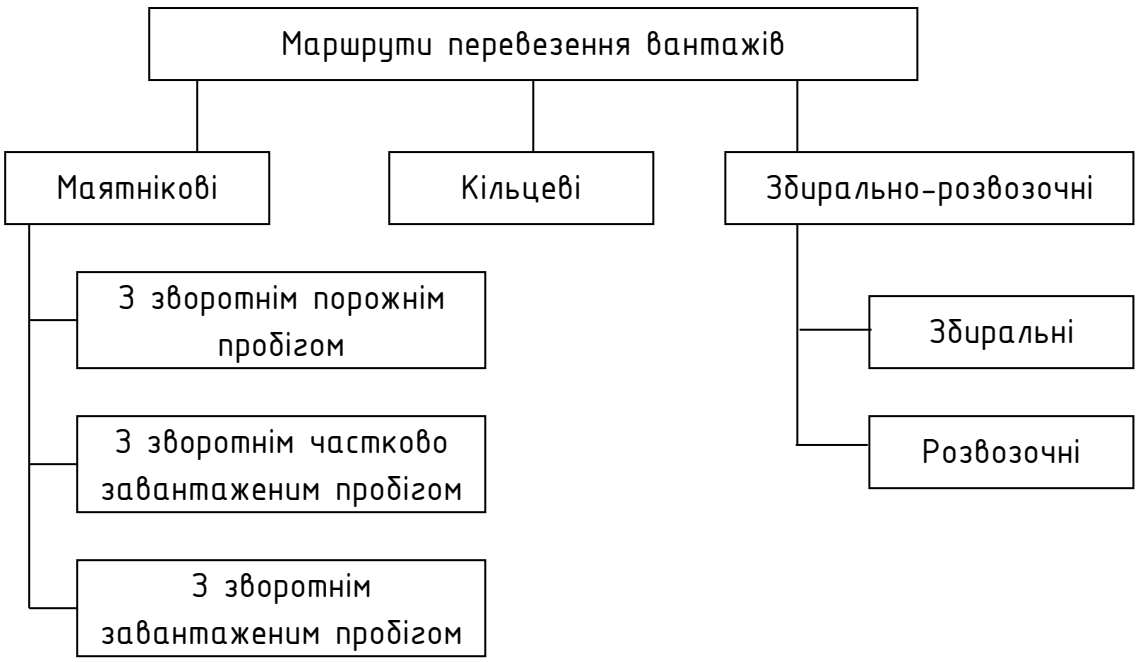


Рисунок 1.2 – Класифікація маршрутів для перевезення вантажів

Для маятникових і кільцевих маршрутів в якості критерію їх ефективності можна використовувати коефіцієнт використання пробігу. Чим більше буде його значення (близьке 1), тим менше буде витрата ресурсів на переміщення рухомого складу без вантажу, а значить нижче буде собівартість перевезень.

При виконанні перевезень по збирально-розвозочним маршрутам декотра кількість вантажу знаходиться у кузові автомобіля на всьому шляху переміщення, цьому використовувати у якості критерію ефективності коефіцієнт використання пробігу не можна. Мінімальні витрати ресурсів будуть досягнуті при найменшому пробігу рухомого складу і виконуємої при цьому транспортній роботі.

1.5 Вплив експлуатаційних факторів на продуктивність автомобілів

Для визначення методів підвищення продуктивності рухомого складу необхідно знати характер і ступінь впливу окремих експлуатаційних показників на продуктивність автомобілів. При цьому необхідно враховувати, що показники, які можливо використовувати для характеристики ефективності використання рухомого складу, розподіленні на три групи:

- екстенсивні забезпечують підвищення кількості автомобілів на лінії і тривалість їх роботи (коефіцієнт випуску, середньодобова тривалість перебування автомобіля в наряді);
- інтенсивні здатні підвищити продуктивність рухомого складу за рахунок вдосконалення планування і організації перевозочного процесу (середній добовий пробіг, коефіцієнт використання пробігу і вантажопідйомності, експлуатаційна і технічна швидкість руху);
- узагальнюючі показники характеризують ефективність використання рухомого складу в цілому (продуктивність в тоннокілометрах на 1 т вантажопідйомності рухомого складу, годинна продуктивність).

Аналіз продуктивності, т/год, парку автотранспортних засобів або групи автомобілів, які працюють в однакових умовах, можна виконати,

використовуючи рівняння

$$Q_{год} = \frac{q_н \gamma_{ст} \upsilon_т \beta}{\left(l_{їв} + \upsilon_т \beta \cdot t_{н-р}\right)}, \qquad (1.2)$$

де $q_н$ – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

$\gamma_{ст}$ – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;

$\upsilon_т$ – технічна швидкість автомобіля, км/год;

β – коефіцієнт використання пробігу автомобіля;

$l_{їв}$ – відстань їздки з вантажем, км;

$t_{н-р}$ – час простоювання під навантаженням і розвантаженням, хв.

За допомогою цього рівняння можна отримати теоретичні залежність впливу техніко-експлуатаційних показників на продуктивність рухомого складу. Але на практиці продуктивність рухомого складу не може змінюватися монотонно. Вона отримує значне прирощування тільки тоді, коли автомобіль виконує додаткову їздку і в транспортному циклі завершується доставка вантажів. Таким чином, прирощування продуктивності буде спостерігатися тільки в той момент, коли покращення значення окремого або сукупності експлуатаційних факторів дозволить виконати рухомому складу ще одну їздку. До надходження цього моменту зміна значень експлуатаційних факторів не призводить до зміни значень продуктивності.

1.6 Проектування технологічного процесу перевезення вантажів

Процес перевезення вантажів охоплює велику кількість учасників транспортного процесу і повинен розглядатися комплексно на підставі технології, узгодженої з усіма учасниками і базуючись на нормативних документах або результатах інженерної підготовки перевезень.

Технологія вантажних перевезень – це сукупність прийомів і засобів виконання процесу постачання вантажу споживачу.

Для уніфікації технологічних засобів, методів і термінології в нашій країні в якості держстандарту діє Єдина система технологічної документації.

Згідно цієї системи технологічний процес являється частиною виробничого процесу, який містить цілеспрямовані дії по зміні предметів праці. При перевезеннях технологічний процес звичайно наводиться у вигляді описання процесу перевезення, інструкцій по його виконанню, правил та обмежень, особливих вимог, графіків, тощо. Технологічний процес перевезень вантажів містить елементи, які наведені на рисунку 1.3.

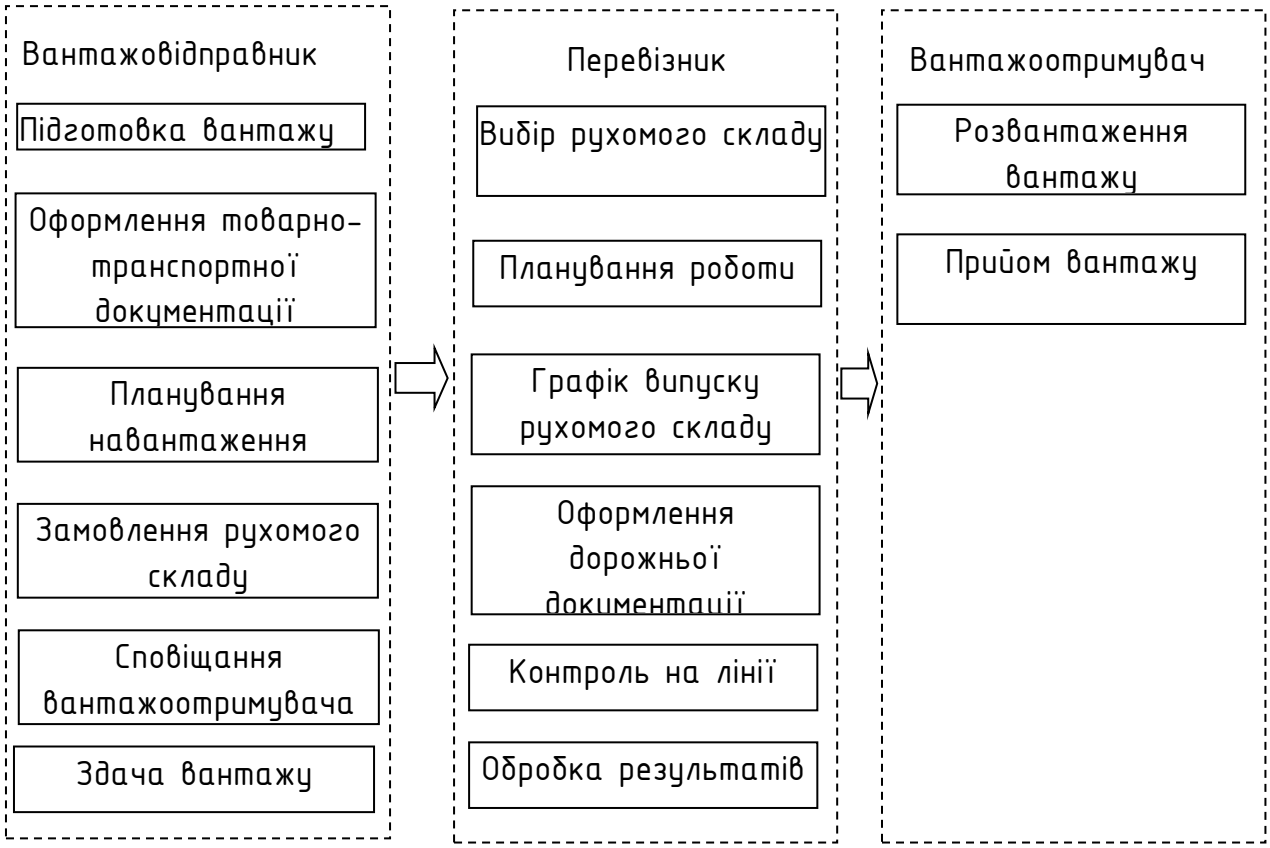


Рисунок 1.3 – Основні етапи технологічного процесу перевезень

Розробка технологічного процесу перевезення вантажів відтворюється у наступній послідовності:

- встановлення нормативних характеристик (розрахункова швидкість руху, час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, графік або інтенсивність надання рухомого складу, добовий або годинний обсяг перевезень);
- вибір маршруту і технології виконання перевезень;

- розробка технологічної документації;
- визначення методів контролю якості і безпеки виконання перевезень;
- аналіз характеристик технологічного проекту, котрий повинен підтвердити виконання нормативних показників, забезпечення безпеки і якості перевезень;
- затвердження технологічного проекту керівним складом АТП.

Підставою для розробки технологічного процесу перевезення являється замовлення на перевезення або угоду з описанням вимог до транспортної послуги замовника перевезень. Для кожної характеристики транспортної послуги повинні бути вказані прийнятті для споживача і виконавця значення. Технологічний проект повинен містити конкретні вимоги по забезпеченню безпеки перевезень.

Вдосконалення технологічного процесу являється важливою умовою підвищення ефективності роботи підприємства.

Ефективність обраної технології перевезень може оцінюватися за наступними показниками:

- собівартість перевезень;
- питомі витрати;
- продуктивність рухомого складу;
- якість перевезень.

Процес доставки вантажу може бути представлено у вигляді окремих взаємопов’язаних операцій, які виконуються на кожному етапі, які в залежності від змісту роботи класифікуються наступним чином.

1. Контрольно-облікова операція передбачає оформлення документів, пошук конкретного вантажного місця, огляд вантажів, опломбування і т.і.
2. Строповочна операція передбачає кріплення і відкріплення штучних вантажів при їх перевантаженні краном.
3. Вантажна операція пов’язана з підйомом і опусканням вантажу за допомогою піднімально-розвантажувальної техніки.
4. Операція переміщення – пересування вантажу піднімально-

розвантажувальними механізмами.

5. Допоміжна операція пов’язана з додатковими роботами, які необхідно виконати перед або після навантаження вантажів.
6. Транспортна операція включає рух автомобілів з вантажем або без нього.
7. Складська операція передбачає підготовку вантажу до відправлення, підбір і сортування по партіям.

При виконанні вантажних автомобільних перевезень виділяють декілька основних видів технологій, які суттєво відрізняються одна від одної і в значній ступені залежать від типу вантажоутворюючого об’єкта – вантажовідправника. Особливості конкретного вантажовідправника впливають на кількість використовуємих для доставки вантажів автотранспортними засобами, від рухомого складу, можливість оптимізації маршрутів руху, необхідність узгодження вантажопотоків з іншими видами транспорту, склад супутніх перевезенню транспортно-експедиційних послуг.

Для проробки процесу виконання перевезень у конкретних умовах розроблюються транспортно-технологічні мапи, які узгоджуються з вантажовідправником і вантажоотримувачем. У цих мапах, окрім графічного зображення виконуємих операцій, наводиться перелік виконуємих робіт, засіб їх виконання і виконавці. На підставі транспортно-технологічної мапи розробляється технологічний графік доставки вантажів. Цей графік складається з урахуванням часу виконання робіт і можливості їх одночасного проведення різними виконавцями. Після складання графіка визначається фактичний час, необхідний для підготовки вантажу до навантаження на складі відправника; час використання рухомого складу; час, необхідний для розташування вантажу на складі отримувача; час, на протязі якого обслуговується рухомий склад у відправника і отримувача.

На підставі цих значень узгоджується робота АТП і навантажувально-розвантажувальних пунктів за рахунок корегування кількості рухомого складу і навантажувально-розвантажувальних машин і, за необхідністю, зміни

технології виконання робіт.

Після узгодження різних технологічних операцій розробляються графіки роботи декількох транспортних засобів.

Розробка і впровадження транспортно-технологічних схем доставки вантажів дозволяє:

- спросити оперативне планування і диспетчерське керівництво перевезеннями за рахунок використання модульного принципу;
- забезпечити поточність, безперервність і максимальну паралельність виконання технологічних операцій;
- організувати узгоджене виконання операцій різними організаціями;
- скоротити загальний час доставки вантажів.

1.7 Система управління вантажними перевезеннями

Управління – це функція організованих систем, забезпечуючи цілеспрямований вплив на учасників процесу виробництва для збереження певної структури, режиму діяльності і досягнення раніше помічених результатів. Мета управління заключається в забезпеченні ефективного і планомірного використання всіх ресурсів для досягнення найвищих кінцевих результатів виробництва при мінімальних витратах.

Тільки комплексні АТП виконують всі функції, пов’язані з експлуатацією автотранспортних засобів. Як правило, такі організації являються провідними в галузі в технологічному і організаційному аспектах. Проте тенденції розвитку автомобільного транспорту показують, що комплексні організації складають незначну частку в загальній кількості АТП.

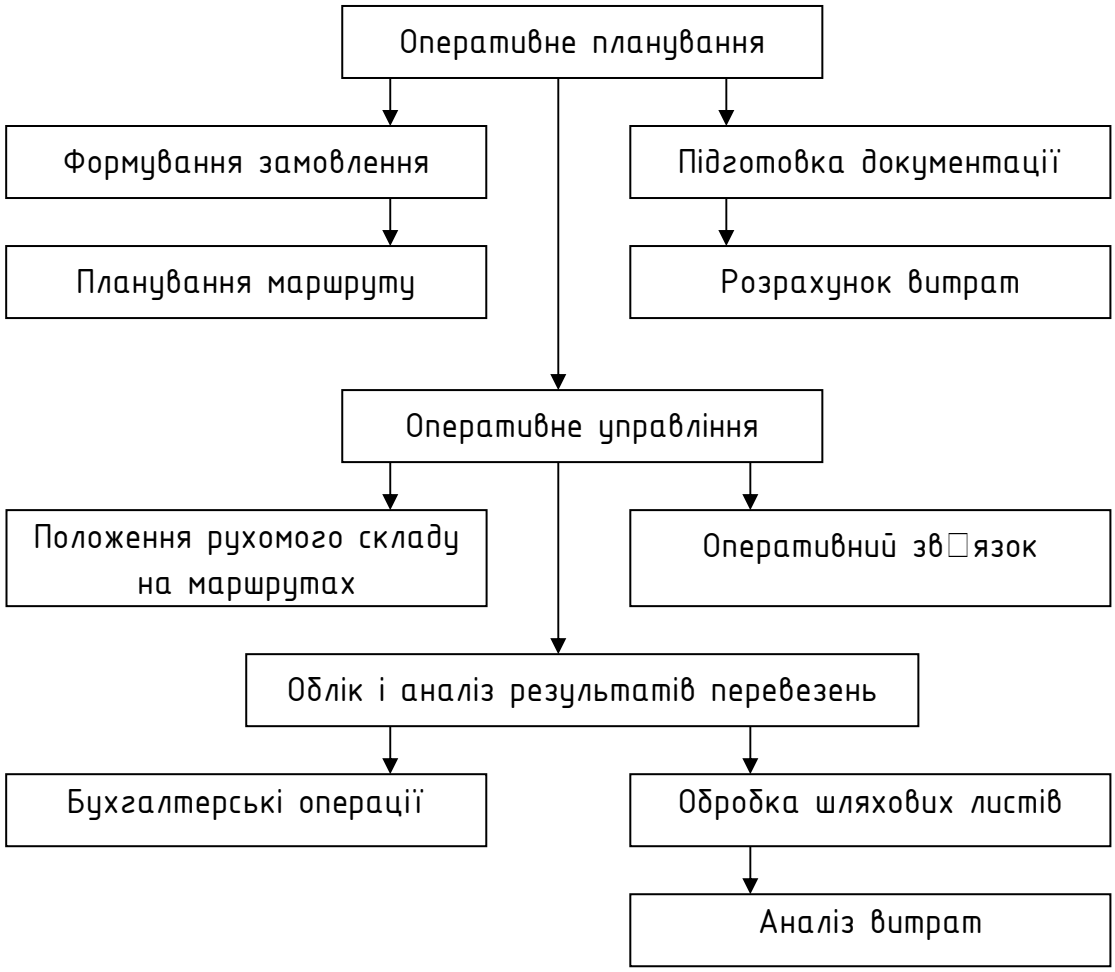


Рисунок 1.4 – Узагальнена схема процесу управління вантажними перевезеннями

Керівництво і управління перевезеннями вантажів включає до себе:

– організацію прийому замовлень на перевезення і дослідження по типу клієнтури АТП в перевезеннях;

– розробку змінно-добових планів;

– організацію випуску рухомого складу на лінію і оформлення документів при його поверненні з маршруту;

– проведення оперативного керівництва і контролю роботи рухомого складу на лінії;

– проведення оперативного обліку і аналізу ефективності роботи автотранспортних засобів.

Зміст процесу управління вантажними автомобільними перевезеннями в суттєвому ступені залежить від типу АТП. На рисунку 1.5 наведена класифікація автотранспортних організацій.

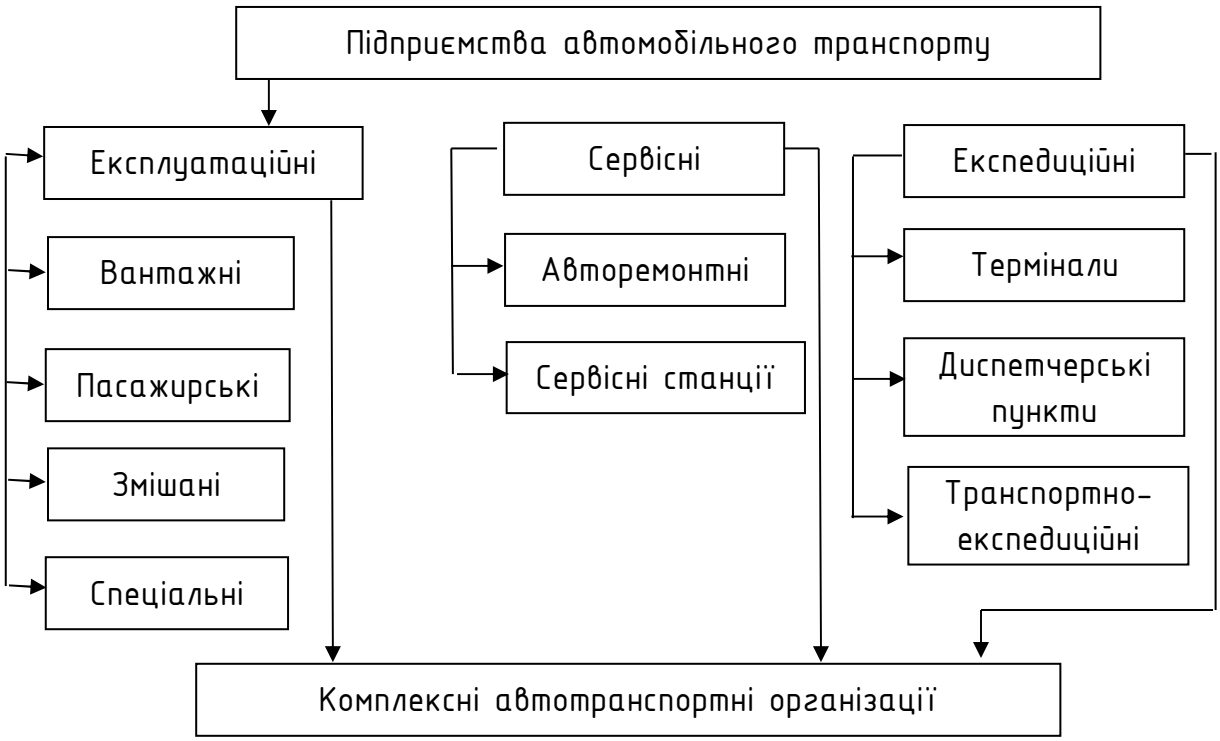


Рисунок 1.5 – Класифікація автотранспортних організацій

Спеціалізація автотранспортних підприємств дозволяє знизити витрати на виробничу діяльність і більш раціонально використовувати фінансові і технологічні ресурси. У галузі вантажних автомобільних перевезень суттєвою особливістю спеціалізації організацій являється той факт, що у більшості організацій відсутні межі виконуємих функцій. Це відтворюється в тому, що транспортно-експедиційні організації, окрім фрактування стороннього рухомого складу, можуть мати незначну кількість власних автотранспортних засобів і, відповідно, займатися його експлуатацією. У той же час експлуатаційні АТП, виконуючі основний обсяг перевезень по угодам з транспортно-експедиційними підприємствами, часто напряму обслуговують перевезеннями певну частину клієнтури.

1.8 Висновки та постановка задач до кваліфікаційної роботи

Аналіз системи управління вантажними перевезеннями дозволив зробити висновки про те, що система вантажних автомобільних перевезень міста Тернополя потребує вдосконалення. Для цього потрібно вирішити наступні завдання:

– обґрунтувати параметри моделі оптимального планування вантажних автомобільних перевезень;

– визначити раціональні параметри моделі оптимального планування вантажних перевезень;

– провести економічне обґрунтування прийнятих в роботі рішень;

– розглянути питання з охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях; екологічні проблеми транспорту.

2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Принципи планування вантажних перевезень

Планування вантажних перевезень підрозділяється на перспективне, плинне і оперативне планування.

Прогнозовані обсяги перевезень промислових вантажів визначаються відносно обсягів існуючих перевезень і прогнозів розвитку промисловості за наступним рівнянням

$$Q_n = Q_ф K_з K_n, \quad (2.1)$$

де Q_n – прогнозуємий обсяг вантажів, які перевозяться автотранспортом, тис.т;

$Q_ф$ – фактичний обсяг вантажів, які перевозяться автотранспортом за плинний період, тис.т;

$K_з$ – коефіцієнт зміни обсягу промислових вантажів до прогнозуємого терміну;

K_n – коефіцієнт повторності перевезень промислових вантажів (k_n = 1,05 □1,2).

$$K_з = K_{зн} \frac{V_n}{V_ф}, \quad (2.2)$$

де $K_{зн}$ – коефіцієнт, враховуючий зниження матеріаломісткості промислового виробництва і зниження обсягів автомобільних перевезень ($k_{зн}$ =0,95 □ 0,98);

V_n – вагова продукція промисловості до прогнозованого терміну, тис.грн;

$V_ф$ – вагова продукція промисловості на фактичний період, тис.грн.

Прогнозований обсяг перевезень будівельних вантажів визначається виходячи з запланованих обсягів будівництва окремо по будівництву промислових і громадських об’єктів. Так, обсяг перевезень для вантажів промислового будівництва розраховується за формулою:

$$Q_n = K_н\left(K_n\left[0{,}01\sum\left(C_n H_{nc}\right) + 0{,}005\sum\left(C_n H_{pc}\right)\right] + 0{,}01\left[\sum C_n + 0{,}5\sum\left(C_n H_м\right)\right]\right), \quad (2.3)$$

де $К_н$ – коефіцієнт нерівномірності будівництва по містам ($К_н$ =1,3 □ 1,4);

$К_п$ – коефіцієнт повторюваності перевезень вантажів промислового будівництва ($К_п$ =1,1 □ 1,4);

$С_п$ – вартість промислового будівництва, яке виконується у розрахунковий період, тис.грн.;

$Н_{пс}$ – середні норми розходування будівельних матеріалів, деталей і конструкцій, тис.тон на 100 тис.грн вартості будівельно-монтажних робіт в залежності від галузі промисловості;

$Н_{рс}$ – середня норма розходування будівельних матеріалів і конструкцій на 100 тис.грн вартості ремонту ($Н_{рс}$ = 4,0 □ 6,0 тис.т);

$Н_м$ – середня норма утворення будівельного сміття на 100 тис.грн вартості промислового будівництва і ремонту ($Н_м$ = 1,5 □ 2,0 тис.т).

Також існують методики розрахунку обсягу перевезень для вантажів громадського будівництва і перевезення споживчих вантажів. Прогнозування обсягів перевезень останніх виконується по нормам або рівню споживання на одну людину з урахуванням маси тари, яка перевозиться і повторності перевезень.

При плануванні провізних можливостей парку автотранспортних засобів використовується формула

$$Q = Д_к \alpha_В \sum \left(А_{сп} Q_{р-д} \right)_i , \qquad (2.4)$$

де $Д_к$ – кількість календарних робочих днів роботи АТП;

□$_В$ – коефіцієнт випуску рухомого складу;

$А_{сп}$ – списочна кількість рухомого складу;

Q – обсяг вантажів, якій перевозиться за робочий день, т.

На коефіцієнт випуску □$_В$ при стабільній організації роботи основний вплив має час простоювання автомобілів при виконанні їх технічного обслуговування і ремонту. Необхідно враховувати, що після 4 – 5 років експлуатації рухомого складу ці простоювання різко збільшуються, що призводить до зниження □$_В$.

Обсяг вантажів, які перевозяться за зміну $Q_{р\text{-}д}$, окрім інших факторів, залежить від шляхових умов, технічної швидкості автомобілів на лінії. Технічна швидкість рухомого складу з великими термінами роботи знижується як за рахунок погіршення тягово-динамічних властивостей, так і у зв'язку з збільшенням простоювання на лінії для усунення дрібних поломок.

Плинне планування проводиться на рік. В цьому випадку можливий обсяг робіт і необхідні для його виконання ресурси розраховуються на підставі існуючих і підготовлених для узгодження угод.

При розрахунку ресурсів, необхідних для освоєння обсягів робіт по договорам, використовують коефіцієнти запасу, який повинен враховувати напрацювання ресурсу рухомого складу і можливість виконання разових заказів. При складанні річного плану роботи АТП по перевезенням вантажів розраховуються наступні показники по типам рухомого складу: коефіцієнт випуску і використання парку автотранспортних засобів; автомобіле-дні у роботі; можливі обсяги перевезень; річний пробіг, в тому числі з вантажем; ресурси, які необхідні для підтримання транспортних засобів у робочому стані, розрахування палива і мастильних матеріалів; собівартість перевезень.

Оперативне планування – це конкретизація планових завдань по часу виконання, в просторі (по місцях виконання виробничих завдань), по специфіці технології і організації виробництва керованого об'єкта (структура рухомого складу, вибір технології і т.д.). Оперативне планування включає до себе розробку планів роботи в цілому АТП і конкретних автомобілів на місяць, неділю, добу. В процесі оперативного планування вирішується наступні задачі:

- розрахунок провізних можливостей автотранспортних засобів;
- розрахунок оптимальних маршрутів руху автомобілів;
- складання погодинних графіків роботи рухомого складу;
- складання плану робіт по клієнтурі;
- розрахунок можливих витрат і необхідних ресурсів для виконання перевезень;

– складання змінно-добового плану роботи АТП, графіка випуску рухомого складу на лінію і оформлення дорожньої документації.

Основним документом оперативного планування являється змінно-добовий план, який при відрядному використанні рухомого складу включає до себе наступні показники:

– номер заявки або угоди на перевезення;

– найменування замовника;

– найменування вантажу, відстані і обсяг перевезень;

– пункти навантаження і розвантаження вантажу, засіб виконання цих робіт;

– час подання рухомого складу під перше навантаження;

– кількість наданих для виконання перевезень транспортних засобів по моделям за планом і фактично (фактичні показники заповнюються після обробки дорожньої документації);

– обсяг виконаної роботи (кількість їздок; перевезених тон вантажів, загальний пробіг з вантажем).

При погодинному використанні рухомого складу в змінно-добовому плані відбивається час надання і тривалість роботи автомобілів у замовника по моделям рухомого складу.

З одного боку, змінно-добовий план складається на підставі даних про потреби в перевезеннях, які складаються з укладених АТП договорів і поступаючи разових замовлень на перевезення. З другого боку, оцінюються провозні можливості АТП на підставі даних про наявність відремонтованих і готових до виходу на лінію автомобілях.

В наступний час одним з головних шляхів підвищення якості і ефективності роботи автотранспортних засобів являється вибір варіантів використання автомобільного транспорту, який включає в себе цілий ряд задач, при розв’язанні кожної з котрих, починаючи з отримання замовлення на виконання перевезень, із множини варіантів повинен обиратися оптимальний, тобто найкращий. В залежності від виду вирішуємої задачі обирається

конкретний показник, для якого необхідно знайти найкраще значення (наприклад, мінімальний пробіг транспортних засобів). Такий показник називається критерієм оптимальності і являється функцією незалежних параметрів (вхідних даних) задачі

$$F = F(x_1, x_2, ...x_n). \qquad (2.5)$$

Зменшення або збільшення критерію оптимальності визначається необхідністю виконання різних вимог замовника, шляховими умовами технічними параметрами автотранспортних засобів і т.д. Показники і характеристики, на значення яких накладені обмеження, являються також функціями незалежних параметрів і називаються функціями обмежень, які можуть задаватися у наступному вигляді.

$$R_i = R_i(x_1, x_2, ...x_n) = 0.$$

$$R_j = R_j(x_1, x_2, ...x_n) \le 0; \;\; x_к \le 0.$$

При розв'язанні задач оптимізації необхідно визначити і обосновати критерій оптимальності і визначити показники і характеристики, які приймаються у якості обмежень. Сукупність формул, яка дозволяє для заданого набору значень параметрів $x_1, x_2, ...x_n$ розрахувати значення функції обмежень і критерію оптимальності, називається математичною моделлю. Широке використання методів оптимізації на автомобільному транспорті пов'язано з розвитком обчислювальної техніки, яка дозволяє знаходити оптимальні рішення в оперативному режимі, з урахуванням швидко змінюючуйся обстановки. Використання методів оптимального планування перевезень заключається в тому, що всі задачі перевозного процесу – задачі з екстремумом, причому визначення найкращого рішення визивається умовами обмеженості заданих ресурсів. Таким чином, вибір оптимального варіанту – черговий закономірний етап більш високої організації планування і управління автомобільним транспортом.

Специфічні властивості задач планування перевозочного процесу, особливо задач оперативного планування, які визвали необхідність застосування математичного апарату, наступні:

1. Більшість таких задач являються багатоваріантними. Різноманітність типів транспортних засобів, велика кількість пунктів їх розміщення, пунктів навантаження і розвантаження приводить до великої кількості можливих варіантів доставки вантажів.

2. Задачі характеризуються обмеженістю часу на обробку вхідної інформації, так як, хоча і має місце попереднє надходження первинної інформації (за декаду, за місяць), кожну добу і навіть кожну годину приходить скорегована інформація, невраховувана якої може привести до викривлення реальної ситуації, до отримання не потрібних для практики результатів.

3. Наявність великої кількості суттєвих обмежень, неврахування яких може привести до неприпустимим варіантом доставки вантажів. До цих обмежень відносяться наступні:

- обмеження по часу роботи транспортних засобів на лінії;
- обмеження часу простоювання под навантаженням і розвантаженням;
- обмеження пропускної здатності вантажовідправників і вантажеотримувачів;
- обмеження залежності між типом рухомого складу і видом вантажу.

4. Різна періодичність рішення. Так, спроби рішення задач маршрутизації на любий плановий період, крім змінно-добового, виявилися неефективними. Період вирішення задач оптимізації вантажопотоків в багатьох випадках залежить від рівня організації та технологічних властивостей вантажів.

5. При плануванні перевізного процесу кількість пунктів розвантаження набагато перевищує кількість пунктів завантаження. Це вимагає проведення спеціальних досліджень і попередніх заходів, пов’язаних з об’єднанням пунктів споживання вантажів, що призводить, з одного боку, до зниження трудомісткості розрахунків з застосуванням обчислювальної техніки, а з

другого боку – збільшує витрати на обробку інформації і призводить до певних відхилень від оптимальних результатів.

2.2 Основні методи оптимального планування вантажних автомобільних перевезень

Лінійне програмування – це математична дисципліна, за допомогою якої виконується аналіз і рішення екстремальних задач з лінійними зв'язками та обмеженнями. Під терміном „програмування" розуміємо термін „планування", тобто розуміється складання плану оптимального рішення задачі. Таким чином, економічний зміст задач лінійного програмування – пошук найкращих засобів використання наявних ресурсів, коли умови задачі відтворюються системою лінійних рівнянь, які мають невідомі тільки першого ступеня.

Класифікація основних методів, які застосовуються при оптимізаційному плануванні перевезень, наведена на рисунку 2.1.

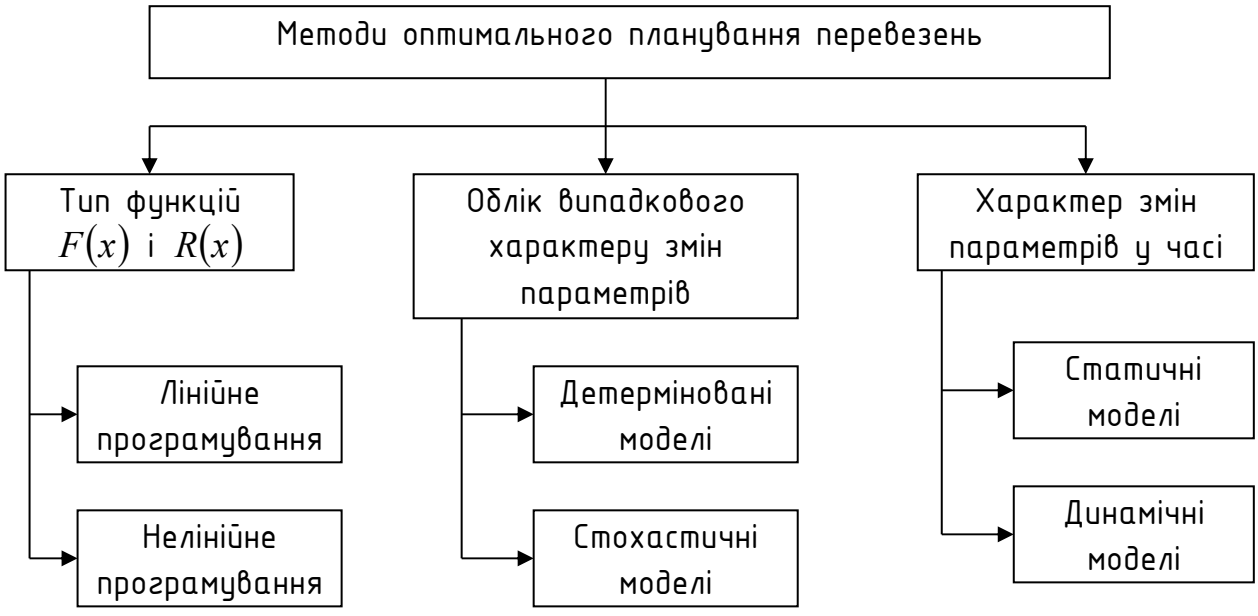


Рисунок 2.1 – Класифікація основних методів оптимального планування перевезень

Для будь-яких задач лінійного програмування притаманні наступні три умови:

- наявність системи взаємопов'язаних факторів;
- суворе визначення критерію оптимальності;
- точне формулювання умов, які обмежують використання наявних ресурсів.

В математичній формі загальна задача лінійного програмування состоїть в максимізації або мінімізації лінійної функції

$$F = c_1 x_1 + c_2 x_2 + ... + c_n x_n \qquad (2.6)$$

від n перемінних x_1, x_2, ... x_n, задовольняючих умовам невід'ємності $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, ... x_n \geq 0$ і m лінійним обмеженням

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + ... + a_{1n}x_n \leq (=, \geq) b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{2n}x_n \leq (=, \geq) b_2, \\ \qquad\qquad ... \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + ... + a_{mn}x_n \leq (=, \geq) b_m. \end{cases}$$

У лінійному програмуванні маються різні методи рішення відповідних планово-економічних задач. Якщо маються всього дві змінні, може бути використаний графічний метод рішення. На практиці для рішення багатьох задач використовуються спеціальні евристичні алгоритми.

Окрім методів математичного програмування, в рішенні планово-економічних задач находять застосування методи, які створені в прикладної математиці. Ці методи базуються на теорії ймовірностей, математичної статистики і теорії масового обслуговування. При побудуванні стохастичних моделей виходять з ймовірностей трактування економічного процесу і його параметрів. При цьому кожної вхідної в модель величині приписується не одно будь-яке значення, а вказується ймовірнісний закон розподілення значень цієї величини і характеристики цього розподілення (математичне очікування, дисперсія і т.д.).

2.4. Моделювання транспортної мережі і розрахунок коротких відстаней

При плануванні перевезень виникає необхідність в визначені найкоротшої відстані між АТП, пунктами споживання і пунктами відправлення вантажів. Найкоротші відстані між пунктами являються підґрунтям для сплачування клієнтами транспортних послуг, для обліку розрахунку палива, визначення вантажообороту АТП, тощо.

Визначення відстані перевезень відтворюється декількома практичними способами.

1. Безпосереднє визначення відстані на місцевості. Цей метод мало використовується через значні відстаней, на які перевозяться вантажі.

2. Обкатування маршрутів на автомобілі може відтворюватися на підставі показників штатного спідометра або спеціального вимірювача відстані, який представляє собою додаткове колесо з пристроєм для фіксації числа обертів. Пройдена відстань визначається за формулою:

$$L_м = 2\pi R_к n_к, \tag{2.7}$$

де $R_к$ – радіус колеса;

$n_к$ – кількість обертів колеса.

Радіус колеса найбільш точно визначається по показникам вимірювачів швидкості і частоти обертання колінчастого валу двигуна

$$R_к = \frac{\upsilon_a i_{тр}}{0{,}377 n_д}, \tag{2.8}$$

де υ_a – швидкість автомобіля;

$i_{тр}$ – передаточне число трансмісії;

$n_д$ – частота обертання колінчастого валу двигуна.

Наближено радіус колеса може бути визначено по параметрам шини за рівнянням

$$R_к = 1{,}01\left(0{,}5d + 0{,}9B_ш\right), \tag{2.9}$$

де d – діаметр обода;

$B_ш$ – ширина профілю шини.

3. Замирювання по мапі (плану) міста або району за допомогою курвіметра.

У всіх цих способів є один важливий недолік: відсутня гарантія, що обраний шлях буде найкоротшим. Цей недолік особливо проявляється при розгалуженої дорожньої мережі сучасних міст, коли між віддаленими пунктами мається багато різних шляхів. Для знаходження оптимального рішення використовуються математичні методи, при застосуванні яких необхідна у якості вхідних даних транспортна мережа, яка відбиває транспортні зв'язки між різними точками.

Транспортна мережа – це сукупність шляхів району, придатних для руху заданих транспортних засобів. Транспортна мережа завжди являється частим випадком дорожньої мережі.

Модель транспортної мережі може бути представлена у вигляді графа. Останній представляє собою фігуру, яка складається з крапок (вершин) і з'єднуючих їх відтинків (ланок). Вершини графа – це крапки на мережі, найбільш важливі для визначення відстані або маршрутів руху. Ланки графу – це відтинки транспортної мережі, які характеризують наявність дорожнього зв'язку між сусідніми вершинами. Ланка графа характеризуються числами, які можуть мати різний фізичний смисл. Частіше за все це відстань, але може використовуватися і час руху. Орієнтовані по напрямку ланки графа називаються дугами. Фактично всяка неорієнтована ланка графа вмикає до себе дві рівноцінні, але протилежно спрямовані дуги. В залежності від того, всі або частина ланок мають напрямок, граф являється орієнтованим або змішаним.

Граф, вершина котрого може бути пов'язана послідовністю ланок з будь-якою іншою його вершиною, називається зв'язаним графом. Інакше кажучи, кожна вершина зв'язаного графу повинна мати як мінімум одну вхідну і одну вихідну дуги. Граф, моделюючий транспортну мережу, обов'язково повинен бути зв'язаним, щоб завжди був шлях з любої вершини в будь-яку іншу вершину.

Для моделювання транспортної мережі необхідно мати:

– мапи великого масштабу, так як вони дозволяють з великою точністю робити замір відстані між пунктами;

– відомості про розміщення основних вантажовідправників і вантажоотримувачів;

– додаткові відомості з дорожніх організацій у вигляді переліку вулиць з характеристикою їх проїзної частини;

– відомості по організації вуличного руху, тобто схеми організації руху на перехрестях, площах і транспортних розв'язках, а також відомості при різних обмеженнях руху, які пов'язані з встановленими дорожніми знаками.

Маючі ці дані, моделювання транспортної мережі починається з розміщення вершин графа. За вершини графа приймають пункти відправлення і отримання вантажів, перетини вулиць, центри крупних кварталів, тощо. Кожній вершині присвоюється порядковий номер або інше умовне позначення. Після розміщення вершин їх пов'язують дугами або ланками.

При побудуванні моделі транспортної мережі особливу увагу слід приділяти максимально можливому зменшенню кількості вершин. У протилежному випадку транспортна мережа буде досить складна і визначення найкоротшої відстані потребує тривалого часу. Для прискорення використовується мікро- і мікрорайонування.

Мікрорайонування транспортної мережі заключається в використанні у якості вершин не перетинів дорожньої мережі (перехресть), а центрів мікрорайонів.

Мікрорайонування (агрегування) транспортної мережі заключається в розбитті її на окремі під мережі, розрахунки по яким можуть виконуватися окремо а потім об'єднуватися для отримання загального результату.

У ході вирішення задач, пов'язаних з оптимізацією вантажних перевезень, приходиться багатократно визначити найкоротші відстані між вершинами графа. Цьому від швидкодії алгоритмів визначення найкоротших відстаней між вершинами графа у великому ступені залежить час рішення всієї задачі в

цілому. Для знаходження оптимального рішення задачі можливо застосувати методи, які дозволяють розрахувати найкоротші шляхи з використання комп'ютерної техніки.

Метод потенціалів для визначення найкоротших відстаней полягає у слідую чому. Початковій вершині мережі, за яку може бути прийнята будь-яка з вершин, присвоюється потенціал, який дорівнює нулю. Потім визначають потенціали сусідніх з початковою крапкою вершин мережі. Значення потенціалу дорівнює відстані до вершини. Обирають найменший потенціал і присвоюють його відповідній вершині. Потім обчислюють потенціали вершин, сусідніх з обраною, і знов обирають найменший потенціал и присвоюють його відповідній вершині і т.д.).

Повне рішення задачі включає до себе стільки етапів, скільки вершин має транспортна мережа, оскільки на кожному етапі визначають потенціал або найкоротшу відстань від початкової точки до однієї з вершин мережі.

Метод „мітли" являється методом розв'язання цієї задачі за допомогою електронно-обчислювальних засобів. Визначення найкоротшої відстані від заданої вершини, яка прийнята за початкову точку мережі, до всіх інших вершин мережі зводиться шляхом побудування однотипних таблиць.

На любому етапі обчислювань найкоротших відстаней від заданої вершини всі вершини мережі розбиваються на три множини:

- множина 1 – вершини, найкоротші відстані до котрих вже визначені;
- множина 2 – вершини сусідні (тобто зв'язані дугою) з вершинами, відстань до котрих вже визначено;
- множина 3 – всі інші вершини.

Суть метода зведена до слідую чого.

1. Обирається початкова вершина мережі, відстань від котрої до інших вершин необхідно визначити. Цій вершині присвоюється відстань, яка дорівнює 0, іншим вершинам присвоюють відстань, яке дорівнює М (велике число).

2. Потім обирають вершину. Відстань до котрої мінімальна. Цю вершину переводять в першу множину і обчислюють відстані до сусідніх з нею вершин. Якщо обчислена відстань менше того, що указано в таблиці, то в таблицю заносять заново обчислені відстані.

3. Процес повторюють до тих пір, доки всі вершини не будуть перевезені в першу множину.

Оптимальне закріплення постачальників однотипних вантажів за споживачами, тобто знаходження оптимальних вантажопотоків, являється класичним прикладом транспортної задачі. Ця задача виникає, коли декілька постачальників мають однотипний вантаж (декілька складів вантажів, контейнерних ділянок), який у певних обсягах повинен бути поставлений споживачам. У цьому випадку споживача на цікавить, з якого конкретно складу йому буде доставлено вантаж, але з точки зору зниження транспортних витрат може спостерігатися суттєва різниця. Зменшення відстані перевезення вантажів від постачальників до споживачів у цьому випадку буде являтися основним резервом зниження транспортних витрат.

В окремих випадках транспортна задача може вирішуватися не тільки для визначення мінімуму пробігу, який буде виконаний для постачання вантажу, але і для визначення найбільш короткого часу, який потребується для виконання перевезень, або їх мінімальної вартості. У цьому випадку замість матриці відстаней між постачальниками і споживачами необхідно використовувати матриці часу руху або вартості перевезень. Так як у більшості випадків перевізник зацікавлений в мінімізації пробігу, та в подальшому буде розглядатися транспортна задача тільки на визначення мінімуму відстані (вантажообороту). Суть транспортної задачі лінійного програмування полягає у слідую чому. У пунктах відправлення $A_1, A_2...A_n$ мається однорідний вантаж у кількості $a_1, a_2...a_n$. Цей вантаж необхідно доставити з пункту споживання $B_1, B_2...B_m$ у кількості $b_1, b_2…b_m$. Відомі найкоротші відстані C_{ij} між всіма пунктами відправлення і отримання вантажів. Необхідно побудувати план перевезень таким чином, щоб була задоволена потреба у вантажі всіх пунктів споживання,

був би вивезений весь вантаж з пунктів виробництва і при цьому би забезпечений мінімум транспортної роботи в тонно-кілометрах.

Економіко-математична модель транспортної задачі має наступний вигляд.

Система обмежень по кількості вантажу, який доставляється в пункти споживання

$$\begin{cases} x_{11} + x_{21} + ... + x_{n1} = b_1, \\ x_{12} + x_{22} + ... + x_{n2} = b_2, \\ \qquad\qquad ... \\ x_{1m} + x_{2m} + ... + x_{nm} = b_m. \end{cases}$$

Система обмежень по кількості вантажу, який виводиться з кожного пункту виробництва

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} + ... + x_{1m} = a_1, \\ x_{21} + x_{22} + ... + x_{2m} = a_2, \\ \qquad\qquad ... \\ x_{n1} + x_{n2} + ... + x_{nm} = a_n. \end{cases}$$

де X_{ij} – обсяг перевезень між i-й та j-й точками транспортної мережі;

i –кількість постачальників;

j – кількість споживачів;

a_i – обмеження по пропозиції;

b_j – обмеження по попиту.

Причому предполагається слідуючи умова, що

$$\sum_{i=1}^{n} a_i = \sum_{j=1}^{m} b_j , \qquad (2.10)$$

так як це необхідно для сумісності системи рівнянь.

Загальний обсяг транспортної роботи (вартості перевезень) повинен бути мінімальним. Цьому цільова функція приймає наступний вигляд

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{y=1}^{m} c_{ij} x_{ij} \to \min, \text{ де } x_{ij} \geq 0.$$

Математична постановка задачі показує, що задача закріплення постачальників за споживачами відноситься до класу задач лінійного програмування. Але є деякі особливості, які дозволяючи говорити про цю задачу особливо:

- в рівняннях коефіцієнти при невідомих приймають тільки два значення: 0 або 1;
- кожна змінна тільки два жди зустрічається з коефіцієнтом 1, а в остальних випадках її коефіцієнти дорівнюють 0.

Завдяки цим особливостям, задача закріплення постачальників за споживачами виділяється у спеціальний клас і називається транспортною задачею лінійного програмування.

У практиці планування вантажних автомобільних перевезень зустрічаються особливі види транспортних задач.

Моделі з незбалансованим попитом і пропозицією отримали назву відкритих. У таких задачах попит і пропозиція не збалансовані. Якщо у відправника вантажу більше, ніж вимагає споживач, то вводиться фіктивний вантажопоглинаючий пункт, для якого обсяг завозу вантажу складає

$$b_{m+1} = \sum_{i=1}^{n} a_i - \sum_{j=1}^{m} b_j \ . \qquad (2.11)$$

Якщо попит перевищує пропозицію, то вводиться фіктивний вантажовідправник пункт, для якого обсяг вивозу вантажу складає

$$a_{n+1} = \sum_{j=1}^{m} b_j - \sum_{i=1}^{n} a_i \ . \qquad (2.12)$$

Відстані для фіктивного вантажовідправного або вантажопоглинаючого пункту приймаються рівними нулю.

Модель з забороненими кореспонденціями використовується, якщо які-небудь отримувачі вантажів не можуть отримати вантаж з деяких відправників вантажів. В цьому випадку між ними вводиться дуже велика відстань, суттєво перевищуюча реальну.

Модель з обов’язковими кореспонденціями використовується, якщо будь-які отримувачі вантажів повинні отримувати вантаж з конкретних вантажовідправник пунктів. У цьому випадку корегуються обмеження.

Враховуючи специфіку транспортної задачі, для її рішення найбільш ефективними являються спеціальні методи, які дозволяють з множини рішень знайти оптимальне. Одним з таких методів являється розподільний метод.

У підґрунті математичних методів, які застосовуються при розв’язані транспортних задач (в тому числі розподільного метода), лежить принцип послідовного покращання плану. Спочатку визначається первопочаткове допустиме рішення задачі, а потім це рішення перевіряють на оптимальність і при необхідності покращується. Процес триває до тих пір, доки не буде отримане оптимальне рішення.

Від того, наскільки ефективно складено припустиме розподілення перевезень на початковому плані, залежить кількість проміжних інерцій, необхідних для отримання кінцевого оптимального рішення. Початкове припустиме розподілення може бути отримано декількома засобами. Розглянемо деякі з них.

Побудування припустимого початкового плану методом північно-західного кута починається з заповнення лівої верхньої клітини матриці і закінчується у правій нижній клітині матриці. В кожну клітину заносять максимально можливу поставку, враховуючи при цьому можливості постачальника і попит споживача. Вантаж, який є у першого постачальника, розподіляється таким чином, аби спочатку по можливості повністю задовольнити потреби першого споживача, потім другого і т.д. Потім переходять до розподілення вантажу, який є у другого постачальника, і так до повного розподілення вантажу у всіх постачальників. Якщо попит будь-якого споживача перевищує наявність вантажу у постачальника, то недостатній попит задовольняють за рахунок слідую чого постачальника.

Засіб побудування початкового допустимого плану методом північно-західного кута дуже простий, але , як правило, отриманий план дуже далекий

від оптимального. Це пояснюється тим, що складання плану відтворюється механічно, без урахування відстані між пунктами або вартості перевезень.

При побудуванні першого припустимого рішення методом апроксимації Фогеля отримане розподілення близько до оптимального і по суті являється наближеним рішенням задачі. При цьому способі початкова матриця доповнюється стовпчиком і строкою від'ємностей. Потім у кожній строчці і в кожному стовпчику матриці знаходять дві найменших відстані між пунктами і обчислюють різницю між ними. Отриманий результат заносять у відповідну ячейку строки або стовпчик від'ємностей, причому від'ємності по строчці – в стовпчик від'ємностей, а від'ємності по стовпчикам – в строку від'ємностей.

Потім обирають найбільше значення від'ємності незалежно від того, в строчці або стовпчику від'ємностей вона знаходиться. У даній строчці або стовпчику знаходять клітину з мінімальною відстанню між пунктами. В цю клітину заносять максимально можливе завантаження, враховуючи при цьому співвідношення ресурсу постачальника і попиту споживача. За наявністю декількох від'ємностей, які мають однакове найбільше значення, знаходять седлову крапку. Для цього необхідно знайти серед всіх клітин в строках або стовпчиках, відповідним найбільшим взаємностям, клітину з мінімальною відстанню між пунктами. Така клітина буде називатися седловою крапкою. Якщо при закріпленні чергового завантаження виявилось, що попит споживачів повністю задоволений, або ресурс постачальника повністю вичерпано, то у відповідній строчці або стовпчику від'ємностей проставляється буква *К* (кінець), в інших вільних ячейках строчки або стовпчика проставляється знак „*x*" і дана строка або стовпчик матриці із подальшого розглядання виключається.

Для перевірки оптимальності отриманого розподілення перевезень знаходять спеціальні допоміжні показники для строк u і стовпчиків v, які називаються потенціалами. Для кожної завантаженої клітини добуток відповідних цій клітині потенціалів повинен дорівнювати відстані між пунктами, вказаній в цій клітині.

Потім визначаються потенціали стовпчиків і строк, які залишилися, виходячи з того, що $u + \upsilon = c$, при цьому визначаємо потенціали тільки строк і стовпчиків, які містять завантажені клітини. Для того, щоб визначити потенціали всіх стовпчиків і строк у матриці, необхідно аби вона містила не менше $(n + m - 1)$ завантажених клітин.

Якщо кількість завантажених клітин менше, ніж $(n + m - 1)$, необхідно штучно завантажити недостаючу кількість клітин матиці, для чого в ці клітини заноситься нульове завантаження. Нуль слід приписувати тій клітині, яка лежить на перетині строки або стовпчика, які не мають потенціалу, зі строкою або стовпчиком, потенціал яких вже визначено. В цьому випадку буде можливо визначити ще невизначений потенціал строки або стовпчика. Якщо потенціали у всіх не завантажених клітинах менше, ніж відстань між пунктами в цій же клітині то отримане розподілення плану перевезень є оптимальним. Наступним етапом в побудові оптимального плану розподілення завантажень являється етап покращення отриманого розподілення. Чим ближче перший допустимий план завантаження до оптимального плану, тим менша кількість ітерацій на цьому етапі необхідно для перетворення початкового плану в оптимальний.

Для оптимізації початкового допустимого плану перевезень необхідно побудувати контур для найбільш потенціальної клітини. Контуром називається замкнута ломана лінія, яка утворюється прямими відтинками, кути з'єднань між якими дорівнюють 90□. Будується контур таким чином, що всі кути окрім одного розташовувались у завантажених клітинах, а один кут знаходився у не завантаженій, найбільш потенціальний клітині. Від обраної не завантаженої клітини проводять пряму лінію по строчці або стовпчику до завантаженої клітини, якій, в свою чергу, повинна відповідати ще одна завантажена клітина, яка розташована під прямим кутом, і так до тих пір, доки контур не замкнеться в ісходній клітині. При дотримуванні цих правил для кожної не завантаженої ячейки матриці можливо побудувати тільки один контур.

Після того як побудовано контур для найбільш потенціальної клітини, всім вершинам контуру присвоюється поперемінно знаки „+" та „–„. Починати

треба з клітини, обраної для початку побудування контуру (це не завантажена клітина), їй присвоюється знак „–„. Потім із всіх клітин, позначених знаком „+”, обирають найменше завантаження. Величину цього завантаження віднімають з величини завантаження во всіх клітинах, які позначаються знаком „+”, і додають до величини завантаження у клітинах зі знаком „–„.

В результаті цих дій найбільш потенціальна клітина стає завантаженою і одна (або декілька) завантажених клітин стають вільними. Отримане розподілення завантажень заносять у нову матрицю, завантаження тих клітин, які не являлись вершинами контуру, переносяться без змін. Для знову отриманого розподілення завантажень знову проводять перевірку на оптимальність, і , якщо отриманий варіант не являється оптимальним, знов проводять покращення плану завантажень. Процес триває до тих пір, доки не буде отримано оптимальне розподілення завантажень.

Однією з важливих задач оперативного планування перевезень являється складання маршрутів руху автотранспортних засобів. Маршрутизацією перевезень називається раціональних маршрутів руху автомобілів, які забезпечують скорочення непродуктивних холостих пробігів в цілому по парку автомобілів. Задача складання раціональних маршрутів являється особливо актуальною при перевезеннях масових вантажів.

При складанні маршрутів можливі два підходи до організації роботи:

- за кожним постачальником закріплюється група автомобілів, які працюють по маятниковим маршрутам;
- автомобілі не закріплюються за постачальником і маршрут може проходити через різні пункти навантаження і розвантаження, в цьому випадку можливо скорочення сумарного пробігу автомобіля за рахунок використання раціональних кільцевих маршрутів.

Якщо кількість постачальників і споживачів не велике, можливо побудувати раціональний план перевезень без використання математичних методів планування. Але на практиці, коли кількість споживачів і

постачальників дуже велика, необхідно використання спеціальних методик для побудування раціональних планів перевезень.

По одному маршрут можуть перевозитись різні вантажі, задовольняючі умові, при якій їх можна транспортувати одним і тим рухомим складом. Цьому перед складанням маршрутів необхідно класифікувати вантажі, які пред'являються до перевезення, на групи, однорідні з точки зору можливості їх перевезення на одному і тому ж рухомому складі. Маршрути складаються для кожної групи вантажів окремо.

Задачі маршрутизації розподіляються на задачі маршрутизації помашиних відправок і задачі маршрутизації мелкопартіонних перевезень. При помашиних перевезеннях кожний окремий автомобіль завантажується у адресу тільки одного споживача. При мелкопартіонних перевезеннях автомобіль завантажується або розвантажується поступово по мірі руху по маршруту. Складність задач маршрутизації заключається, як правило, в їх великої розмірності і множині обмежень, які можуть динамічно змінюватися. У зв'язку з тим, що перевізник частіше за все обслуговує постійних клієнтів на певній території, при розв'язанні задачі маршрутизації спочатку намагаються скористатися раніше розрахунковими маршрутами. Для цього створюються бази маршрутів, і визначення оптимального маршруту відтворюється по алгоритму, представленому на рисунку 2.2.

2.5 Оптимізація мілкопартійних перевезень вантажів

Серед задач планування вантажних автомобільних перевезень особливо виділяються задачі планування мілкопартійних перевезень, коли розмір відправляємої або отримуємої партії вантажу суттєво менше вантажомісткості використовуємих транспортних засобів.

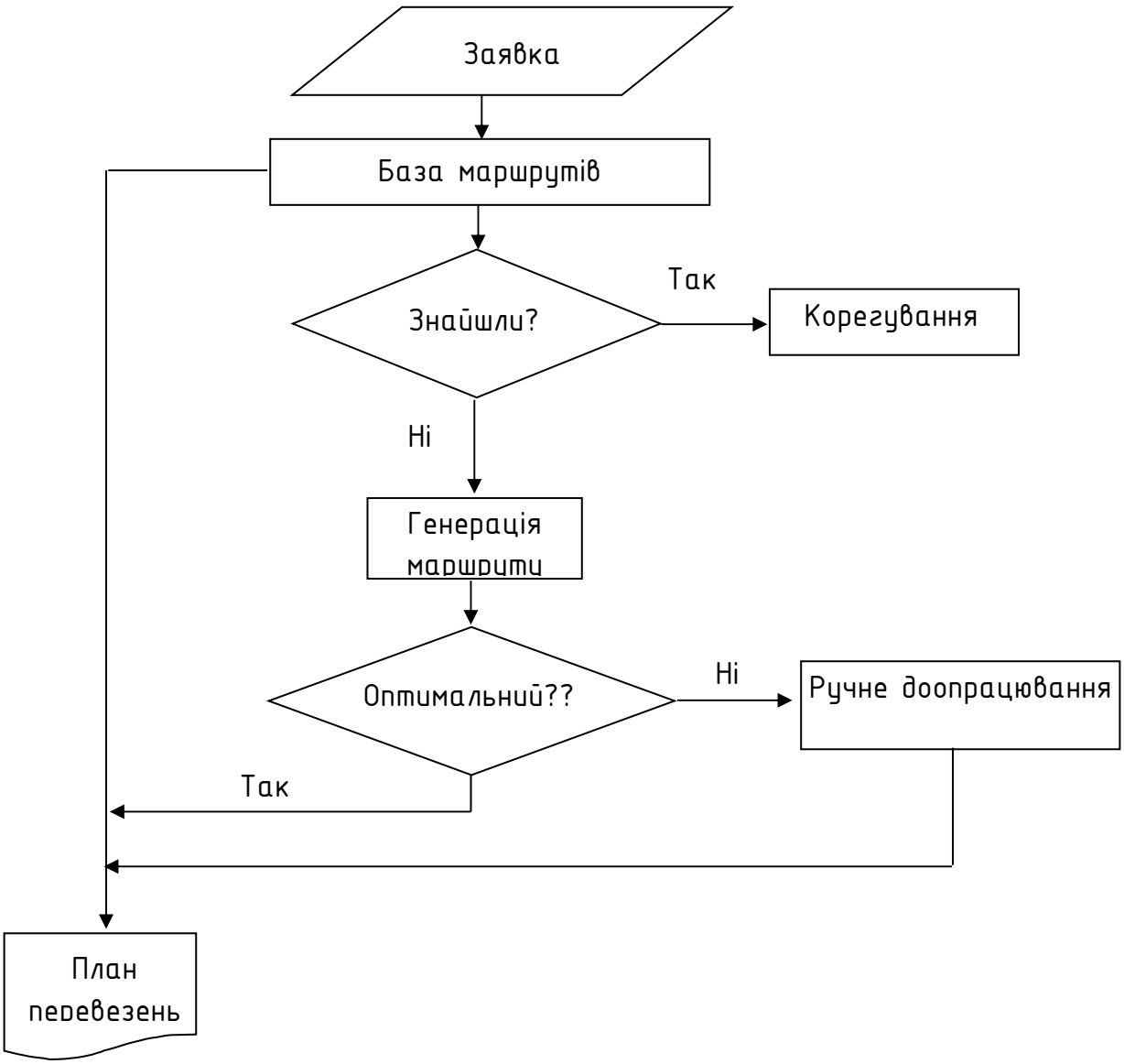
При мілко партійних перевезеннях рухомий склад, завантажуючись у одного відправника вантажів, повинен розвезти вантаж декільком отримувачем, розвантажуючи у кожного з них певну кількість вантажу. У цьому випадку має

місце маршрут розвезення. Якщо необхідно об’їхати декілька пунктів і в кожному з них завантажити деяку кількість вантажу, а потім завезти його споживачу, то такий маршрут називають збірним. Якщо автомобіль одночасно розвозить і збирає маленькі партії вантажу, маршрут називають розвозочно-збиральним.

Для мілко партійних перевезень притаманні наступні особливості, які необхідно враховувати при їх виконанні:

- час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт суттєво перевищує час руху;
- час руху залежить від завантаженості шляхів, по котрим проходить маршрут руху;
- суттєве значення має гарантованість і своєчасність доставки вантажу.

В процесі планування розвозочно-збірних маршрутів виникає необхідність побудування маршруту таким чином, щоб не перевищувати вантажомісткість автомобіля, при цьому послідовність об’їжджання пунктів повинна бути обрана таким чином, щоб загальний пробіг по маршруту був мінімальним. Слід також враховувати необхідність максимального використання вантажомісткості автомобіля, і прагнути до виконання перевезень мінімальною кількістю рухомого складу.



Рисунку 2.2 – Алгоритм планування оптимального маршруту

Задачі планування мілко партійних перевезень відносяться до класу задач дискретної оптимізації (у прикладній математиці вони називаються кінцевими оптимізацій ними задачами, тобто такими задачами, у котрих кінцевість множини припустимих рішень дозволяє рахувати їх завжди вирішувати, так як можливо перебрати всі рішення і обрати найкраще з них). Проте повний перебір варіантів часто нереальний із-за дуже великої множини припустимих рішень. Вибір методів рішення задач маршрутизації мілкопартійних перевезень представлено на рисунку 2.3.

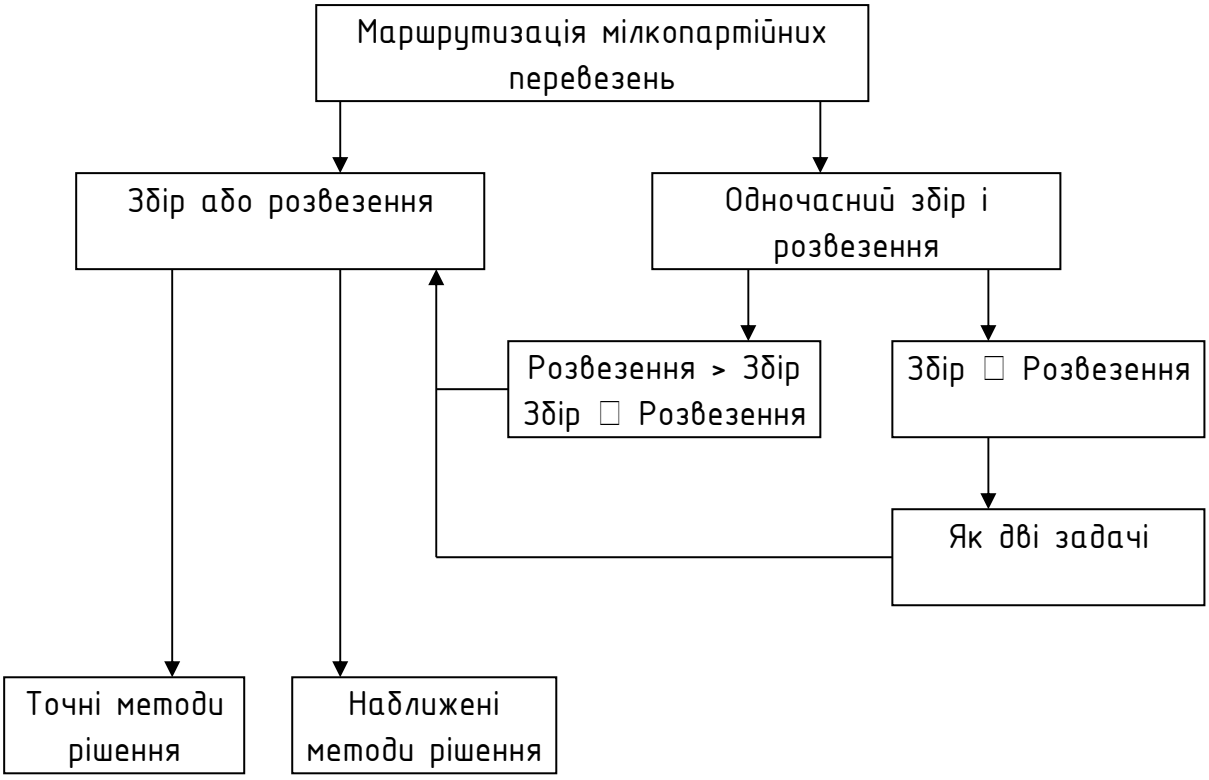


Рисунок 2.3 – Методи маршрутизації мілко партійних перевезень.

Серед методів рішення задач маршрутизації мілко партійних перевезень, які дають точне рішення, найбільше поширення отримав метод „гілок і кордонів”. Загальна ідея метода наступна. Спочатку для всієї множини припустимих рішень визначається нижня межі, яка представляє число, менше якого значення цільової функції бути не може. Рішення задачі заключається у поступовому розбиті множини припустимих рішень на все менші і менші підмножини, для кожної з якої визначається нижня межа і обирається підмножина з найменшим її значенням. Обрана множина знову розбивається на підмножину, обирається з них одна з найменшою межею і т.д. У наслідку повинно бути отримана підмножина, яка містить одне рішення, нижня межа якого співпадає зі значенням цільової функції.

Метод функції „вигоди” запропонований спеціалістами Кларком і Райтом для рішення задачі автомобільних мілкопартійних перевезень з одним відправником або отримувачем. Цей метод отримав назву метода Кларка-Райта

і оснований на понятті ефекту (вигоди), який получається від об'єднання двох маятникових маршрутів в один кільцевий.

Якщо є два маятникових маршруту 0 – і – 0 та 0 – j –0, кожний з яких починається і закінчується в пункті 0, котрий являється пунктом – відправником або пунктом – отримувачем, ефект від об'єднання цих двох маршрутів в один буде дорівнювати

$$f_{ij} = l_{oi} + l_{jo} - l_{ij},$$

де l_{oi} – відстань від центрального пункту до пункту j;

l_{oj} – відстань від пункту j до центрального пункту;

l_{ij} – відстань між пунктами i та j.

Дійсно, у наслідку об'єднання двох маршрутів відпадає необхідність повертання з i-го маршруту на центральний пункт і надання автомобіля з центрального пункту на j-ий маршрут (тобто з пробігу автомобіля віднімаються відстані l_{oi} та l_{jo}).

Але замість цього з'являється пробіг від останньої крапки i-го маршруту до першої крапки j-го маршруту (тобто до пробігу автомобіля додається відстань l_{ij}).

3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Підвищення ефективності дрібнопартійних вантажних перевезень

На автомобільному транспорті дрбнопартійними вантажними вважаються партії вагою від 10 до 2000 кг. Під дрібною відправкою мається на увазі вантаж, запропонований до одноразового перевезення в одну адресу, який не забезпечує повне завантаження автомобіля, що використовується для його доставки. Особливістю таких перевезень є: велика кількість пунктів реалізації на території населених пунктів; різні терміни реалізації продукції на відміну від інших вантажів; складність задач планування, внаслідок великої кількості отримувачів.

У теперішній час задача підвищення ефективності перевезень дрібно партійних вантажів є актуальною з цілого ряду причин. По-перше, з розвитком малого і середнього підприємництва в торгівельній і будівельній сферах виникає значна потреба в дрібно партійних перевезеннях вантажів широкої номенклатури великої кількості споживачів, які відрізняються різним рівнем попиту і його коливаннями. По-друге, наявність великої кількості компаній, які здійснюють автомобільні перевезення вантажів, значно загострила конкуренцію на ринку автотранспортних послуг, що змушує власників автотранспорту шукати нові конкурентні переваги. По-третє, дрібно партійні перевезення більшою частиною припадають на транспортні системи середніх і малих міст, які накладають ряд технічних обмежень та ускладнюють процес організації перевезень дрібно партійних вантажів. По-четверте, організація дрібнопартійних перевезень в транспортних системах міст пов’язана з аналізом великих масивів даних (кількість постачальників, кількість перевізників, число

вантажоотримувачів, кількість і вантажопідйомність автомобілів, обсяг попиту по кожному вантажоотримувачу). В результаті, доставка дрібно партійних вантажів коштує значно дорожче, ніж доставка масових вантажів.

Ряд вчених, таких як Абрамов А.А., Персианов В.А., Тєлєгін О.І. займаються дослідженнями різних питань цієї проблеми на макроекономічному рівні, а Веселов Р.В., Жмачинський В.І., Потєхіна Л.А. розглядають економічні аспекти розвитку внутрішньо регіональних дрібнопартійних перевезень вантажів, які вивчені недостатньо. Дослідження питання підвищення ефективності дрібно партійних перевезень не припиняються і у теперішній час.

При доставці вантажів дрібними партіями маршрути бувають: маятникові, радіальні, розвізні. Вибір схеми маршруту руху при перевезенні вантажів залежить від: розміщення пунктів навантаження і розвантаження, від розміру партії, вимог і умов поставки, вантажопідйомності рухомого складу і розташування АТП.

Внаслідок того, що все більше і більше з’являються приватні перевізники для доставки масових вантажів відправниками, маятникові маршрути отримали широке застосування. Ними мало використовуються економічні та математичні методи планування транспортних систем. Однак поширене застосування маятникових маршрутів не завжди позитивно позначається на собівартості перевезень.

При доставці вантажів по радіальних маршрутах завантаження вантажів здійснюється в одному центральному пункті і розвозиться по декільком периферійним або навпаки. Організація роботи автомобілів на такому маршруті набагато складніша, ніж на кільцевому і тим більш на маятниковому, в наслідок перетину вантажних потоків в центральному пункті.

Розвізні маршрути, як правило, використовуються для внутрішньоміського обслуговування. Їх типовим прикладом є перевезення продовольчих товарів в торгівельну мережу. Для такого роду вантажів, як правило, використовуються автомобілі-фургони, хоча поряд з ними можуть використовуватися і бортові автомобілі. Зазвичай застосовуються автомобілі-фургони з масою відправки до

двох тонн, що ставить більше 40% від обсягу перевезень. Однак слід додати, що такі маршрути набули поширення і у міжміському сполученні, внаслідок їх економічності.

Одним із шляхів підвищення ефективності розвізних маршрутів, може бути доставка партій вантажу через попередній або декілька попередніх пунктів розвантаження. Це дозволить знизити величину порожніх пробігів і підвищити продуктивність праці в цілому. Однак теорія цих маршрутів не до кінця розроблена. Зокрема не досліджено питання про критерії до такого застосування, коли доцільно доставляти партії вантажу через пункт, де вивантаження вже відбулось. Слід зазначити, що заїзд через пункти, де вивантаження вже відбулось, може створювати на маршруті під цикли.

В даний час організація розвізних маршрутів в основному проводиться з метою максимально знизити протяжність перевезення. Але при цьому не враховується варіант повторних проїздів, а це в свою чергу, може призвести до підвищення транспортної роботи та зайвих витрат.

3.2 Врахування випадкових факторів методами стохастичного моделювання при розрахунку оптимальної структури парку АТП

При виборі автотранспортних засобів комплектуючих парк для автотранспортного обслуговування певного об’єкта, значення, окрім відповідності типу рухомого складу, виду вантажу, який переводиться, і інших факторів, має найбільш повну відповідність вантажопідйомності автомобілів розмірам предявляємих до перевезення партій вантажу. В цьому випадку забезпечується оптимальне використання автомобілів кожного типу за рахунок наявності у раку автомобілів вимагаємої вантажопідйомності в необхідній кількості.

У більшості випадків неможливо точно встановити, в який момент вимагається перевезення певного обсягу вантажу, так як навіть при обслуговуванні постійних об’єктів із-за коливань вантажопотоків і обсягів

виробництва і споживання до перевезення пред'являються партії вантажу різного обсягу (маси).

У зв'язку з цим розмір партії вантажу можна враховувати випадковою величиною і для опису його коливань необхідно використовувати закони розподілення випадкових величин. Тобто задача зводиться до розбиття інтервалу коливань розміру партії вантажу (від $q_{\min}$ до $q_{\max}$) на подінтервали у відповідності до вантажопідйомності автотранспортних засобів, які є в наявності або плануються до придбання АТП і визначенню необхідної їх кількості для перевезення партій вантажу у кожному підінтервал. У цьому випадку, якщо розміри партій вантажу змінюються через великі проміжки, то для описування їх розподілення краще використовувати дискретні закони розподілення, в яких випадкова величина може приймати фіксовані значення. Вірогідність попадання дискретної величини q в інтервал, обмежений значеннями $q_{i\min}$ і $q_{i\max}$ буде мати вигляд

$$P\left(q_{i\min} \le q \le q_{i_{\max}}\right) = \sum_{q=q_{i\min}}^{q=q_{s\max}} P\left(q_i\right) = F\left(q_{i\max}\right) - F\left(q_{i\min}\right), \qquad (3.1)$$

де $P(q)$ – вірогідність того, що випадкова величина буде дорівнювати *q;*

$F\left(q_{i\max}\right)$ – значення функції розподілення випадкової величини при $q = q_{i\max}$;

$F\left(q_{i\min}\right)$ – значення функції розподілення випадкової величини при $q = q_{i\min}$.

Якщо випадкова величина задана на безперервному інтервалі, то вірогідність її потрапляння в заданий інтервал буде складати

$$P\left(q_{i\min} < q < q_{i_{\max}}\right) = \int_{q=q_{i\min}}^{q=q_{s\max}} f(q)dq = F\left(q_{i\max}\right) - F\left(q_{i\min}\right), \qquad (3.2)$$

Для більшості законів розподілення значення функцій розподілення затабульовані. Наприклад, для випадкової величини, яка розподіляється по нормальному закону з параметрами a – математичне очікування та □ – середньоквадратичне відхилення, складені таблиці для значень інтеграла вірогідності *Ф*.

$$P\left(q_{i\min} < q < q_{i_{\max}}\right) = \Phi\left(\frac{q_{i\max} - a}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{q_{im\min} - a}{\sigma}\right). \qquad (3.3)$$

Розглянемо застосування методики розрахунку однотипного (по спеціалізації) парку автотранспортних засобів в умовах роботи підприємства. Розподілення обсягів партій тарно штучних вантажів, які прибувають на залізно дорожню станцію Тернопіль – вантажний. Середній розмір партії вантажу $q_{ср} = 1{,}25$ т. Мінімальний розмір партії вантажу $q_{\min} = 0{,}5$ т (рис. 3.1). Для вивезення зі станції за рік 10 тис.т. вантажів АТП може використовувати рухомий склад, дані про котрий наведені в таблиці 3.1. Середня довжина їздки з вантажем $l_{їв} = 15$ км; коефіцієнт використовування пробігу $\beta = 0{,}5$; час роботи на маршруті $T_{м} = 7$ год.

Необхідно визначити, скільки автомобілів кожної моделі необхідно мати для вивезення вантажів, які прибувають на залізно дорожню станцію.

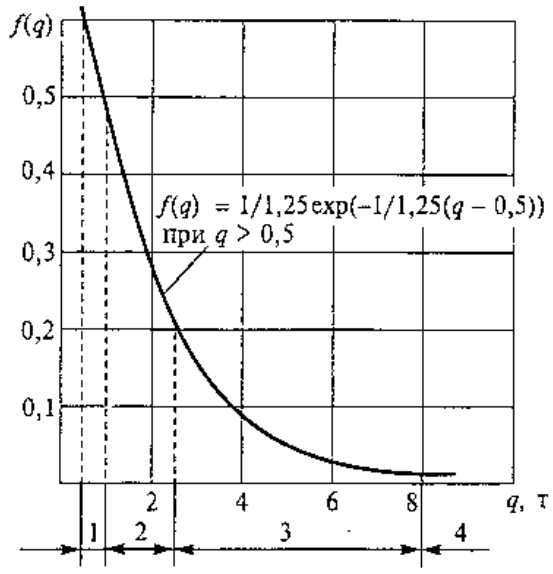


Рисунок 3.1 – Розподілення розмірів партій прибуваючих для перевезення вантажів

Розподілено інтервал зміни розмірів партій вантажу по моделям рухомого складу, які є в наявності на АТП. Партії вантажів від 0,5 до 1 т доцільно перевозити на автомобілях ГАЗ-3302 „Газель” (позначимо її модель 1); від 1 до

2,5 т – на автомобілі ЗИЛ-5301 „Бичок” (модель 2); від 2,5 до 8 т – на автомобілі КамАЗ-5320 (модель 3) і більше 8 т – на автомобілі КамАЗ за дві або більше їздок (див.рис.3.1).

Вірогідність прибуття на станцію партії вантажів у певному діапазоні визначаємо для кожної моделі рухомого складу по формулі (3.2) за допомогою функції розподілення вірогідностей для експоненціального закону:

Таблиця 3.1 – Вхідні дані по рухомому складу

Техніко-експлуатаційні показники	Модель рухомого складу		
	ГАЗ-3302	ЗІЛ-5301	КамАЗ-5320
Технічна швидкість, $\upsilon_т$, км/год	30	26	24
Вантажопідйомність, $q_н$, т	1,0	2,5	8,0
Час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, $t_{н-р}$, год	0,5	0,9	1,4
Коефіцієнт випуску, $\alpha_в$	0,75	0,8	0,7

$$P_1 = F(1) - F(0{,}5) = 1 - \exp(-1{,}25(1-0{,}5)) - [1 - \exp(-1{,}25(0{,}5-0{,}5))] =$$
$$= \exp(-0) - \exp(-0{,}625) = 1 - 0{,}535 = 0{,}465;$$
$$P_2 = F(2{,}5) - F(1) = \exp(-0{,}625) - \exp(-2{,}5) = 0{,}453;$$
$$P_3 = F(8) - F(2{,}5) = \exp(-2{,}5) - \exp(-9{,}375) = 0{,}082.$$

Вірогідність того, що надійде партія вантажу від 8 до 16 т і буде необхідно виконувати дві їздки на автомобілі КамАЗ, буде складати

$$P_4 = F(16) - F(8) = \exp(-9{,}375) - \exp(-19{,}375) = 0{,}000008 \approx 0.$$

Отримане значення вірогідності настільки невелике, що їм можна нехтувати, а значить відсутня необхідність розглядати можливість виконання трьох і більше їздок.

Загальна кількість партій вантажу, які прибувають на станцію буде складати

$$N = \frac{Q_p}{q_{ср}}, \tag{3.4}$$

$$N = \frac{10000}{1{,}25} = 8000 \text{ партій.}$$

Кількість їздок, які необхідно виконати для вивезення вантажу буде дорівнювати

$$n_{ї.вим} = N\sum\left(P_i + jP_j\right), \tag{3.5}$$

$$n_{ї.вим} = 8000\left(0{,}465 + 0{,}453 + 0{,}082 + 2 \cdot 0\right) = 8000 \text{ їздок,}$$

де P_i – вірогідність надходження партій вантажу, для перевезення яких потрібна одна їздки рухомого складу певної вантажопідйомності;

i – кількість моделей рухомого складу;

P_j – вірогідність надходження партій вантажу для перевезення яких потребується декілька їздок рухомого складу однієї моделі;

j – кількість їздок.

Розраховуємо кількість їздок, яку необхідно виконати автомобілям кожної моделі

$$n_{i\,вим1} = N \cdot P_1, \tag{3.6}$$

$$n_{i\,вим1} = 8000 \cdot 0{,}465 = 3720 \text{ їздок.}$$

$$n_{i\,вим2} = N \cdot P_2, \tag{3.7}$$

$$n_{i\,вим2} = 8000 \cdot 0{,}453 = 3624 \text{ їздок.}$$

$$n_{i\,вим3} = N \cdot P_3, \tag{3.8}$$

$$n_{i\,вим3} = 8000 \cdot 0{,}082 = 656 \text{ їздок.}$$

Тепер можна визначити скільки їздок зможе виконати один автотранспортний засіб за рік по рівнянню

$$n_{ї} = \frac{365 \cdot \alpha_в \cdot T_м \cdot \beta \cdot \upsilon_т}{l_{їв} + \upsilon_т \beta \cdot t_{н-р}}, \tag{3.9}$$

де $\alpha_в$ – коефіцієнт випуску;

$T_м$ – час роботи автомобіля на маршруті, год;

 – коефіцієнт використання пробігу автомобіля;

$l_{їв}$ – відстань їздки автомобіля з вантажем, год;

$\upsilon_т$ – технічна швидкість, км/год;

$t_{н\text{-}р}$ – час простоювання під навантаженням-розвантаженням, год.

Для першої моделі автомобіля буде складати

$$n_{ї1} = \frac{365 \cdot 0{,}75 \cdot 7 \cdot 0{,}5 \cdot 30}{15 + 30 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5} = 1277 \text{ поїздок.}$$

Аналогічно для інших моделей рухомого складу кількість їздок буде складати

$$n_{ї2} = 995 \text{ поїздок;}$$

$$n_{ї3} = 674 \text{ поїздки.}$$

Тоді необхідна кількість рухомого складу для перевезення заданого обсягу вантажів з залізно дорожньої станції буде складати

$$A_{м1} = \frac{n_{ївим1}}{n_{ї1}}; \qquad (3.10)$$

$$A_{м1} = \frac{3720}{1277} = 2{,}91 \text{ авто.}$$

Приймаємо $A_{м1} = 3$ автомобіля.

$$A_{м2} = \frac{3624}{995} = 3{,}64 \text{ авто.}$$

Приймаємо $A_{м2} = 4$ автомобіля.

$$A_{м3} = \frac{656}{674} = 0{,}97 \text{ авто.}$$

Приймаємо $A_{м3} = 1$ автомобіль.

3.3 Планування мілкопартійних маршрутів по методу Кларка-Райтона

Згідно з планом вантажообігу підприємства необхідно розвезти з центрального пункту (залізнодорожня станція Тернопіль – вантажний) продукцію декільком споживачам, забрати і доставити на завод залізобетонних

виробів зворотню тару від споживачів. Для обслуговування маршрутів використовуються два автомобіля ГАЗ-3307 і КаМАЗ-5320 вантажомісткістю 240 і 160 одиниць вантажу. Кількість вантажу, який вводиться і вивозиться для кожного споживача наведено в таблиці 3.2 (перший і другий стовпчики). В інших стовпчиках таблиці наведені найкоротші відстані між пунктами.

Таблиця 3.2 – Вхідні дані для побудування маршрутів методом Кларка – Райта

Ввезення вантажу, од	Вивезення вантажу, од	Вантажо-відправні пункти	Вантажоотримувачі								
		0									
110	25	10	**1**								
75	30	4	8	**2**							
65	50	8	12	4	**3**						
75	45	15	8	11	7	**4**					
80	20	10	14	6	5	12	**5**				
95	30	16	12	12	8	4	13	**6**			
60	10	13	17	9	5	10	8	6	**7**		
70	20	15	18	10	6	13	5	9	3	**8**	
60	10	23	19	19	15	11	20	15	13	16	**9**

Таким чином, на початковому етапі мається 9 маятникових маршрутів, загальний пробіг по яких складає 228 км.

Проведено розрахунки продуктивності від об□єднання двох маршрутів в один. Підрахуємо ефект від об’єднання 3-го і 5-го маршрутів.

Відстань від 0-го пункту до 3-го пункту дорівнює 8 км. Відстань від 0-го пункту до 5-го пункту дорівнює 10 км. Відстань від пункту 3 до пункту 5 дорівнює 5 км. Таким чином, ефект, отриманий від об’єднання маршрутів 0 – 3 – 0 та 0 – 5 – 0 буде складати

$$f_{ij} = l_{oi} + l_{jo} - l_{ij}, \tag{3.11}$$

$$f_{ij} = 8 + 10 - 5 = 13 \text{ км.}$$

Отримане значення ефекту від об'єднання заносимо в таблицю 3.10.

Розрахуємо ефекти від об'єднання всіх пар маршрутів і результати заносимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 – Матриця переваг

Ввезення, од	Вивіз, од	Ознака	Вантажоотримуючі пункти								
110	25	2	**1**								
75	30	2	6	**2**							
65	50	2	6	8	**3**						
75	45	2	17	8	16	**4**					
80	20	2	6	8	13	13	**5**				
95	30	2	14	8	16	27	13	**6**			
60	10	2	6	8	16	18	15	23	**7**		
70	20	2	7	9	17	17	20	22	25	**8**	
60	10	2	14	8	16	27	13	24	23	22	**9**

Додамо в таблицю ще один стовпчик – стовпчик ознаки. Ознаки може приймати одно з трьох значень:

2 – пункт включено до маятникового маршруту виду 0 – i – 0;

1 – це значення ознаки говорить про те, що даний пункт являється першим або останнім пунктом кільцевого маршруту (при цьому пункт 0 у розвозочно – збиральному маршруті не враховується);

0 – даний пункт являється внутрішнім пунктом кільцевого маршруту і його неможливо використовувати для об'єднання маршрутів.

З таблиці 3.3 видно, що найбільший ефект, який дорівнює 27 од., получається при об'єднанні маршрутів 0 – 4 – 0 та 0 – 6 – 0 і маршрутів 0 – 4 – 0 та 0 – 9 – 0. Об'єднаємо маршрути 0 – 4 – 0 та 0 – 6 – 0. Сумарна кількість вантажу який ввозиться для об'єднаного маршруту дорівнює 170 од. (75 + 95), а

сумарна кількість вантажу, який вивозиться, буде дорівнювати 75 (45 + 30). Маршрут може бути виконаний автомобілем вантажопідйомністю 240 одиниць.

Після об’єднання маршрутів в комірках першого стовпчика 4-ого і 6-ого рядків буде знаходитись сумарна кількість вантажу, який вводиться, тобто 170 одиниць, а другого стовпчика – сумарна кількість вантажу, який вивозиться, тобто 75 одиниць.

Значення ознаки для цих рядків дорівнює 1, тобто пункт 4 і 6 являються першим і останнім пунктами на маршруті (табл.3.4). У графу „Маршрут” для пунктів 4 і 6 записуємо цифру 1 (це означає, що ці пункти входять у перший кільцевий маршрут).

На слідуючому кроці розглядаємо об’єднання маршрутів 0 – 4 – 6 та 0 – 9 – 0, так як величина відповідної їм переваги являється найбільшою.

Для об’єднаного маршруту кількість ввози мого вантажу буде дорівнювати 230 (170 + 60) одиниць, а кількість вантажу, який вивозиться, складатиме 85 (75 + 10) одиниць. Для виконання маршруту 0 – 9 – 4 – 6 – 0 буде достатньо автомобіля вантажопідйомністю 240 одиниць. Запишемо сумарну кількість вантажу який ввозиться і вивозиться у таблицю 3.4.

Пункт 4 стає внутрішнім пунктом маршруту, і значення ознаки для цього пункту буде дорівнювати 0. Відповідні цьому пункту рядок і стовпчик викреслюються і в подальшому не розглядаються. Пункти 6 та 9 – початковий і кінцевий пункт маршруту, значення ознаки для цих пунктів дорівнює 1.

Таблиця 3.4 – Матриця переваг при включенні у маршрут двох пунктів

Ввезення, од	Вивіз, од	Ознака	Марш-рут	Вантажоотримуючі пункти								
110	25	2		**1**								
75	30	2		6	**2**							
65	50	2		6	8	**3**						
170	75	1	1	17	8	16	**4**					
80	20	2		6	8	13	13	**5**				
170	75	1	1	14	8	16	27	13	**6**			
60	10	2		6	8	16	18	15	23	**7**		
70	20	2		7	9	17	17	20	22	25	**8**	
60	10	2		14	8	16	27	13	24	23	22	**9**

Значення слідуючої найбільшої переваги дорівнює 25; це ефект, який отримується при об’єднані маршрутів 0 – 7 – 0 та 0 – 8 – 0. Сумарна кількість вантажу, який ввозиться для цього об’єднаного маршруту складає 130 одиниць, а сумарна кількість вивозимого вантажу – 30 одиниць. Маршрут може бути виконаний на автомобілі вантажопідйомністю 160 одиниць, це другий маршрут. Заносимо отримані дані у таблицю 3.5. Значення ознаки для цих пунктів буде дорівнювати 1.

Ефект від об’єднання пунктів 6 і 9 в маршрутах буде дорівнювати 24, це наступна найбільша перевага у таблиці. Але ці пункти вже входять у один і той же маршрут, цьому отриману перевагу розглядати не будемо.

Наступні обчислення будемо заносити у таблицю 3.6. На наступному кроці видно, що найбільший ефект, який дорівнює 23, утворюється при об’єднанні пунктів 6 і 7 або пунктів 7 і 9. Так як пункти 6 і 9 вже входять в один об’єднаний маршрут, можна на цьому кроці розглянути можливість об’єднання маршрутів 0 – 6 – 4 – 9 – 0 та 0 – 7 – 8 –0. Сумарна кількість ввози мого вантажу при об’єднанні цих маршрутів буде складати 360 одиниць, при цьому буде

перевищена вантажопідйомність використовуємих автомобілів. Значить, від об’єднання цих маршрутів необхідно відмовитися.

Таблиця 3.5 – Матриця переваг при складанні трьох маршрутів

Ввезення, од	Вивіз, од	Ознака	Марш-рут	Вантажоотримуючі пункти								
110	25	2		**1**								
75	30	2		6	**2**							
65	50	2		6	8	**3**						
230	85	0	1	17	8	16	**4**					
80	20	2		6	8	13	13	**5**				
230	85	1	1	14	8	16	27	13	**6**			
60	10	2		6	8	16	18	15	23	**7**		
70	20	2		7	9	17	17	20	22	25	**8**	
230	80	1	1	14	8	16	27	13	24	23	22	**9**

Наступний по зменшенню ефект дорівнює 22, який може бути отриманий при об’єднанні пунктів 6 і 8 або пунктів 8 і 9, але це також означає, що необхідно об’єднати маршрути 0 – 6 – 4 – 9 –0 та 0 – 7 – 8 – 0, а це зробити неможливо. Сумарна кількість ввози мого вантажу для маршруту 0 – 6 – 4 – 9 – 0 складає 230 одиниць. Так як максимальна вантажомісткість автомобіля складає 240 одиниць і більш немає пунктів з обсягом ввози мого вантажу менше ніж 10 одиниць, то розглядати будь-які варіанти об’єднання маршруту 0 – 6 – 4 – 9 – 0 з іншими маршрутами не має сенсу. Цьому можливо виключити з розгляду рядки і стовпчики, які відповідають пунктам 4, 6 , 9.

Таблиця 3.6 – Матриця переваг при складанні двох маршрутів

Ввезення, од	Вивіз, од	Ознака	Марш-рут	Вантажоотримуючі пункти								
110	25	2		**1**								
75	30	2		6	**2**							
65	50	2		6	8	**3**						
230	85	0	1	17	8	16	**4**					
80	20	2		6	8	13	13	**5**				
230	85	1	1	14	8	16	27	13	**6**			
130	30	1	2	6	8	16	18	15	23	**7**		
130	30	1	2	7	9	17	17	20	22	25	**8**	
230	85	1	1	14	8	16	27	13	24	23	22	**9**

Значення наступної найбільшої переваги дорівнює 20; це ефект, який утворюється при об’єднанні маршрутів 0 – 5 – 0 та 0 – 8 – 7 – 0. Сумарна кількість вантажу, який ввозиться для цього об’єднаного маршруту 0 – 7 – 8 – 5 – 0 складає 120 одиниць, а сумарна кількість вантажу який виводиться – 50 одиниць. Маршрут може бути виконано на автомобілі вантажопідйомністю 240 одиниць, цьому включаємо пункт 5 до другого маршруту. Заносимо ці данні у таблицю 3.7

Значення ознаки для пунктів 5 і 7 дорівнює 1. Пункт 8 являється внутрішнім пунктом маршруту, і значення ознаки для нього дорівнює 0. Відповідні цьому пункту рядок і стовпчик включаються з розгляду. Так як максимальна вантажомісткість автомобіля складає 240 одиниць і більше немає пунктів з обсягом вводи мого вантажу менш ніж 30 одиниць, то можна виключити з розгляду будь-які варіанти об’єднання маршруту 0 – 7 – 8 – 5 – 0 з іншими маршрутами. Із залишаючихся для розглядання варіантів максимальний ефект, який дорівнює 8, може бути отриманий при об’єднанні маятникових маршрутів 0 – 2 – 0 і 0 – 3 – 0. Сумарна кількість вантажу, який

вивозиться, – 80 одиниць. Організуємо маршрут 3 і для його забезпечення обираємо автомобіль вантажомісткістю 160 одиниць.

Таблиця 3.7 – Матриця переваг після складання маршрутів

Ввезення, од	Вивіз, од	Ознака	Марш-рут	Вантажоотримуючі пункти								
110	25	2	4	**1**								
140	80	1	3	6	**2**							
140	80	1	3	6	8	**3**	□					
230	85	0	1	17	8	16	**4**	□				
210	50	1	2	6	8	13	13	**5**	□			
230	85	1	1	14	8	16	27	13	**6**	□		
210	50	1	2	6	8	16	18	15	23	**7**	□	
210	50	0	2	7	9	17	17	20	22	25	**8**	□
230	85	1	1	14	8	16	27	13	24	23	22	**9**

Останній варіант об’єднання маршрутів 0 – 2 – 3 – 0 і 0 – 1 – 0 може дати ефект, рівний 6. Але сумарна кількість вводи мого вантажу при такому об’єднанні складає 250 одиниць. Так як автомобіля відповідної вантажомісткості немає, то від цього варіанту треба відмовитися.

Таким чином, залишається останній маятниковий маршрут 0 – 1 – 0 – маршрут 4. На цьому побудування маршрутів методом Кларка – Райта закінчено.

Отримані наступні результати. Для виконання розвозочно - збірних маршрутів необхідно:

- два автомобіля вантажомісткістю 240 одиниць для виконання маршрутів: 1 (0 – 6 – 4 – 9 – 0) – завантаження автомобіля при ввозі 230 одиниць, а при вивозі 85 одиниць; і 2 (0 – 7 – 8 – 5 – 0) – завантаження при ввозі 210 одиниць, при вивезенні 50 одиниць;

– два автомобіля вантажомісткістю 160 одиниць для виконання маршрутів: 3 (0 – 2 – 3 – 0) – завантаження при ввезенні 140 одиниць, при вивозі 80 одиниць; і 4 (0 – 1 – 0) – завантаження при ввезенні 110 одиниць, при вивозі 25 одиниць.

Пробіг по об'єднанням маршрутам складає 54 км (маршрут 1); 31 км (маршрут 2); 16 км (маршрут 3); 20 км (маршрут 4).

Таким чином, загальний пробіг по об'єднаним кільцевим маршрутам дорівнює 121 км; сумарний пробіг по маятниковим маршрутам дорівнює 228 км. Пробіг автомобілів скоротився на 107 км. Необхідно враховувати, що даний метод Кларка – Райта являється наближеним методом, так як об'єднання двох маршрутів в один відтворюється по максимальному значенню переваги на одному кроці, без аналізу послідуючих кроків. Цьому приймаємі рішення по включенню пунктів в маршрут необхідно контролювати по схемі транспортної мережі, щоб не отримати заперечуючи один одного результатів.

3.4. Дослідження зміни параметрів руху автомобілів при перевезенні вантажів

Побудува моделі транспортного обслуговування споживачів застосовується на раціональних маршрутах перевезення і графіках доставки продукції споживачам [4, 5]. Для складання маршрутів перевезення і графіків доставки вантажів необхідна інформація о параметрах руху транспортних засобів по вулично-дорожній мережі між постачальниками і споживачами вантажів.

Час руху транспортного засобу являється складною функцією і може залежати від цілого ряду груп факторів

$$t_{дв} = f(Д, T, T_x, Ф), \qquad (3.12)$$

де $Д$ – група дорожніх факторів, яка характеризує умови руху автомобілів;

T – група факторів, яка характеризує технічні характеристики вантажних автомобілів;

T_x – група технологічних факторів, яка характеризує процес перевезення;

$Ф$ – група факторів, характеризуючи стан водія.

Таким чином, визначивши вид функції (3.1) можна розв'язати задачу логістичного управління перевезення вантажів. Для досягнення поставленої мети необхідно дослідити вплив факторів з вищенаведених груп на час руху вантажних автомобілів.

Рух вантажних автомобілів відтворюється по існуючій вулично-дорожній мережі. До факторів, які характеризують дорожні умови руху вантажних автомобілів на маршруті, можна віднести: середню кількість полос руху на маршруті в напрямку слідування, відстань видимості дороги і коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою. Кількість полос руху визначає можливість виникнення перешкод руху вантажних автомобілів з боку інших транспортних засобів. Умови оглядовості, суттєво впливаючи на закономірності руху, можливо оцінити відстанню видимості дороги. Коефіцієнт зчеплення, який визначається типом і станом покриття дороги, також суттєво впливає на умови руху автомобілів.

Розглядаючи групу факторів, які характеризують технічні характеристики вантажних автомобілів, для аналізу можливо виділити наступні: довжина і ширина автомобіля; питома потужність двигуна. Ширина автомобіля може впливати на можливість його маневрування в транспортному потоці. Питома потужність двигуна може виступати в якості фактора, якій характеризує динамічні якості автомобіля.

До групи технологічних факторів можна віднести довжину маршруту, коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля. Довжина маршруту визначає тривалість руху автомобіля по вулично-дорожній мережі. Коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля також може впливати на швидкість автомобіля.

Досвід і майстерність водія суттєво впливають на швидкість руху автомобілів □6□. Але ступінь впливу і характер впливу психофізичного стану водія на час руху до наступного моменту вивчень недостатньо глибоко. З

метою виявлення ступеня впливу психофізіологічного стану на вибір швидкості руху були проведені попередні експериментальні дослідження водіїв вантажних автомобілів. В якості показників, оцінюючих психофізіологічний стан водія, можна використовував ати стаж роботи водія і його вік. Для оцінки стану водія був обраний метод математичного аналізу серцевого ритму шляхом реєстрації електрокардіоагрми і визначення показника активності регуляторних систем (ПАРС) □7□. Він представляє суму умовних балів і в залежності від його величини визначається в якому стані знаходиться людина: до 3 балів – нормальний стан; від 3 до 6 балів – напружений стан; від 6 до 8 балів – перенапружений стан; від 8 до 10 балів – виснаження. При цьому також враховується кількість позитивних і негативних балів, які приймають участь в формуванні сумарного значення. За основу відповідності структури вибірки і генеральної сукупності було прийнято розподілення по типу нервової системи. Для вибору кількісного співвідношення досліджуємих по належності до групи по типу нервової системи використовувалось спеціальне типологічне опитування водіїв □8□.

Дослідження проводились на базі автотранспортного підприємства м. Тернополя ”. Для проведення обстеження обліковець прибував на підприємство перед тим, як водії отримували завдання на робочий день. У водія безпосередньо перед виїздом з АТП знімалась електрокардіограма і визначався тип нервової системи. Електрокардіограма фіксувалась нормативним електрокардіографом ЕК1Т-04 з автономним живленням. Окрім того, у карточці обстеження фіксувалось час виїзду з підприємства і показники спідометра.

При русі до пунктів навантаження – розвантаження фіксувались наступні параметри:

- найменування вулиць і орієнтири на шляху руху автомобіля;
- тип і стан дорожнього покриття;
- відстань оглядовості шляху.

Після закінчення руху, по прибутті до пункту навантаження – розвантаження, у водія знімалась електрокардіограма, а в картці обстеження фіксувався час прибуття, найменування об’єкта і показання спідометра.

По результатам дослідження у АТП був проведений аналіз кожного з фіксуємих факторів з метою виявлення закономірностей їх впливу.

В якості рішення задачі розробки регресивних моделей зміни часу руху була обрана модель лінійного типу. Розмір вибірки при розробці регресивних моделей визначається відповідно рекомендаціям, згідно яким кількість спостережень повинна бути в 6 – 8 разів більше кількості факторів, які включаються в модель. Для обчислення коефіцієнтів регресії використовувався метод найменших квадратів. Характеристики параметрів моделі визначались згідно загальноприйнятим методам статистики. Для обчислення значущості факторів, які входять в модель, використовувався критерій Стьюдента, а також аналізувались інтервали довіри коефіцієнтів людей □9□.

Характеристики розроблених моделей зміни часу руху T наведені в таблиці 3.8. Для людей зміни T в залежності від L та N_n спостерігається висока ступінь кореляції між залежною і незалежною змінними. В моделі зміни T в залежності від $B_в$ спостерігається помітна ступінь кореляції. Для інших моделей ступінь кореляції помірна. Значення коефіцієнта детермінації всіх моделей показує, що на значення T великий вплив оказують фактори, які не враховувались у даних моделях.

Аналіз отриманих моделей дозволяє зробити наступні висновки. Довжина їздки збільшує значення залежності змінної, тобто з збільшенням довжини їздки збільшується і час слідування.

Таблиця 3.8 – Характеристика моделей зміни часу руху вантажного автомобіля по маршруту

№	Фактор	Модель	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації
1	Довжина їздки, L, м	$T = 218{,}8 + 0{,}0987L$	0,88	0,77
2	Показник активності регуляторних систем водія, $Р_д$, бали	$T = 223{,}3 + 107{,}87P_д$	0,47	0,22
3	Середній коефіцієнт зчеплення коліс з дорожнім покриттям, $K_З$	$T = 2383{,}8 - 2674{,}92K_з$	0,55	0,3
4	Стаж водія, $S_в$, роки	$T = 1117{,}4 - 16{,}3S_в$	0,31	0,1
5	Кількість перехресть на маршруті, $N_п$	$T = 163{,}5 + 90{,}18N_п$	0,75	0,56
6	Середня кількість полос на маршруті, $K_п$	$T = 20{,}2 + 513{,}4K_п$	0,33	0,11
7	Коефіцієнт використання вантажопідйомності, □	$T = 1326{,}4 + 537{,}05\gamma$	0,4	0,16

З збільшенням показника активності регуляторних систем водія перед початком зміни збільшується час руху автомобіля. Ця тенденція пояснюється тим, що водій для підтримки безпечного режиму перевезень повинен рухатися з більш низькою швидкістю, оскільки втома водія призводить до зниження часу реакції. Середня кількість полос на маршруті збільшує значення залежної змінної. Більша кількість полос спостерігається на шляхах з великою інтенсивністю руху, а значить на цих дорогах буде присутня велика кількість перешкод руху автомобіля.

З збільшенням стану роботи водія зменшується значення залежної змінної. Чим більший стаж водія, тим його професійні якості вище, і за рахунок більш високого рівня майстерності водіння зменшується час руху по маршруту.

Збільшення середнього коефіцієнта зчеплення коліс вантажного автомобіля з дорожнім покриттям зменшує час пересування автомобіля. Це

пояснюється тим, що при збільшенні коефіцієнта зчеплення коліс рух стає більш стабільним, виступає потреба в додаткових мірах безпеки і зайвих діях по вибору режиму руху.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля зменшує значення залежної змінної. Оскільки чим більше коефіцієнт використання вантажопідйомності, тим меншу швидкість водій повинен обирати, із-за чого і збільшується час проходження. При збільшенні кількості перехресть на шляху слідування автомобіля збільшується час руху. Отримана залежність пов'язана з тим, що чим більше перехресть на шляху їх проходження, тим більше вірогідність збільшення часу затримок. Крім того, більша кількість перехресть відповідає більшої кількості перегонів на маршруті, яке також призводить до збільшення часу руху.

З усіх моделей, наведених в таблиці 3.8, тільки залежність зміни часу руху від довжини маршруту має коефіцієнт кореляції, необхідний для того, щоб уробити висновок про можливість її практичного використання. Проте, середня похибка апроксимації даної моделі складає 14%. Вона має місце тому, що в моделі не враховуються інші фактори, які впливають на час руху автомобіля. Результати наведених попередніх досліджень свідчать про необхідність розробки багатофакторної моделі зміни часу руху вантажних автомобілів на маршруті перевезення.

3.5 Складання раціональних маршрутів при по машинних перевезеннях вантажів

Були проведені дослідження з метою складання раціональних кільцевих і маятникових маршрутів в умовах підприємства, яке знаходиться в м. Тернополі. Дане автотранспортне авто підприємство має у своєму складі парк рухомого складу з автомобілів слідуючи моделей: МАЗ-500А; КамАЗ-5320; ЗИЛ-4503. Господарча діяльність підприємства складається з

надання послуг підприємствам м. Тернополя по централізованому перевезенню вантажів будівельного і промислового характеру.

Були вивчені заявки на перевезення (вантажні їздки) і кількість вантажу, котре необхідно перевезти від конкретного вантажовідправника до заданого вантажоотримувача. Необхідно було розв'язати задачу по організації процес перевезень, щоб було перевезено весь вантаж і при цьому сумарний пробіг автомобілів без вантажу був мінімальний.

Задача складання раціональних маршрутів при помашинних перевезеннях може бути вирішена як транспортна задача або як задача лінійного програмування. При рішенні цієї задачі як транспортної на підставі заданого плану перевезень (табл.3.9), враховуються відомими їздки з вантажем. Сумарний пробіг автомобілів може бути знижено за рахунок раціонального планування руху автомобілів без вантажу. Визначення потоків руху автомобілів без вантажу зведено к вирішенню транспортної задачі, в якій вантажовідправники розглядаються як споживачі підприємств, готових до подальшого перевезення вантажів. До вантажовідправник пунктів відносяться: пісчаний кар'єр у за містом в с. в. Гаї (A_1); завод залізобетонних виробів по вул. Текстильна (A_3); залізо-дорожня станція Тернопіль – вантажний по вул. Бродівська (A_2); залізно-дорожня станція Великий Глубочок (A_4). Вантажоспоживні пункти включають до себе наступні підприємства: ПМП «Рост» (B_3) ДНТП «Промінь» (B_1) і ТОВ "Завод газового обладнання "Альфа-Газпромкомплект" (B_4) по вул. Поліська; ТОВ Тернопільський машинобудівний завод по вул.. Лукяновича (B_5) Тернопільський бетонний завод по вул. Бродівська (B_2).

Таблиця 3.9 – Завдання на перевезення по кільцевому маршруту

Вантажо-відправник	Вантажо-отримувач	Кількість вантажу, т	Вид вантажу	Кількість їздок
A_1	B_2	22,5	Пісок	5
A_2	B_2	15,5	Вугілля	3
A_2	B_3	9	Вугілля	2
A_2	B_4	22	Вугілля	5
A_3	B_1	5	Гравій	2
A_3	B_3	9	Гравій	4
A_4	B_2	13,5	Щебінь	3
A_4	B_4	21	Щебінь	5
A_4	B_5	27	Щебінь	6

При вирішенні задачі складання раціональних маршрутів при помашинних перевезеннях, як загальної задачі лінійного програмування, вхідні дані представлено як множина допустимих маршрутів. Рішення складається з двох етапів:

- формування технологічно допустимих маршрутів;
- вибір оптимального набору маршрутів.

При складанні раціональних маршрутів повинні враховуватися наступні обмеження:

- кількість їздок, які включаються в один оборот не повинно перевищувати чотирьох, оскільки велика ланковість призводить до великої вірогідності порушень роботи;
- обмежена тривалість робочої зміни водія;
- найменше припустиме значення коефіцієнта використання пробігу, яке визначається при мінімально допустимої ефективності перевезень.

Для перевезення всіх вантажів обирається одна модель рухомого складу. При цьому повинно забезпечуватися відповідність розмірів кузова розмірам вантажу і максимальне використання вантажопідйомності рухомого складу.

Перевезення будемо відтворювати на самоскидах ЗІЛ-4503, вантажопідйомністю 4,5 т. Необхідно підрахувати кількість їздок, які необхідно зробити від кожного поставника до споживача, за формулою

$$n_{ї} = \frac{\Sigma Q_{bij}}{\gamma \cdot q_{н}}, \qquad (3.13)$$

де ΣQ_{bij} – загальна кількість вантажу, яке необхідно перевезти від кожного постачальника до кожного споживача;

$q_{н}$ – номінальна вантажопідйомність автомобіля ($q_{н}$ = 4,5 т);

 – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля.

Результати розрахунку кількості їздок, які необхідно зробити від кожного постачальника до кожного споживача, приведені у таблиці 3.9. Для рішення задачі маршрутизації використовується метод сумісних матриць.

Представимо вхідні дані у вигляді таблиці 3.10. Відстань між пунктами заноситься у правий верхній кут ячейки матриці. Відстань від АТП до вантажовідправників і вантажотримувачів записуємо у дужках поряд з позначенням пункту. Занесемо у таблицю загальну кількість їздок для кожного постачальника і споживача.

Далі вирішуємо задачу складання оптимального плану надання порожнього рухомого складу під завантаженням. Отриманий план холостих їздок забезпечує мінімальний пробіг рухомого складу без вантажу при русі автомобілів від вантажовідправника до вантажоотримувача. Результати рішення також заносимо в таблицю 3.10 (холості їздки будемо позначати числом у дужках). Таким чином получається матриця холостих їздок.

Таблиця 3.10 – Вхідна матриця для складання кільцевих маршрутів

Вантажо-відправники	Вантажоотримувачі					Взагалі по вивозу, т
	B_1 (25)	B_2 (10)	B_3 (9)	B_4 (5)	B_5 (8)	
A_1 (5)	40	36 (5)	67	61	73	5
A_2 (7)	10	64	37	39 (10)	69	10
A_3 (7)	38	36 (6)	56	45 (0)	73	6
A_4 (5)	6 (2)	78	23 (6)	45 (0)	65 (6)	14
Взагалі по ввезенню, т	2	11	6	10	6	

Занесемо в матрицю вантажні їздки, які необхідно виконати згідно поставленої задачі. Вантажні їздки будемо заносити в матицю у вигляді числа, виділеного жирним шрифтом (табл.3.11.). Таким чином, получається сумісна матриця холостих і вантажних їздок (див.табл.3.11). За допомогою цієї матриці будемо формувати маршрути руху автотранспортних засобів.

Таблиця 3.11 – Сумісна матриця холостих і вантажних їздок

Вантажо-відправники	Вантажоотримувачі					Взагалі по вивозу, т
	B_1 (25)	B_2 (10)	B_3 (9)	B_4 (5)	B_5 (8)	
A_1 (5)	40	36 **5** (5)	67	61	73	5
A_2 (7)	10	64 **3**	37 **2**	39 **5** (10)	69	10
A_3 (7)	38 **2**	36 (6)	56 **4**	45 (0)	73	6
A_4 (5)	6 (2)	78 **3**	23 (6)	45 **5** (0)	65 **6** (6)	14
Взагалі по ввезенню, т	2	11	6	10	6	

На першому етапі виявляємо маятникові маршрути. Наявність в одній ячійці таблиці холостих і вантажних їздок свідчить про необхідність

використання маятникового маршруту. Кількість їздок у маятниковому маршруті буде дорівнювати мінімальному із значень кількості вантажних їздок і кількості холостих їздок.

У нашому випадку можливо сформувати наступні маятникові маршрути:

– маршрут №1: $A_1 – B_2 – A_1$ – 5 оборотів;

- маршрут №2: $A_2 – B_4 – A_2$ – 5 оборотів;
- маршрут №3: $A_4 – B_5 – A_4$ – 6 оборотів.

Обсяги перевезень по маятниковим маршрутам віднімають від завантажень відповідних клітин і складають нову матрицю для продовження рішення задачі (див.табл.3.12).

Таблиця 3.12 – Матриця для складання кільцевих маршрутів

Вантажо-відправники	Вантажоотримувачі					Взагалі по вивозу, т
	B_1 (25)	B_2 (10)	B_3 (9)	B_4 (5)	B_5 (8)	
A_1 (5)	40	36	67	61	73	5
A_2 (7)	10	64 **3**	37 **2**	39 (5)	69	10
A_3 (7)	38 **2**	36 (6)	56 **4**	45	73	6
A_4 (5)	6 (2)	78 **3**	23 (6)	45 **5**	65	14
Взагалі по ввезенню, т	2	11	6	10	6	

На другому етапі складаються кільцеві маршрути. З цією метою будують замкнені контури. Вершини контуру повинні знаходитися у завантажених ячейках матриці, при цьому значення завантажень у вершинах контуру повинні чередуватися: спочатку йде ячейка, яка містить вантажні їздки. Потім ячейка, яка містить холості їздки.

Кожний побудований контур відповідає кільцевому маршруту. Кількість їздок на маршруті відповідає найменшому з числа холостих і вантажних їздок по вершинам контуру.

Будуємо контур $A_3B_1 – A_3B_2 – A_2B_2 – A_2B_4 – A_4B_4 – A_4B_1 – A_3B_1$. В матриці суцільні лінії розташовані горизонтально і відповідають перевезенню вантажів. Пунктирні лінії, розташовані вертикально, відповідають подачі порожнього рухомого складу. Мінімальне завантаження по цьому контуру складає дві їздки. Будуємо кільцевий маршрут:

маршрут №4: $A_3 –B_1 –A_4 – B_4 – A_2 –B_2 – A_3$ – 2 оборота.

Загальний пробіг рухомого складу при перевезені вантажів по раціональним маршрутам залежить від вибору початкового пункту маршруту. На маятникових маршрутах початковий пункт визначений однозначно пунктом навантаження. На кільцевих маршрутах чисельність можливих варіантів початкового пункту відповідає кількості пунктів завантаження на маршруті. Цьому для визначення початкового пункту кільцевого маршруту необхідно розглянути всі можливі сполуки пунктів першого завантаження і пунктів останнього розвантаження. Для кожного варіанта необхідно прорахувати загальний порожній пробіг від АТП до пункту першого завантаження і від пункту останнього розвантаження до АТП (нульовий пробіг).

За початковий пункт навантаження доцільно прийняти той пункт, при якому загальний пробіг мінімальний. Таким чином, скорочується пробіг кожного автомобіля, який працює на маршруті.

Для маршруту №4 можливі три варіанти початкового пункту:

- початок в пункті A_3, кінець в пункті B_2, нульовий пробіг 17 км;
- початок в пункті A_2, кінець в пункті B_4, нульовий пробіг 12 км;
- початок в пункті A_4, кінець в пункті B_1, нульовий пробіг 30 км.

Таким чином. Доцільно в якості початкового пункту на кільцевому маршруті №4 прийняти пункт A_2, маршрут при цьому буде закінчуватися в пункті B_4. Загальний нульовий пробіг від АТП до пункту першого завантаження

A_2 і від пункту останнього розвантаження B_4 до АТП буде мінімально можливим для даного маршруту і складе 12 км.

Кількість їздок, яке включається в цей маршрут, віднімається з завантаженням у вершинах контуру. Потім переходимо до побудування наступного кільцевого маршруту.

Побудуємо наступний контур: $A_4B_2 – A_3B_2 – A_3B_3 – A_4B_3 – A_4B_2$.

Для цього маршруту можливі два варіанти вибору початкового пункту:

- початок в пункті A_4, кінець в пункті B_3, нульовий пробіг 14 км;
- початок в пункті A_3, кінець в пункті B_2, нульовий пробіг 17 км.

За початковий пункт маршруту приймаємо пункт A_4. По цьому контуру організуємо наступний маршрут: маршрут №5: $A_4 –B_2 –A_3 – B_3 – A_4$ – 3 оборота.

Віднімаємо кількість їздок, які включені в маршрут, з завантаженням відповідних клітин і обираємо слідуючий кільцевий маршрут по контуру: $A_3B_3 – A_3B_2 – A_2B_2 – A_2B_4 – A_4B_4 – A_4B_3 – A_3B_3$.

Для цього маршу рута можливі три варіанти вибору початкового пункту:

- початок в пункті A_2, кінець в пункті B_4, нульовий пробіг 12 км;
- початок в пункті A_4, кінець в пункті B_3, нульовий пробіг 14 км;
- початок в пункті A_3, кінець в пункті B_4, нульовий пробіг 17 км.

За початковий пункт даного маршруту приймаємо пункт A_2 і по цьому контуру задаємо наступний маршрут:

маршрут №6: $A_2 –B_2 –A_3 – B_3 – A_4 – B_4 – A_2$ – 1 оборот.

Останній контур $A_2B_3 – A_2B_4 – A_4B_4 – A_4B_3 – A_2B_3$. Для цього маршруту можливі два варіанти вибору початкового пункту:

- початок в пункті A_2, кінець в пункті B_4, нульовий пробіг 12 км;
- початок в пункті A_4, кінець в пункті B_3, нульовий пробіг 14 км.

За початковий пункт даного маршруту приймаємо пункт A_2 і будуємо маршрут №7: $A_2 –B_3 –A_4 – B_4 – A_2$– 2 оборота.

Таким чином, ми побудували план перевезень вантажів. Метод сумісних матриць, в різницю від інших методів маршрутизації, являється менш

трудомісткім методом і дозволяє в ході розробки аналізувати характеристики маршрутів і вносити необхідні зміни.

На кожний автомобіль заповнюється маршрутний лист, на підставі якого готується дорожня документація, для чого необхідно розрахувати техніко-експлуатаційні показники роботи. Виконуємо їх розрахунок для маршруту №7.

Час одного обороту визначається як

$$t_o = \frac{l_м}{\upsilon_т} + t_{п\text{-}р}, \tag{3.14}$$

де $l_м$ – довжина маршруту, км;

$\upsilon_т$ – технічна швидкість автомобіля, км/год;

$t_{п\text{-}р}$ – час навантаження і розвантаження автомобіля, хв.

$$t_o = \frac{144}{49} + \left(2 \cdot 4{,}5 \cdot 1 + 2 \cdot 4{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 1\right)/60 = 3{,}22 \text{ год.}$$

Час роботи автомобіля на маршруті

$$T_м = T_н - \frac{l_н}{\upsilon_т}, \tag{3.15}$$

де $T_н$ – тривалість знаходження автомобіля у наряді, тобто робоча зміна, год;

$l_н$ – нульовий пробіг автомобіля за робочу зміну, км.

$$T_м = 10 - \frac{12}{49} = 9{,}75 \text{ год.}$$

Можлива кількість оборотів, яке може виконати один автомобіль визначається

$$n_o = \frac{T_м}{t_o}, \tag{3.16}$$

де $T_м$ – час перебування автомобіля на маршруті, год;

t_o – час оберту автомобіля, год.

$$n_o = \frac{9{,}75}{3{,}22} = 3 \text{ обороти.}$$

По цьому маршруту необхідно виконати всього 2 обороти, таким чином, відзначений автомобіль має резерв вільного часу

$$T_р = T_м - 2t_о + t_3, \qquad (3.17)$$

де t_3 – час руху від B_4 до A_2, котре не виконується на останньому, другому оберті.

Резерв вільного часу необхідно фіксувати і після завершення розрахунку техніко-експлуатаційних показників для всіх маршрутів, використовують для планування роботи на інших маршрутах. У даному випадку після завершення роботи на маршруті №7 доцільно буде задіяти автомобіль для роботи на маятниковому маршруті №2.

Час оберту на цьому маршруті буде складати

$$t_о = \frac{2l_{їв}}{\upsilon_т} + t_{п-р}, \qquad (3.18)$$

де $l_{їв}$ – відстань вантажної їздки автомобіля, км

$$t_о = \frac{2 \cdot 39}{49} + \left(2 \cdot 4{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 1\right)/60 = 1{,}67 \text{ год.}$$

Кількість обертів розраховується по формулі

$$n_о = \frac{T_р - t_{нід}}{t_о}, \qquad (3.19)$$

де $t_{нід}$ – час під'їжджання для переїзду з точки завершення роботи на маршруті №7.

$$n_о = \frac{4{,}11 - \frac{39}{49}}{1{,}67} = 1 \text{ оборот.}$$

Розрахунковий маршрутний лист для автомобіля ЗІЛ-4507, працюючого на маршрутах №7 і №2, наведено в табл.3.13.

Таблиця 3.13 – Маршрутний лист автомобіля ЗІЛ-4507

Пункт відправлення	Час відправлення	Пункт призначення	Час прибуття	Найменування вантажу	$l_в$, км	l_x, км	$n_ї$	Q, т
АТП	8□00	A_2	8□10	–	–	7	1	–
A_2	8□20, 13□30	B_3	9□30, 14□40	Вугілля	37	–	2	4,5
B_3	9□40, 14□50	A_4	10□10, 15□20	–	–	23	2	–
A_4	10□20, 15□30	B_4	11□20, 16□30	Щебінь	45	–	2	9
B_4	11□30, 16□40	A_2	12□20, 17□30	–	–	39	2	–
Обід	12□20		13□20	–	–	–	–	
A_2	17□40	B_4	18□30	Вугілля	39		1	2,25
B_4	18□40	АТП	18□50	–	–	5	1	–
Всього					203	136		15,75

При розрахунку часу необхідно проводити округлення отримуємих значень у більший бік, що забезпечує необхідний резерв на випадок затримань у дорозі і при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт. Розрахунок часу показав, як це видно з таблиці 3.13, що по маршруту №2 автомобіль реально може виконати тільки один оборот. Це забезпечить повернення автомобіля в АТП до 19.00 – час закінчення робочої зміст водія.

Коефіцієнт використання пробігу для цього автомобіля буде складати

$$\beta = \frac{l_в}{(l_в + l_x)}, \tag{3.20}$$

де $l_в$ – пробіг автомобіля з вантажем, км;

l_x – пробіг автомобіля без вантажу, км.

$$\beta = \frac{203}{(203 + 136)} = 0{,}6.$$

Годинна продуктивність автомобіля буде складати

$$U = \frac{Q}{T_м}, \tag{3.21}$$

де Q – обсяг перевезеного вантажу, т

$$U = \frac{15,75}{9,75} = 1,61 \text{ т/год.}$$

3.6 Планування маятникових маршрутів вантажних перевезень

Важливою задачею являється раціональне планування перевезень по маятніковим маршрутам. При складанні цих маршрутів проблема вибору виникає тільки при плануванні вантажних їздок, так як повернення рухомого складу відтворюється в один пункт завантаження. На планування маятникових маршрутів оказують вплив наступні фактори:

- особливості перевезень можуть вмикати вимоги по обов'язковій доставці певних вантажів, і тривалість рейсів до різних вантажеотримувачів може суттєво розрізнятися;
- ресурси АТП накладають обмеження на тривалість роботи рухомого складу; при цьому транспортні засоби можуть мати різну вантажопідйомність;
- динамічно змінюючи фактори визначають зайнятость фронту виконання навантажувально-розвантажувальних робіт і час доставки вантажу.

Кожний раз, коли порожній рухомий склад повертається від вантажоотримувача і його змінний час не вичерпано, необхідно назначити чергову вантажну їздку. Якщо їздки суттєво відрізняються по часу виконання, то вибір їздки оказує визначаючий вплив на тривалість роботи автотранспортних засобів. У протилежному випадку важливим являється лише найбільш повне завантаження рухомого складу.

Побудуємо оптимальну систему маршрутів, яка дозволяє виконати завдання на перевезення мінімальною чисельністю автомобілів, при цьому час роботи на кожному маршруті не повинен перевищувати час перебування рухомого складу у наряді.

Маються чотири споживача вантажів (завод залізобетонних виробів ТОВ "Завод газового обладнання ”Альфа-Газпромкомплект" Тернопільський бетонний завод), показники обслуговування яких наведені в таблиці 3.14 (кількість їздок – n_i; час обороту рухомого складу – t_i). Час перебування в наряді не повинен перевищувати 480 хв.

Таблиця 3.14 – Вхідні дані для планування маятникових маршрутів

Показники	Споживачі вантажів			
	1	2	3	4
n_i	2	2	2	4
t_i, хв	120	222	240	180

Необхідно виконати 10 їздок тривалістю: 120, 120, 222, 222, 240, 240, 180, 180, 180 і 180 хв відповідно. Проізмерюємо їх в наведеній послідовності. Загальна тривалість їздок 1884 хв, таким чином необхідно, як мінімум, $\frac{1884}{480} = 3{,}94 \approx 4$ автомобіля. Оцінюванням зверху можна враховувати 10 автомобілів, по одному для виконання кожної їздки.

Для виконання завдання мінімальною чисельністю автомобілів необхідно досягти мінімальних витрат часу. Це можливо зробити, перевіряючи різні послідовності виконання їздок. Спочатку обумовлюються неприпустимі випадки формування послідовності їздок виходячи з умови і прагнення скоротити загальну кількість можливих варіантів перебору:

- перевищений час у наряді (випадок 1);
- їздка з більшим номером попереджає їздку з меншим номером (випадок 2);
- на рівні рішення задачі з більшим номером прийнята їздка, яка попереджає їздку, прийняту на рівні з меншим номером (випадок 3);
- якщо план на деякому рівні рішення задачі має в своєму складі їздку і у списку вільних їздок мається їздка з таким же номером (випадок 4);

- якщо план дозволяє в залишив шийся час виконати ще хоча б одну їздку – неповний план (випадок 5);

- якщо загальний час виконання всіх залишившихся їздок починає перевищувати загальний час в наряді автомобілів, які залишилися (випадок 6).

Загальне скорочення перебору може бути отримано, якщо є їздки з однаковим часом виконання. Доцільно таким їздкам присвоювати однаковий номер і використовувати цей номер у сукупності планів, складаючи розподілення їздок стільки разів, скільки їздок мають дану тривалість.

Окрема ітерація складається з послідовності кроків. Виконання одного кроку відноситься до певного рівня і визначає перехід до слідуючого або попереднього рівня. Кількість рівнів відповідає чисельності автомобілів. До початку кожного кроку мається список вільних їздок і визначає мий ним невід□ємний запас часу. Враховуючи, що поїздкам однакової тривалості присвоюється один номер, маємо по дві поїздки з номерами 1, 2, 3 і чотири поїздки з номером 4. Запас часу складає $t_з = 4 \cdot 480 - 1884 = 36$ хв..

Першим перевіряємим планом для першого рівня являється включення до нього їздки 1, але такий план не являється повним. Наступним варіантом являється включення двох їздок під номером 1, але і він неповний. Дальше слідує варіант 1, 1, 2 – він являється повним, так як резерв часу складає 18 хвилин, що не перевищує загального запасу – 36 хв. Для першого автомобіля план складено, переходимо до другого шагу. Запас складає 36 – 18 = 18 хв.

Другий крок відноситься до другого рівня. З списку вільних поїздок вилучені обидві перші і одна друга їздка. На другому кроці аналогічно визначається допустимий план поїздок (2, 3). Його резерв дорівнює 18 хв, цьому для третього шагу, який відноситься до третього рівня, запас часу буде дорівнювати 0. Список вільних їздок – 3, 4, 4, 4, 4. Першим повним планом буде являтися 3, 4, але його резерв часу 60 хв, що перевищує запас (в цьому випадку все завдання не буде виконано чотирма автомобілями). Якщо б у списку вільних поїздок була їздка з номером 5, наступний план був би 3, 5. оскільки такої їздки немає, наступний план – 4. Крім того, що цей останній

план неповний, він залишає у списку вільних їздок їздку з номером 3, меншим, ніж номер їздки, яка включена до нього першої.

Четвертий крок буде відноситься до другого рівня. Замість прийнятого раніше на цьому рівні плану 2, 3, необхідно буде знайти слідуючий за ним припустимий план. Такій план буде містити їздки з номерами 2, 4, оскільки доповнювати план 2, 3 не має сенсу – він прийнятий раніше, значить він повний. План 2, 4також повний, але він має більший резерв часу (78 18).

Наступним являється план 3, але він залишає вільною їздку 2. Цей випадок вже розглянуто, слід переходити до слідую чого кроку, який повертає нас на перший рівень до початкових параметрів.

План може бути виконаний чотирма автомобілями. Послідовність виконання їздок наведена в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 – План виконання поїздок

Автомобілі	Кількість їздок до отримувача вантажу				Час виконання плану, хв
	1	2	3	4	
1	1			2	480
2	1			2	480
3		2			444
4			2		480

3.7. Критерії ефективності транспортного процесу.

Організація й плани перевезень повинні забезпечувати задоволення потреб господарств і населення в перевезеннях при високій якості й можливо менших витратах.

Ефективність перевезень залежить від багатьох факторів, що утрудняє визначення критеріїв оптимальності в загальному вигляді.

Вартісні й деякі натуральні показники (трудомісткість, енерговитрати) можуть характеризувати зміни, що відбуваються як в окремо взятих системах

транспортування, виробництва й споживання, так і сумарно, тобто інтегральний ефект.

Серед комплексу критеріїв оптимальності, використовуваних при рішенні різних завдань організації перевезень, найбільший інтерес представляють такі якісні показники:

1) своєчасність доставки вантажів;

2) тривалість доставки вантажів;

3) втрати продуктів у процесі транспортування;

4) продуктивність транспортних засобів;

5) продуктивність вантажно-розвантажувальних машин;

6) питома трудомісткість комплексу транспортно-технологічніх операцій і їх складова — питома трудомісткість спільних навантажувальних (розвантажувальних) і транспортних операцій;

7) енергоємність комплексу транспортно-технологічних операцій і її складова — енергоємність перевезень;

8) приведені витрати і їх складова — собівартість перевезень;

9) прибуток автотранспортного підприємства.

Розглянемо детально дані показники.

Своєчасність доставки вантажів характеризується задоволенням вимог на перевезення відповідно до потреби.

Це досягається раціональним узгодженням роботи транспорту й систем, що ним обслуговуються, виробництва й споживання.

Характеристикою рівня узгодження служать: співвідношення між кількістю запропонованих до перевезення (чекающих на вивіз) вантажів і вантажів, що ввозять.

Показники економічної ефективності розраховували для підприємства ТзОВ "Тернопільське АТП-1961" на основі результатів аналізу звітів їх економічної діяльності за 2021 рік.

Організація регулярних перевезень за встановленими графіками створює передумови для забезпечення своєчасної доставки вантажів.

Тривалість доставки – $T_д$ характеризується часом перебування вантажів на шляху з моменту закінчення навантаження партії вантажів до початку вивантаження.

Її величина впливає на тривалість періоду обороту матеріальних засобів. Зменшення її дозволяє вилучити частину матеріальних засобів (вантажів) для продуктивного використання.

Відношення відстані $T_д$, на яку доставляються вантажі, до часу їхньої доставки $T_д$, характеризує швидкість доставки в кілометрах за годину (км/год) або в кілометрах за добу (км/добу) і визначається так:

$$v_д = \frac{l_д}{T_д};$$

При використанні для доставки вантажів різних видів транспорту враховують час, необхідний для навантаження й розвантаження на станціях (у портах), а також для перевалки з одного виду транспорту на інший.

Якщо щодня відправляється P тонн вантажу, то в кожний момент у процесі перевезення перебуває $M = P \cdot T_д$ тонн. Вартість вантажної маси, що перебуває на шляху, визначається за формулою:

$$C_{ВМ} = Ц_Т \cdot P \cdot T_Д;$$

де $Ц_Т$ – ціна 1т вантажу.

При скороченні часу доставки до $T_д$ сума коштів, яка вивільняється, визначиться за формулою:

$$\Delta C_{ВМ} = C_{ВМ} - C'_{ВМ} = Ц_Т \cdot P \cdot \left(T_Д - T'_Д\right),$$

Із прискоренням доставки продуктів скорочується час знаходження їх у сфері обігу, при цьому вивільнена частина може бути додатково залучена в господарський оборот. Загальна вартість продукції, яка додатково залучена у виробництво й споживання в результаті прискорення доставки вантажів,

еквівалентна економії капітальних вкладень, необхідних для відтворення продукту. Тому річна економія внаслідок скорочення обігу коштів дорівнює:

$$E_{ВМ} = \Delta C_{ВМ} \cdot E_{Н},$$

де $E_н$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, що дорівнює 0,15.

Втрати продуктів у процесі транспортування необхідно враховувати при рішенні таких завдань, як обґрунтування доцільності спеціалізованого рухомого складу, вибір способу перевезень у контейнерах, а також при виборі виду транспорту й найбільш раціональних схем доставки.

Результати прогнозування й статистичної оцінки втрат вантажів можуть стати основними при обґрунтуванні рішення.

Збитки в результаті втрат вантажу, звичайно, враховуються за величиною фактичних втрат і вартості вантажу:

$$S_{зв} = 0{,}01 \cdot P_{П} \cdot Ц_{Т} \cdot \mu,$$

де $P_п$ – обсяг перевезень відповідного виду продукції, т;

μ – втрати маси продукції відповідного виду, %.

Фактичні збитки трохи більше, тому що на відтворення безповоротно загубленої продукції будуть потрібні певний час, додаткова робоча сила й засоби виробництва для забезпечення додаткового приросту продукції.

Крім того, можуть виникати втрати в результаті зниження якості продукції. Їх встановлюють з урахуванням різниці цін на відповідні сорти.

Продуктивність транспортних засобів — найважливіший показник використання. Вона характеризується кількістю вантажу, перевезеного за одиницю часу на певну відстань, і звичайно вимірюється у тоннах $U_Г$ або тонно-кілометрах $W_Г$ за годину роботи.

$$T_T = \frac{1}{U_Г}, \text{ год/т},$$

Трудомісткість операцій, що виконуються водієм, з розрахунку відповідно на 1 тонну перевезеного вантажу й 1 тонно-кілометр, є величиною, оберненою годинному виробітку автомобіля:

$$T_{ТКМ} = \frac{1}{W_Г}, \text{ год/т·км},$$

Продуктивність навантажувально-розвантажувальних машин (бригад вантажників) і пунктів характеризується кількістю вантажів, що переробляють за годину, або зміну.

Вона визначається техніко-експлуатаційними параметрам навантажувальних (розвантажувальних) машин і погодженістю з роботою транспортних засобів.

Трудомісткість навантаження (розвантаження) тонни вантажу пов'язана з продуктивністю навантажувальної (розвантажувальної) машини $U_Г^{H(P)}$ залежністю:

$$T_T^{H(P)} = \frac{R_{H(P)}}{U_Г^{H(P)}} = \frac{R_{H(P)} \cdot T_{H(P)}}{q_ф}, \text{ люд.год/т},$$

де $R_{H(P)}$ — кількість робітників, що закріплюються за навантажувальною (розвантажувальною) машиною, включаючи допоміжних;

$T_{H(P)}$ — середні витрати часу на навантаження (розвантаження) одного автомобіля, включаючи час на його очікування і прибуття, год;

$q_Ф$ — середня кількість вантажів, що фактично завантажують в автомобіль (або вивантажують з нього), т.

Питома трудомісткість навантажувально-розвантажувальних і транспортних операцій ΣT_T комплексно характеризує ефективність транспортних і навантажувально-розвантажувальних засобів і погодженість їхньої роботи. Вона визначається як сума витрат праці водіїв і робітників, зайнятих на вантажно-розвантажувальних роботах, із розрахунку на тонну перевезеного вантажу:

$$\sum T_T = T_T + T_T^H + T_T^P = \frac{1}{P_T} + \frac{R_H}{P_T^H} + \frac{R_P}{P_T^P},$$

де P_T, P_T^H, P_T^P відповідно обсяг перевезень, навантаження і розвантаження певного виду продукції, т

Цей показник має особливо важливе значення при оцінці ефективності організації роботи в комплексних бригадах, що включають водіїв і робітників, на виконанні вантажно-розвантажувальні робіт.

Питома трудомісткість комплексу транспортно-технологічних операцій. Важливе народногосподарське значення має зниження сумарної трудомісткості комплексу взаємно вв'язаних транспортних і технологичних операцій, яка визначається за формулою:

$$\sum T_T^K = T_T + T_T^H + T_T^P + T_T^{TO},$$

Де T_T^{TO} – трудомісткість технічного обслуговування і ремонту з розрахунку на тонну перевезеного вантажу, люд.·год.

Для оцінки ефективності транспортного процесу досить визначити тільки ту частину трудомісткості технологічних операцій, що залежить від його організації.

Енергоємність комплексу транспортно-технологічних операцій. Усі види трудових і виробничих затрат у транспортному господарстві можуть бути досить точно визначені в енергетичних одиницях (еквівалентах). Інший термін, який також застосовується для характеристики енергетичного еквіваленту – це питома повна енергоємність.

Енергетичний еквівалент – це кількість не поновлюваної енергії, яка витрачається на одержання 1 кг (1 л) маси і визначається в мегаджоулях.

При визначенні цього еквівалента, наприклад, 1 кг маси трактора враховується енергія, яка витрачається на добування залізної руди, вугілля, їх перевезення, виплавляння металу, виготовлення самої машини. Це так звана матеріалізована енергія. Енергетичні еквіваленти визначені на техніку, електроенергію, паливо, добрива, пестициди, транспортування, переробку і зберігання продукції, на затрати робочої сили.

Енергоємність комплексу транспортно-технологічних операцій $\sum E_T^K$ характеризує сумарна кількість енергії (Мдж/т), яка витрачається на виконання взаємно зв'язаних транспортних і технологічних операцій:

$$\sum E_T^K = E_T^{ПА} + E_T^H + E_T^P + E_T^{TO},$$

де $E_T^{ПА}$ –енергоємність перевезень, МДж/т;

E_T^H, E_T^P –відповідно енергоємність навантажувальних і розвантажувальних операцій, МДж/т.;

E_T^{TO} – енергоємність технологічних операцій, зв'язаних із транспортним процесом.

Оскільки діючі системи обліку й звітності не враховують витрати енергії за видами транспортно-технологічних операцій, енергоємність окремих операцій визначають розрахунковим методом на основі норм витрати палива і значення енергетичного еквівалента палива, або питомої повної енергоємності палива.

Повна питома енергоємність окремих видів палива складає:

- бензин — 44,4 Мдж/кг;
- дизельне паливо — 42,7 Мдж/кг.

Повна енергоємність палива ЕПА для автотранспортних засобів дорівнює:

$$E_T^{ПА} = \frac{H \cdot q_n}{P}, \text{ МДж/т,}$$

де H — кількість палива, що витрачається на перевезення, кг;

q_n — енергетичний еквівалент палива, МДж/кг;

P — обсяг перевезень, т.

Аналогічно, з урахуванням виду енергоносія, визначається енергоємність навантажувально-розвантажувальних і технологічних операцій.

Матеріалоємність перевезень оцінюється кількістю матеріалів, що витрачають під час виготовлення автомобіля й у процесі його експлуатації (за амортизаційний термін служби) на одиницю транспортної роботи або обсягу перевезень.

Оскільки основним матеріалом, що використовується для виготовлення автомобілів є метал, то найбільш важливим показником є металоємність перевезень. У міру збільшення вантажопідйомності автомобілів металоємність перевезень знижується.

Собівартість перевезень – показник ефективності організації транспортного процесу, що характеризує витрати на тонну або тонно-кілометр, які витрачає транспортна організація, що здійснює перевезення.

При існуючому методі обліку поточні витрати на різних видах транспорту фіксуються з різним ступенем повноти, а частина їх зовсім не враховується.

Наприклад, у собівартість автомобільних перевезень, яка визначається автотранспортними підприємствами, не включаються витрати на будівництво й утримування доріг, забезпечення безпеки руху на них, а також витрати на вантажно-розвантажувальні роботи.

При оцінці народногосподарської ефективності автомобільних перевезень варто визначати повну собівартість перевезення, що враховує весь комплекс витрат, пов’язаних зі здійсненням транспортного процесу.

Приведені затрати – найбільш повна оцінка економічної ефективності перевезень досягається при порівнянні приведених витрат на перевезення, що включають витрати на тару, упакування, перевезення, зберігання,

перевантаження й розпакування вантажу, капітальні вкладення в комплекс технічних засобів, вартість вантажної маси, що перебуває в дорозі, і втрати продуктів у процесі транспортування.

Приведені витрати з розрахунку на тонну перевезеного вантажу можна розрахувати за формулою:

$$З_Т = \sum S_T^T + \frac{E_H}{P}\left(K + МЦ_Т\right),$$

де $\sum S_T^T$ – величина питомих сумарних витрат (із урахуванням можливих втрат продуктів) на всіх етапах транспортування та пов'язаних з ним технологічних операцій, грн./т;

E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_Н$ = 0,15);

P – річний обсяг перевезень, т.

K – капітальні вкладення в комплекс технічних засобів за винятком їхньої ліквідної вартості (після списання), що становить до 10% первісної вартості, грн.;

M – вантажна маса , т;

$Ц_Т$ – ціна тонни вантажу, грн.

У завданнях оперативного характеру капітальні вкладення не враховують. Вантажна маса в дорозі враховується тільки в тих випадках, коли перевезені вантажі надходять безпосередньо у виробництво, мають стислі нормативні строки зберігання або призначені для рівномірного протягом року споживання.

При виконанні практичних варіантних розрахунків складові, що не змінюються, наведених витрат, як правило, не визначають.

Прибуток – один з головних показників господарської діяльності автотранспортних підприємств. Залежно від розмірів прибутку підприємства планують розширення своїх виробничих потужностей, розміри оплати праці та ін.

Прибуток від перевезень можна визначити за формулою:

$$П = (0{,}98 \cdot d_T - C_T) \cdot P,$$

де d_T — середня доходна ставка (від перевезень), що являє собою відношення суми доходів, отриманих відповідно до діючих тарифів, до загального обсягу перевезень Р у розглянутому періоді, грн./т;

C_T — собівартість перевезення тонну вантажу, обчислена по витратах, що враховують в автотранспортному підприємстві, грн. /т.

Коефіцієнт 0,98 у формулі враховує цільові відрахування на будівництво автомобільних доріг, що стягують у розмірі 2 % доходів від експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту.

Сфери застосування критеріїв оптимальності. Обраний для конкретних умов завдання критерій оптимальності повинен відображати кінцеві результати виробничої діяльності, найважливіші з яких — сумарні витрати праці.

Ефективність різних варіантів планів із мінімальними поточними витратами й значними капітальними вкладеннями на технічне озброєння оцінюють за мінімумом приведених витрат.

Крім приведених витрат як узагальнюючого показника ефективності перевезень, доцільно використати натуральні вимірники. Окремі натуральні вимірники ефективності можуть мати також самостійне значення при порівняльній оцінці ефективності різних варіантів організації перевезень, особливо при близьких за величиною витрат і обмежених ресурсів (трудових, матеріальних або енергетичних). До таких важливих додаткових показників належать: продуктивність транспортних і навантажувально-розвантажувальних засобів, витрати автомобільного палива на тонно-кілометр (питома витрата) або на тонну перевезеного вантажу.

У деяких випадках при виборі маршруту перевезень як критерій використовують пробіг рухомого складу, що найбільшою мірою впливає на величину витрат. Однак область застосування цього критерію обмежена, оскільки він може бути прийнятий тільки для одного типу транспортних засобів

і, крім того, умови перевезень нерідко істотно відрізняються на різних ділянках доріг.

Для економічної оцінки ефективності застосування нової технології перевезення вантажів використовують варіантний метод порівняльної оцінки. Суть його полягає в тому, що існуюча технологія приймається за базову й із нею за різними показниками порівнюється проектована.

Кількість порівнюваних показників залежить від кількості етапів транспортного й виробничого процесів, на яких передбачається змінити технологію.

Таблиця 5.1 – Основні техніко-економічні показники роботи автотранспортного підприємства ТзОВ "Тернопільське АТП-1961"

№ п/п	Показник	Одиниці виміру	Значення
1	Швидкість доставки в кілометрах $v_д$	км/год.	26,4
2	Вартість вантажної маси, що перебуває на шляху $C_{ВМ}$	тис.грн.	584,1
3	Річна економія внаслідок скорочення обігу коштів $E_{ВМ}$	тис.грн.	549,2
4	Збитки в результаті втрат вантажу $S_{зв}$	тис.грн.	41,3
5	Приведені витрати з розрахунку на тонну перевезеного вантажу $З_т$	тис.грн./т	
6	Прибуток від перевезень $П$	тис.грн.	1128,9

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці на підприємствах автотранспортного комплексу.

Охорона праці (ОП) — це система правових і соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження життя і здоров'я людини в процесі праці.

ОП – як наукова дисципліна виникла на перетині соціально-правових, технічних і медичних наук, науки про людину, теорії ризику. Головними критеріями дослідження ОП є людина в процесі праці, виробниче середовище, організація праці.

Завданням ОП є зведення до мінімуму ймовірності пошкодження, травмування чи захворювання працівника, з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

На виробництві чи будь-якій іншій діяльності, керівництво має перш за все створити належний стан безпеки праці. Безпека праці – стан умов праці при яких виключений вплив небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Виробнича небезпека – можливість впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Небезпечні виробничі чинники це ті, вплив яких на працівника за деяких умов призводять до травм чи іншого різкого погіршення здоров'я нещасний випадок (НВ).

Шкідливий виробничий чинник той, дія якого на працівника приводить до професійної захворюваності чи зниження працездатності.

Нещасний випадок – це випадок з працівником, який пов'язаний з раптовим впливом на нього небезпечного виробничого чинника.

Таким чином охорона праці – це наукова дисципліна, що вивчає теоретичні і практичні питання безпеки праці, причини виробничого травматизму і професійні захворювання, причини аварій, вибухів, пожеж і, на основі цих вивчень, розробляє заходи щодо створення здорових і безпечних умов праці.

Для вирішення цих питань використовується досягнення багатьох галузей:

- трудове право і економіка;

- гігієна праці;

- психологія і фізіологія праці і промислова токсикологія;

- інженерна психологія; ергономіка;

- промислова естетика.

Законодавство України стосовно ОП являє собою систему взаємопов'язаних нормативних актів, що регулюють відносини в галузі реалізації держполітики, щодо правових, соціально-економічних і інших засобів і заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Воно складається із загальних законів України і спеціальних нормативних актів.

Загальними законами, щодо ОП є:

- Конституція України

- Кодекс законів про працю (КЗпП) України

- Закон України "Про охорону праці".

Кожне підприємство, виробництво чи організація підпорядковується державі. Держава контролює і регулює їх діяльність також у відношенні ОП.

Під управлінням розуміють цілеспрямовану дію на систему „ людина – виробництво" з метою досягнення заданих результатів. А під управлінням ОП розуміють підготовку, прийняття і реалізацію рішень спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Об'єктом управління охорони праці є діяльність функціональних служб, структурних підрозділів, організацій по забезпеченню здорових і безпечних умов праці на робочих місцях, виробничих ділянках, в цехах, на підприємстві в цілому.

У відповідності до Конституції України кожний громадянин зобов'язаний дотримуватись трудової та виробничої дисципліни.

Адміністрація фірми зобов'язана:

- виконувати вимоги законодавства про охорону праці;

- створювати в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог діючого законодавства;

- розробляти та реалізувати заходи з техніки безпеки і виробничої санітарії;

- забезпечувати працюючих спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;

- впроваджувати техніку та забезпечувати санітарно-гігієнічні умови праці з метою запобігання виникненню професійних захворювань працівників.

Якщо розглянути більш конкретно ОП водіїв, то можна з'ясувати такі речі:

При роботі водії автомобілів проходять медичний огляд:

1. водії автомобілів - через кожні 5 років;

2. при досягненні віку 60 років - через кожні 2 роки.

Водій автомобіля повинен пам'ятати, що у випадку невиконання вимог, розміщених в Правилах дорожнього руху, інструкції по охороні праці, правилах внутрішнього трудового розпорядку, при виконанні роботи можуть виникнути небезпеки: травмування, враження електричним струмом, отруєння етиловим бензином і вихлопними газами.

Водій автомобіля зобов'язаний:

1. знати і точно виконувати Правила дорожнього руху, команди, сигнали регулювання та керування;

2. при запуску двигуна важіль коробки передач поставити в нейтральне положення;

3. вміти користуватися пожежним інвентарем, та вміло використовувати його в разі виникнення пожежі;

Водієві автомобіля забороняється:

- керувати автомобілем в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння, а також в хворобливому або втомленому стані;

- передавати керування автомобілем особам, що не мають при собі посвідчення на право керування автомобілем даної категорії і не вказаним в шляховому листі;

- самовільно відхилятися від маршруту, вказаного у шляховому листі;

- перевозити у вантажних автомобілях сторонніх осіб, не вказаних у шляховому листі, і не пов'язаних з перевезенням вантажів;

- перевозити вантаж, якщо він закриває огляд дороги;

- перевозити вантаж у несправній тарі;

- відривати з допомогою автомобіля вантаж, що примерз, або знаходиться у землі;

- допускати скупчення на двигуні та його картері бруду, пального, мастила;

- палити в безпосередній близькості від приладів, та системи живлення двигуна автомобіля;

- підігрівати двигун відкритим полум'ям;

- користуватись відкритим вогнем під час перевірки рівня електроліту в акумуляторній батареї, та усунення несправностей механізмів;

- зберігати та перевозити в кабіні бензин, та іншу легкозаймисті рідини;

- брати заводну рукоятку в обхват та використовувати важелі та підсилювачі з метою посилення впливу на неї;

- заправляти автомобіль етилованим бензином з відкритої ємкості та засмоктувати його ротом у шланг, а також продувати ротом паливопровід.

На підприємстві застосовуються такі методи і технічні засоби запобігання нещасних випадків на виробництві.

1. До методів і технічних засобів запобігання нещасних випадків на виробництві відносяться:

- огородження небезпечних зон;

- запобіжні та блокувальні пристрої;

- пристрої пожежної сигналізації, сигнальні кольори та знаки безпеки.

2. Запобіжні та блокувальні пристрої використовуються для попередження поломок окремих частин обладнання і аварій, а також для захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів, так як вони автоматично спрацьовують, коли виникає така загроза і вимикаюсь обладнання чи його вузли.

3. Необхідно бути уважним до світлових, звукових та кольорових сигналів.

Вразі нещасного випадку, який може статися з працівником, надається перша допомога. А саме: для припинення сильної кровотечі, необхідно накласти жгут вище рани, до якої забороняється торкатися. Не можна видаляти з рани згустки крові, бруд оскільки це може викликати кровотечу.

Не можна замотувати рану ізоляційною стрічкою.

При сильних термічних опіках:

- дуже обережно зніміть з потерпілою одяг та взуття - краще розріжте її, обпечену поверхню перев’яжіть як свіжу рану, після чого потерпілого треба доставити в лікарню;

- необхідно пам’ятати, що рана від опіку, будучи забруднена, починає нагноюватись і довго не загоюється, тому не можна торкатись руками обпеченої ділянки шкіри та змащувати її будь-якими мазями, маслом, вазеліном або розчинами.

При обмороженні для розтирання замерзлих частин тіла використовуйте сухі і теплі рукавиці або суконки, після того, як обморожене місце почервоніє, змастити його жиром т а зав’яжіть теплою пов’язкою;

При ураженні електрострумом:

- швидко звільнити потерпілого віл дії струму та викликати лікаря;

- якщо потерпілий знаходиться у свідомості, але до цього був в непритомному стані, його необхідно покласти на спину, накрити зверху і до прибуття лікаря забезпечити йому повний спокій, дивлячись за диханням та пульсом. У разі неможливості швидко викликати лікаря, не дозволяти потерпілому рухатися, доставити його й лікарню;

- при відсутності у потерпілого ознак життя (дихання та пульсу), потрібно зробити йому штучне дихання та масаж серця;

- штучне дихання треба починати робити відразу ж після звільнення від джерела електроструму і продовжувати до прибуття лікаря;

- штучне дихання найкраще робити за методом „з рота в рот”, а у ряді випадків разом з непрямим масажем серця.

ОП включає в себе також і те, як розміщується транспорт під час зберігання. Умовою зберігання з точки зору ОП являється те, щоб при зберіганні не утворилась ситуація, яка б загрожувала здоров'ю чи життю людини. У місцях зберігання (стоянки) транспортних засобів можуть мати місце такі основні небезпечні виробничі фактори:

- наїзди транспортних засобів на працівників в результаті самовільного руху транспортних засобів, зчепленні і розчепленні автомобіля з причепом (напівпричепом) під час руху заднім ходом;

- падіння працівників на поверхні та з висоти (кузова, буфера, підніжки тощо);

- опускання (падіння) перекидної кабіни вантажного автомобіля, виважених частин транспортних засобів.

4.2. Управління охороною праці на підприємстві.

Управління охороною праці - це підготовка, прийняття та реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення здоров'я та працездатності людини під час праці.

Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною загальної системи керування підприємством. При автоматизованій системі управління, управління охороною праці є її складовою частиною, або підсистемою. Управління охороною праці передбачає участь в цьому процесі практично всіх служб і підрозділів підприємства. Об'єктом управління є діяльність структурних підрозділів, яка спрямована на створення безпечних і здорових умов праці. Управління охороною праці на підприємстві в цілому здійснює його керівник (власник), а в підрозділах (цехах, відділах, службах) - їх керівники або головні фахівці. Координує всю цю діяльність служба охорони праці. Задачі служби охорони праці та її функції викладені в "Типовому положенні про службу охорони праці", яке затверджено наказом Комітету Держнагляду охорони праці від 3 серпня 1993 р. № 73.

Служба охорони праці створюється на підприємствах, установах, організаціях незалежно від форми власності та видів діяльності для виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці.

Для здійснення вищезазначених цілей служба охорони праці повинна вирішувати такі завдання:

а) забезпечувати безпеку виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;

б) забезпечувати працюючих засобами індивідуального та колективного захисту;

в) здійснювати професійну підготовку і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, вести пропаганду безпечних методів праці;

г) забезпечувати оптимальні режими праці і відпочинку працюючих;

д) вимагати професійного добору виконавців для певних видів робіт.

Служба охорони праці створюється на підприємствах, установах та організаціях із числом працюючих 50 чоловік і більше. В організаціях з меншою кількістю працюючих цю службу може представляти інженер, призначений за сумісництвом. На підприємствах загальна чисельність фахівців служби охорони праці встановлюється в залежності від загального числа працюючих, небезпечності та шкідливості виробничих процесів, кількості окремо розташованих від основної бази автоколон. Працівники служби охорони праці повинні мати вищу спеціальну освіту з охорони праці, а також практичний досвід у відповідній галузі виробництва. За важливістю діяльності та оплатою праці вони прирівнюються до працівників провідних відділів та служб підприємства або установи. Підпорядковується служба охорони праці безпосередньо керівнику підприємства (власнику).

У СУОП підприємства, яку здійснює служба охорони праці разом з керівництвом підприємства, основними чинниками є: законодавство України про охорону праці і про працю, міжгалузеві і галузеві нормативні акти про охорону праці і "Положення про службу охорони праці".

Служба охорони праці повинна мати засоби впливу на виробничу діяльність підприємства. Такий вплив передбачений "Положенням про службу охорони праці". Так, працівники служби охорони праці мають право видавати керівникам підприємств, установ, організацій та їх підрозділам обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків. Припис спеціаліста з охорони праці, у тому числі про зупинення робіт, може скасувати в письмовій формі лише посадова особа, якій підпорядкована служба охорони праці.

Окрім адміністративних заходів рекомендується принцип матеріального заохочення працівників, які сумлінно ставляться до виконання виробничих

обов'язків і беруть активну участь у підвищенні безпеки та поліпшенні умов праці.

Положення про матеріальне заохочення розробляється службою охорони праці і затверджується керівником підприємства (власником). Працівники служби охорони праці не можуть залучатися до виконання функцій, не передбачених Законом "Про охорону праці" і "Типовим положенням про службу охорони праці".

4.3. Методи і шляхи вирішення завдань управління охороною праці.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;

- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;

- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих й факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства , та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;

- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, і залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

Обов'язки працівника щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці:

Працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання і будь-яких робіт чи підчас перебування на території підприємства;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

4.4. Пожежна безпека.

Пожежі наносять суспільству велику матеріальну шкоду приводять до травм і загибелі людей, тому що супроводжуються виникненням небезпечних факторів, таких як відкритий вогонь, підвищена температура, токсичні речовини, дим недостачу кисню, пошкодження і порушення будівель, споруд, вибухи технічного обладнання тощо. Тому виконання правил пожежної безпеки на підприємствах є обов'язковим для всіх посадових осіб та громадян.

Пожежа — це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров’ю людей, навколишньому середовищу і призводить до матеріальних збитків.

Основні умови виникнення пожеж на виробництві:

- необережне поводження з вогнем;

- незадовільний стан електротехнічних пристроїв і порушення правил їх монтажу та експлуатації;

- порушення режимів технологічних процесів;

- несправність опалювальних приладів та невиконання правил їх експлуатації;

- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

Пожежна безпека підприємства - це такий стан промислового об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а у разі її виникнення запобігається вплив на людей небезпечних факторів та забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека промислових підприємств складається із системи запобігання пожежам та системі пожежного захисту.

Система запобігання пожежам — це комплекс організаційних і технічних засобів, спрямованих на виключення можливості виникнення пожежі, на запобігання утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища шляхом регламентації вмісту горючих газів, парів та пилу у повітрі, а також виключення

можливості виникнення джерел запалювання або вибуху; забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів, обладнання, електроустаткування, систем вентиляції, зберігання сировини та інших матеріалів.

Запобіганню пожежам сприяє герметизація виробничого обладнання, заміна горючих речовин на негорючі, які застосовуються в технологічних процесах, обмеження обсягів речовин, що застосовуються і зберігаються; контроль за концентрацією речовин у повітрі в приміщеннях і технологічному обладнанні; застосування робочої і аварійної вентиляції; відведення горючого середовища в спеціальні пристрої і безпечні місця; застосування інгібітуючих і флегматизуючих домішок.

Система пожежного захисту забезпечується застосуванням вогневідсічних пристроїв на технологічних комунікаціях, в системах вентиляції, повітряного опалення і кондиціювання повітря.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Аналіз системи управління вантажними перевезеннями дозволив зробити висновки про те, що система вантажних автомобільних перевезень міста Тернополя потребує вдосконалення:

– проведено обґрунтування параметрів моделі оптимального планування вантажних автомобільних перевезень;

– визначено раціональні параметри моделі оптимального планування вантажних перевезень;

– виконано планування маятникових маршрутів різної тривалості для забезпечення оптимального планування вантажних перевезень;

– розглянуто сучасні технології на транспортні, зокрема напрями впровадження ІТ на транспорті та інформаційні системи управління вантажними перевезеннями;

– проведено економічне обґрунтування прийнятих в роботі рішень;

– розглянуті питання з охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях; екологічні проблеми транспорту.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гаджинский А.М. Основы логистики: Учеб.пособие. – Москва: Маркетинг, 1995. – 124 с.

2. Белов Д.А., Бабарыкин М.С. Маршрутизация автомобильных перевозок. – М.: Транспорт, 1980 – 246 с.

3. Ходом М.С. Грузовые автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1986 – 270 с.

4. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки – Киев: Вища школа, 1986. – 447 с.

5. Баевский Р.М., Кириллов О.Н., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – Москва: Наука, 1984. – 222 с.

6. Гюлев Н.У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора: Дис.канд.техн.наук. – Харьков, ХАДИ, 1993. – 174 с.

7. Атлас для экспериментального исследования отклонения в психической деятельности человека. – Киев, Здоровья, 1980. – 91 с.

8. Лобанов Е.М. (1980). Проектирование дороги и организация движения с учетом психофизиологии водителя. – Москва: Транспорт, 1980. – 311 с.

9. Галушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автомобильном транспорте. – Киев. Вища школа, 1976. – 232 с.

10.Рафф М.И. Грузовые автомобильные перевозки. – К.: Вища школа, 1975 – -310 с.

11.СН 245-71 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.

12.СНиП II-89-80 Генеральные планы промышленных предприятий.

13.СНиП 2.08.02-89 Проектирование учебных комплексов и центров.

14.СНиП 2.01.02-85* Противопожарные нормы.

15.СНиП 2.04.01-2000 Внутренний водопровод и канализация зданий.

16.СНиП 2.04.03-2000 Отопление, вентиляция и кондиционирование.

17.СНиП 2.04.04-86 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Нормы проектирования.

18.ДСанПіН 3.3.2.007-98 Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.

19.ДБН В.2.5.28-2006 Природне і штучне освітлення.

20.ГОСТ 12.0.003-74* ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

21.ПУЕ. Правила улаштування електроустановок. Розділ 1 Загальні правила. Гл.1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки. – К.:ОЕП ”ГРІФЕ”, 2006.– 77с.

22.ДБН В 2.5-13-98 „ Інженерне обладнання будинків і споруд . Пожежна автоматика будинків.”.

23.ДБН В.2.2-9-99 Державні будівельні норми України.

24. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні.

25.СНиП 2.04.02-84* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

26.СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.

27.ДБН В.1.1.– 7– 2002 Збірник 7. Захист від пожежі. Пожежна безпека об’єкта.

28. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М., Туряб Л.В., Лико Х.В. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

29. Щербина Я.Я., Щербина И.Я. Основы противопожарной защиты. – К.: Выща школа, 1985. – 255 с.

30.Батишев И.И. Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1988 – 386 с.

31.Бурков М.С. Специализированный подвижной состав автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1979 – 248 с.

32.Давидич Ю.А., Северин А.А., Засядько Д.В. Исследование закономерностей изменения параметров движения автомобилей /Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. Вип.3/2002 – Кременчук: КГПУ, 2002 – 56 – 58 с.

33.Русеев Г.В. Организация автомобильных перевозок. – К.: Вища школа, 1981 – 326 с.

34.Голованенко С.Л. Справочник инженера экономиста автомобильного транспорта. – К.: Техника, 1991 – 196 с.

35.Геронимус Б.Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1988 – 296 с.

36.Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення: Навчальний посібник – 2-ге видання. – К.: Видавничий Дім „Слово", 2013 – 408 с.

37.Горяннов А.Н. К вопросу изучения работы автотранспорта в рамках логистической системы / Проблемы создания новых машин и технологий. Вип.1/2001 – Кременчуг: КГПУ, 2001 – 61 – 69 с.

38.Viktor Aulin, Olexiy Pavlenko, Denys Velikodnyy, Oleksandr Kalinichenko, Anetta Zielinska, Andriy Hrinkiv, Viktoriya Diychenko, Volodymyr Dzyura. Proceedings Paper 1st International Scientific Conference on Current Problems of Transport (ICCPT). 2019/1/1. p.120-132.

39.Volodymyr Dzyura, Olena Sorokivska, Olha Myshkovych. FORMATION OF A MODEL FOR DETERMINING THE COMPETITIVENESS OF ENTERPRISES IN THE MARKET OF TRANSPORTATION. Том 1, випуск 53, сторінки 5-17. https://doi.org/10.26886/2414

40.Дзюра В.О., Семеген В.О. Сучасні проблеми та напрями покращення експлуатаційних властивостей поверхонь деталей машин Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики: зб. тез доповідей міжнар. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 29–30 вересня 2022.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – 193 с