


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



Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему «Вдосконалення організації перевезень вантажів та структури
рухомого складу автотранспортного підприємства «АДА-ТРАНССЕРВІС» місто
Кам'янське»

Виконав: студент 2 курсу,
групи 1ТТ-19м
спеціальності
275 – «Транспортні технології»
Рінд Т.

Керівник: професор каф. АТМ
Біліченко В.В.

Рецензент: к. т. н, доцент каф. ГМ
Шиліна О.П.

Вінниця – 2020

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1 Стан і перспективи розвитку систем управління вантажними перевезеннями.....	12
1.1 Значення вантажних перевезень для економіки	12
1.2 Вибір типу автотранспортних засобів для перевезення вантажів	14
1.3 Транспортний процес і його елементи.....	16
1.4 Види маршрутів перевезення вантажів.....	19
1.5 Вплив експлуатаційних факторів на продуктивність автомобілів	20
1.6 Проектування технологічного процесу перевезення вантажів ...	21
1.7 Система управління вантажними перевезеннями.....	25
1.8 Інформаційні системи управління вантажними перевезеннями ..	29
РОЗДІЛ 2 Побудування математичних моделей оптимального планування вантажних автомобільних перевезень.....	34
2.1 Принципи планування вантажних перевезень	34
2.2. Задачі оптимізації і їх місце в плануванні перевезень	38
2.3 Основні методи оптимального планування вантажних автомо- більних перевезень	40
2.4. Моделювання транспортної мережі і розрахунок коротких відстаней.....	43
2.4.1 Алгоритми визначення найкоротшої відстані на графі	46
2.4.2 Формулювання і методи рішення транспортної задачі	47
2.4.3. Формулювання і методи рішення задач маршрутизації	54
2.5 Оптимізація дрібно-партійних перевезень вантажів.....	55
РОЗДІЛ 3 Проведення і обробка даних досліджень по плануванню раціональ- них вантажних перевезень в умовах АТП „АДА-ТРАНССЕРВІС”	60
3.1 Підвищення ефективності дрібно-партійних вантажних перевезень	60
3.2 Врахування випадкових факторів методами стохастичного моделювання при розрахунку оптимальної структури парку АТП	62
3.3 Планування дрібно-партійних маршрутів по методу Кларка- Райтона	68
3.4 Дослідження зміни параметрів руху автомобілів при перевезенні вантажів	75
3.5 Складання раціональних маршрутів при по-машинних перевезеннях вантажів	80
3.6 Планування маятникових маршрутів вантажних перевезень	90
РОЗДІЛ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	95
4.1 Аналіз умов праці.....	95

4.2 Техніка безпеки	95
4.3 Виробнича санітарія.....	96
4.4 Опалення і вентиляція.....	97
4.5 Шум і вібрація	100
4.6 Пожежна безпека.....	101
Висновки	103
Список використаної літератури	104
Додатки.....	107



ВСТУП

Автомобільний транспорт є найбільш гнучким і масовим видом транспорту. У нього є ряд важливих відмінностей від інших транспортних галузей. Почнемо з того, що основна частина автомобільного парку країни експлуатується в нетранспортних організаціях. При цьому мережа автомобільних доріг разом з парком комерційних автомобілів використовується також автомобілями, що знаходяться в особистому користуванні громадян. Отже, проблеми розвитку автомобільного транспорту носять комплексний характер.

Щодня автотранспортом перевозиться близько 7 млн. тонн вантажів.

У автомобільному транспорті сконцентровано понад 97% від всіх ліцензійних суб'єктів транспортної діяльності. У сфері комерційних і некомерційних автомобільних перевезень зараз зайнято близько ста тисяч господарюючих суб'єктів. Їх діяльність проходить в умовах досить високої внутрігалузевої і міжвидової конкуренції.

В автотранспортних підрозділах підприємств всіх галузей економіки працює більше 1 млн. осіб. Причому на автотранспортну галузь приходить більше 50% від числа працюючих в транспортному комплексі, без урахування залізничного транспорту [1].

В умовах пожвавлення реального сектора економіки в 2018 році автомобільний транспорт освоїв більше 90% всього приросту об'ємів внутрішніх перевезень.

Попит на вантажні перевезення багато в чому визначається двома чинниками: динамікою і структурою зміни об'ємів виробництва в країні, а також платоспроможністю підприємств і організацій всіх галузей економіки. Вантажні перевезення – це один з найбільш «ринкових» секторів економіки. Досвід підтверджує відому закономірність, згідно якої зростання ринкової економіки супроводжується, а до певної міри і зумовлюється випереджаючим розвитком автотранспорту. І зрозуміло чому. Вантажопотоки, що генеруються в процесі

розвитку ринків товарів і послуг, в першу чергу освоюються найбільш чутливим, швидким і гнучким видом транспорту: автомобільним.

На етапі становлення ринкових відносин в Україні склалися об'єктивні передумови для прискореного розвитку автомобільного транспорту. Зріс його вплив на розвиток соціально-економічної сфери країни. Так, при перевезеннях вантажів встановилася тенденція, що підтверджує практику розвинених зарубіжних країн: середні темпи зростання об'ємів автомобільних вантажних перевезень відповідають середнім темпам економічного зростання, перевищуючи при цьому темпи зростання об'ємів перевезень на інших видах транспорту.

Прискорений розвиток автомобільного транспорту обумовлений наступними основними чинниками:

- близько 70% виробничих і транспортно-розподільних структур, а також більшості населених пунктів країни не мають інших під'їзних шляхів, окрім автомобільних, що зумовлює в цих умовах безальтернативне використання автомобільного транспорту;

- відомі об'єктивні переваги автомобільного транспорту (забезпечення партійності, можливість організації роботи "з коліс", доставка "від дверей до дверей", швидкість, гнучкість, мобільність, надійність) дозволяє розглядати його як найбільш ринково орієнтований вид транспорту.

За останні роки автомобільний транспорт виконує понад 65% об'ємів внутрішніх вантажних перевезень країни, з тенденцією збільшення цієї частки, будучи, таким чином, "головним перевізником" для секторів економіки держави, які зростають.

Автомобільному транспорту немає адекватної заміни при перевезеннях дорогих вантажів на невеликі і середні відстані, в транспортному забезпеченні роздрібною торгівлі, виробничої логістики, будівельної індустрії, агрокомплексу, а також малого бізнесу, що підтверджується відповідними об'ємами перевезень вантажів і значної автотранспортної складової у вартості продукції окремих секторів економіки:

- у промисловості частка автотранспортних витрат складає не менше 15%;

- у будівництві - до 30%;
- у сільському господарстві і торгівлі - до 40% і більш.

Сумарно ці витрати, з урахуванням виконання навантажувально-розвантажувальних і складських робіт, складають не менше 30 млрд. грн. в рік або близько 6% від валового внутрішнього продукту (ВВП) країни.

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;
- оптимізувати 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 сільсько-господарчої продукції.

Ефективність роботи автотранспортного підприємства в значній мірі залежить від того наскільки наявний парк транспортних засобів відповідає типам та партіям вантажів що перевозяться. Виходячи з вище сказаного

Метою роботи є : визначення взаємозв'язку організації перевезень та структури рухомого складу та їх впливу на показники продуктивності автомобілів.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- розглянути транспортний процесі його елементи, види маршрутів провести аналіз впливу факторів на продуктивність автомобіля;
- провести аналіз основних методів планування перевезень вантажів автомобільним транспортом;
- розробити модель маршрутної мережі і розрахунку найкоротших відстаней а також оптимізації дрібно партійних перевезень;
- виконати планування перевезень дрібно партійних вантажів по методу Кларка-Райта для АТП «АДАТРАНССЕРВІС»

Об'єкт дослідження процес доставки дрібно партійних вантажів автомобільним транспортом.

Предмет дослідження вплив структури рухомого складу і методів організації перевезень на продуктивність автомобілів

Методи досліджень. Теоретичний та експериментальний, засновані на використанні методів статистичного аналізу, математичного моделювання та обчислювальної математики, а також вже відомих та випробовуваних на практиці експериментальних методах дослідження автомобільних перевезень

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному:

Встановлено що продуктивність автомобілів при перевезенні вантажів залежить від структури парку рухомого складу та її відповідності типам та партіям вантажів що перевозяться.

Встановлено що найбільш раціональним маршрутом є маршрут, на якому виконується більше двох їздок за оборот. Підвищення продуктивності на раціональних маршрутах досягається в основному за рахунок зменшення часу

одного обороту автомобіля, збільшення кількості їздок з вантажем (як за оборот, так і за зміну).

Встановлено що підвищення продуктивності автомобілів в тоннах і тонно-кілометрах призводить до зменшення необхідної кількості автомобілів для опанування заданих обсягів перевезення а також до до зменшення загального пробігу всіх автомобілів. Зменшення необхідної кількості автомобілів, зменшення загального їх пробігу забезпечує зменшення витрат на перевезення і збільшення прибутків.

Практична цінність: Експериментально визначено, що раціональним маршрутом є такий маршрут, на якому виконуються дві взаємозв'язані між собою умови: найменший загальний пробіг за оборот; виконання на цьому не менше двох їздок з вантажем. На такому маршруті коефіцієнт використання пробігу за оборот буде більше 0,5 і менший або дорівнювати 1.

Кільцеві маршрути з $\beta = 0,5$, на яких виконується за оборот дві і більше їздок, також можуть бути віднесені до раціональних, якщо на них зменшується загальний пробіг всіх автомобілів.

Найбільш раціональним маршрутом є маршрут, на якому виконується більше двох їздок за оборот. Підвищення продуктивності на раціональних маршрутах досягається в основному за рахунок зменшення часу одного обороту автомобіля, збільшення кількості їздок з вантажем (як за оборот, так і за зміну).

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підкріплюється строгістю постановки задач, строгим виведенням аналітичних співвідношень, коректним застосуванням математичних методів під час доведення наукових положень, порівнянням отриманих за допомогою розроблених у роботі методів результатів з вже відомими та збіжністю результатів математичного моделювання з результатами, які були отримані під час проведення експериментів.

Публікації. Основні положення і результати досліджень за участі автора опубліковані в матеріалах всеукраїнської науково практичної інтернет конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН - 2021)» Вінниця, ВНТУ. [1]]

РОЗДІЛ 1

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ

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 полягає 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 річ;

- транспортну продукцію неможливо накопичувати, підвищення попиту на перевезення вимагає використання додаткових провізних 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 обслуговуючих організацій.
2. Сумісні графіки роботи рухомого складу різних видів транспорту дозволяють знизити простій 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 подачі 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 конкурентоздатності 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 функціонування 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 наявності 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 рисунку 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 розглядаємих критеріїв, які мають непорівнянні 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 формуванні 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 рухомого складу; переміщення вантажу; розвантажування рухомого складу. Сукупність цих елементів, які утворюють закінчену операцію доставки вантажів, називається циклом перевезення, або їздою. Термін виконання їздки визначається за рівнянням

$$t_{\bar{r}} = t_p + t_n + t_p + t_{np} = \frac{l_{\bar{r}}}{v_m} + t_{n-p}, \quad (1.1)$$

де t_p – час руху;

t_n – час навантаження;

t_p – час розвантаження;

t_{np} – час простою по організаційним причинам;

l_r – довжина їздки;

v_m – технічна швидкість;

t_{n-p} – 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 ж 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 зворотному 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 зворотному 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 човниковим 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 зворотному 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.

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-перевізним 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 виконуємо при цьому транспортній роботі.

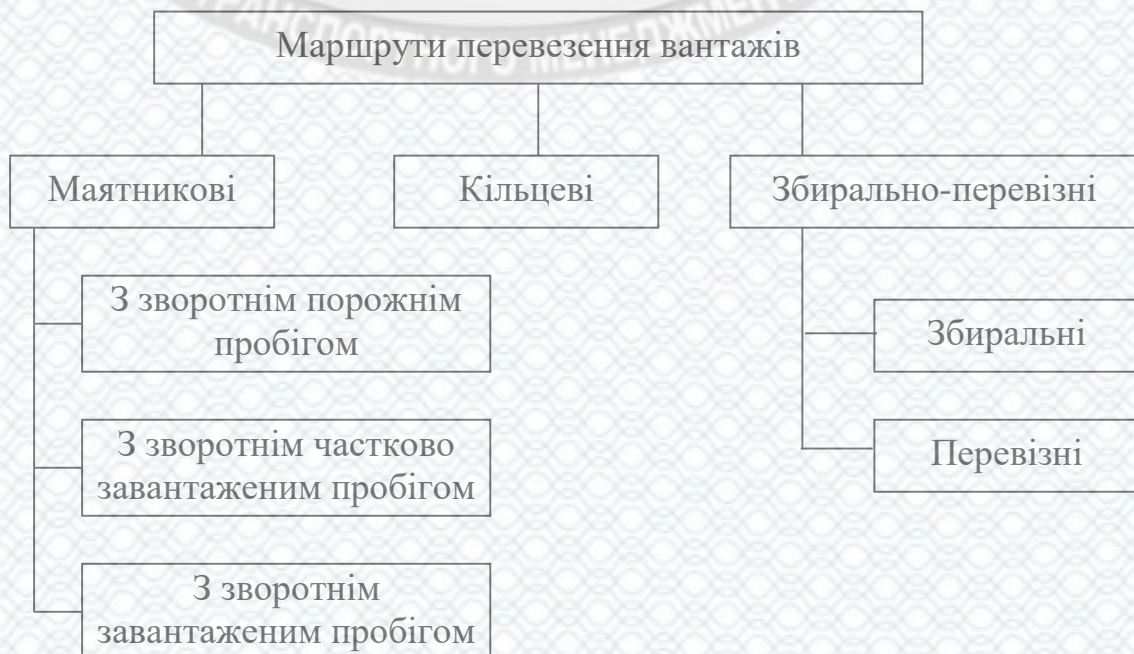


Рисунок 1.2. – Класифікація маршрутів для перевезення вантажів

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 перевізного 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

$$Q_{год} = \frac{q_n \gamma_{cm} v_t \beta}{(l_{iv} + v_m \beta \cdot t_{n-p})}, \quad (1.2)$$

де q_n – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

γ_{cm} – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;

v_m – технічна швидкість автомобіля, км/год;

β – коефіцієнт використання пробігу автомобіля;

l_{iv} – відстань їздки з вантажем, км;

t_{n-p} – час простоювання під навантаженням і розвантаженням, хв.

За допомогою цього рівняння можна отримати теоретичні залежності

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 їзду 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 їзду. 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.

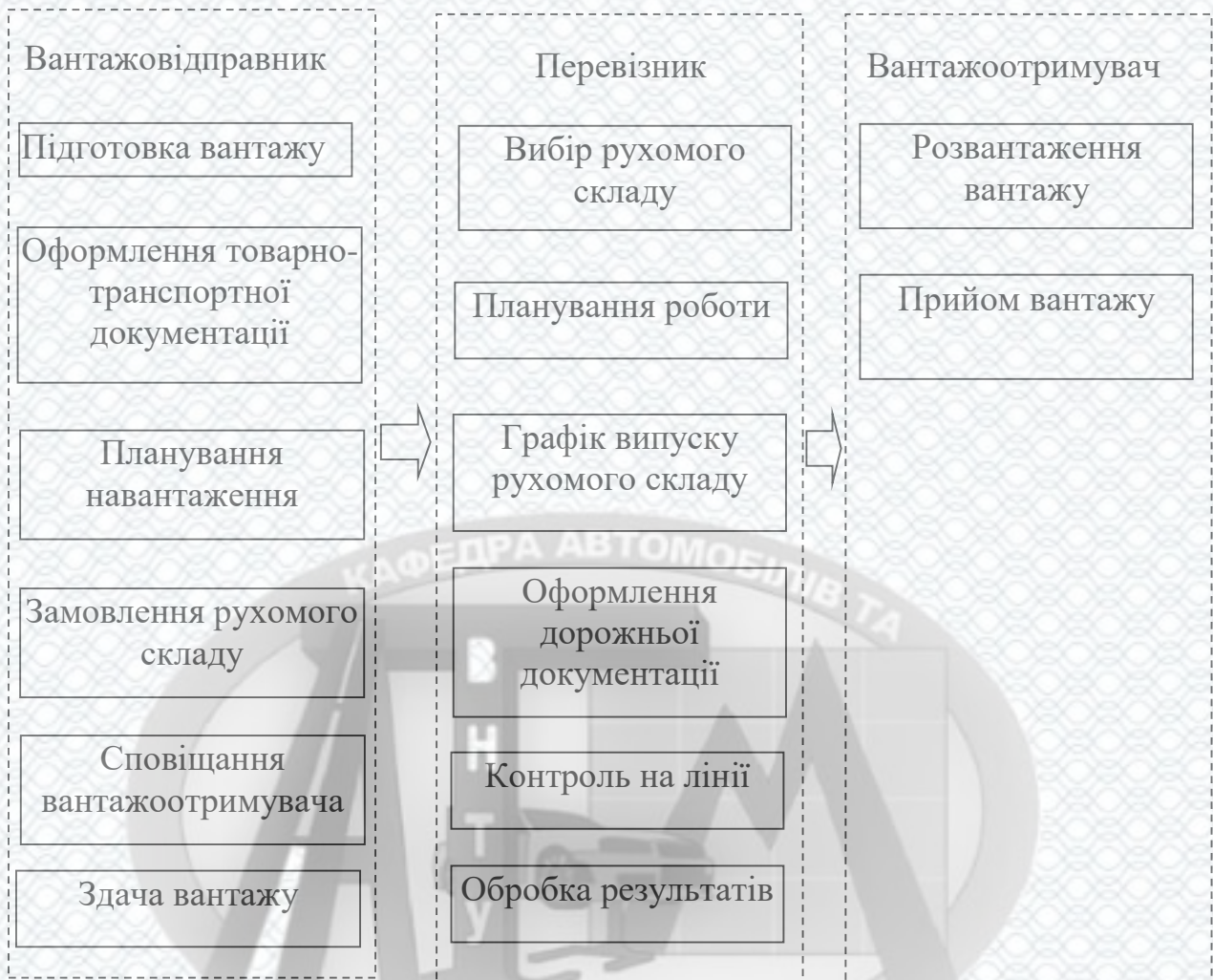


Рисунок 1.3. Основні етапи технологічного процесу перевезень

Розробка технологічного процесу перевезення вантажів відтворюється у наступній послідовності:

- 1 встановлення нормативних характеристик (розрахункова швидкість руху, час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, графік або інтенсивність надання рухомого складу, добовий або годинний обсяг перевезень);
- 2 вибір маршруту і технології виконання перевезень;
- 3 розробка технологічної документації;
- 4 визначення методів контролю якості і безпеки виконання перевезень;
- 5 аналіз характеристик технологічного проекту, котрий повинен підтвердити виконання нормативних показників, забезпечення безпеки і якості перевезень;

б 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 прийняті 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:

- 1 собівартість перевезень;
- 2 питомі витрати;
- 3 продуктивність рухомого складу;
- 4 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:

- Контрольно-облікова операція передбачає оформлення документів, пошук конкретного вантажного місця, огляд вантажів, опломбування і т.і.
- Стропувальна операція передбачає кріплення і відкріплення штучних вантажів при їх перевантаженні краном.
- Вантажна операція пов'язана з підйомом і опусканням вантажу за допомогою піднімально-розвантажувальної техніки.
- Операція переміщення – пересування вантажу піднімально-розвантажувальними механізмами.
- Допоміжна операція пов'язана з додатковими роботами, які необхідно виконати перед або після навантаження вантажів.
- Транспортна операція включає рух автомобілів з вантажем або без нього.
- 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 використовуваних 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 розробляються транспортно-технологічні мапи, які узгоджуються з вантажовідправником і вантажоотримувачем. У цих мапах, окрім графічного зображення виконуючих операцій, наводиться перелік виконуючих 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 полягає в забезпеченні ефективного і планомірного використання всіх ресурсів для досягнення найвищих кінцевих результатів виробництва при мінімальних витратах.

Основним принципом управління являється наявність зворотнього зв'язку, який дозволяє формувати управляючі дії на об'єкт в залежності від зовнішніх дій і вимагає його наслідку.

Організація процесів управління характеризується певною послідовністю управляючої дії: вибір мети, прогнозування, планування, оперативне управління, координація, стимулювання, облік і контроль. Для продуктивного управління ці функції повинні поєднуватися в цілеспрямований єдиний процес. Узагальнена схема управління вантажними перевезеннями представлена на рисунку 1.4.



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.

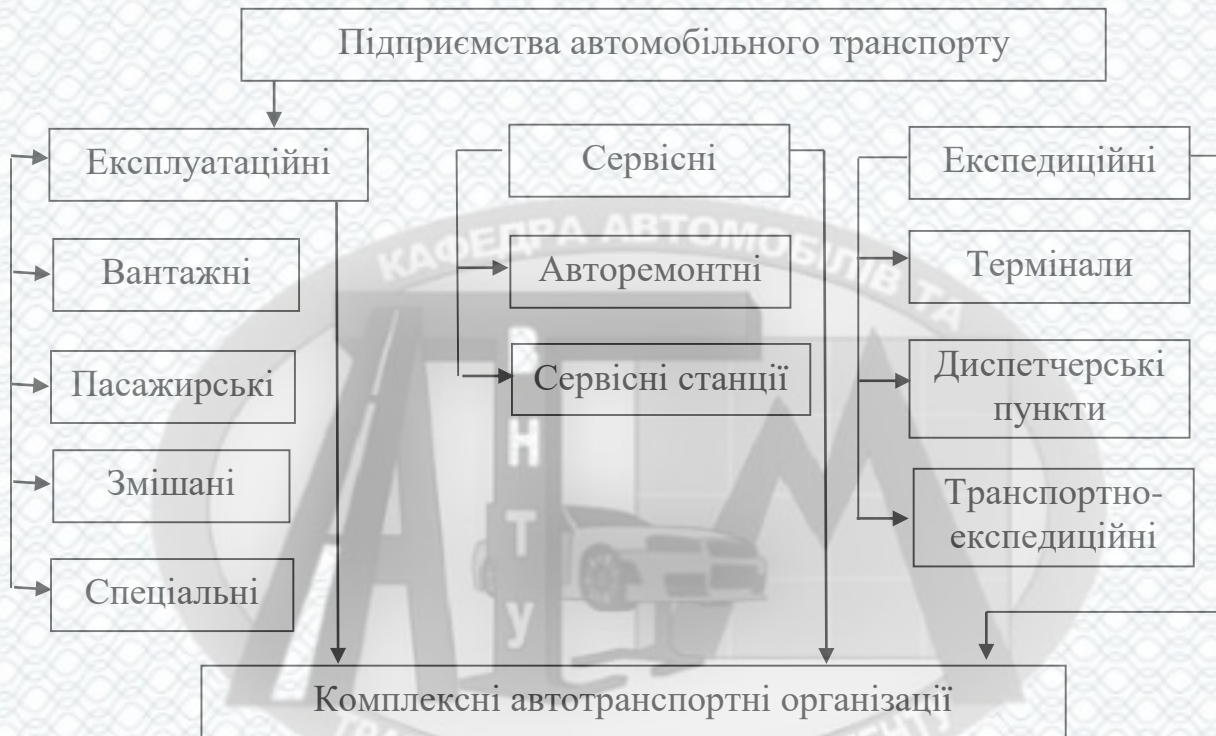


Рисунок 1.5 Класифікація автотранспортних організацій

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. 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 виконуючих 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. В залежності від попиту на перевезення АТП, спеціалізуючись на виконанні одного виду перевезення АТП, спеціалізуючись на виконанні одного виду перевезень, може виходити на суміжний сегмент ринку, використовуючи фактор швидкої окупності інвестицій в новий рухомий склад.

Одна з важливих складових систем управління вантажних автомобільних перевезень – забезпечення безпеки перевезень. Безпека вантажних автомобільних перевезень включає до себе наступні компоненти:

- безпека дорожнього руху (БДР);
- екологічна безпека;
- збереження перевізних вантажів, рухомого складу і особиста безпека водія.

Забезпечення БДР складається з декількох факторів, основні з яких робота з водіями, вивчення і отримання своєчасної інформації про дорожні умови, випуск на лінію тільки відремонтованого рухомого складу, ретельне планування роботи вантажних автомобілів. Вплив цих факторів багатократно підвищується, коли перевозиться вантаж, який отягчає наслідки можливою дорожньо-транспортної пригоди. В АТП обов'язково проводяться наступні види інструктажів водіїв: ввідний; перед рейсовий; періодичний; сезонний; спеціальний.

Дотримання екологічної безпеки перевезень вантажів залежить в певному технічному стані експлуатуючих автотранспортних засобів. Окрім дотримання норм випадків шкідливих речовин автомобільним двигуном, при технічному обслуговуванні рухомого складу необхідно забезпечувати відсутність протікання експлуатаційних речовин і масел з вузлів і агрегатів. Особливу увагу до захисту навколишнього середовища повинно бути проявлено при перевезенні небезпечних вантажів.

У зв'язку з тим, що перевезення вантажів відтворюється поза АТП, питання збереження вантажів, рухомого складу і особистої безпеки водіїв мають специфічні особливості. Безпека в цих питаннях забезпечується на 4-ох рівнях:

- організаційний полягає в підтриманні дисципліни, оформленні відповідної документації, розмежування доступу до інформації співробітників АТП;
- технічний включає до себе підтримання зв'язку з водієм на лінії, спостереження за рухом автотранспортних засобів;
- соціально-технологічний забезпечує стимулювання праці співробітників, відповідальність кожного співробітника за репутацією перевізника;
- економічний полягає в запобіганні матеріальних витрат АТП (страхування вантажу, рухомого складу, водіїв, тощо).

1.8. Інформаційні системи управління вантажними перевезеннями

В інформаційній системі управління процесом перевезення вантажів необхідно окреслити коло задач, рішення яких необхідно для ефективного її функціонування. В процесі перевезення вантажів можна виділити наступні задачі:

- підготовка початкової інформації (визначення найкоротших відстаней, компонування інформації, мікро- і макрорайонування, побудування моделей транспортної мережі);
- оптимізація вантажопотоків, тобто закріплення вантажовідправників за вантажоотримувачами; маршрутизація (помашинні і мілко партійні відправки вантажів);
- комплексні задачі раціоналізації і координації роботи транспортних і збиткових організацій;
- вибір певного типу автотранспортного засобу для виконання перевезень в заданих умовах.

Перелічені задачі вирішуються в рамках систем управління технологічними (в даному випадку процесами перевезення) процесами. Данні системи являються основними постачальниками інформації для комплексної системи управління

організацією, в яку входять такі підсистеми, як бухгалтерські, фінансові, кадрові, документообігу та інші, тобто не пов'язані жорстко з специфічною галуззю діяльності.

Інформаційна система управління вантажними автомобільними перевезеннями включає три підсистеми: оперативного планування, управління і аналізу.

Підсистема оперативного планування спрямована на автоматизацію плинного планування перевізною діяльністю АТП і призначена для рішення наступних задач; розрахунок провізних можливостей АТП; розрахунок оптимальних маршрутів руху рухомого складу; складання погодинних графіків роботи автомобілів; складання плану робіт по клієнтурі; розрахунок передбачуючих витрат і необхідних ресурсів для виконання перевезень; складання змінно-добового плану роботи АТП; складання графіка випуску рухомого складу на лінію; оформлення шляхової документації. Вхідна інформація підсистеми формується на підставі даних про потреби в перевезеннях, які складаються з укладених АТП угод і разових замовлень на перевезення, і оцінки провізних можливостей АТП на підставі даних про відремонтовані автомобілі і готових до роботи водіїв. Основними вихідними документами системи являються змінно-добовий план, графіки роботи рухомого складу і шляхові документи.

Підсистеми оперативного управління займає центральне місце в організації перевізного процесу. Вхідною інформацією являється змінно-добовий план і графіки випуску на лінію і роботи рухомого складу. В процесі роботи в систему у режимі реального часу надходить інформація про випуск рухомого складу на лінію і оперативна інформація про роботу рухомого складу. Оперативна інформація, яка надходить, порівнюється з запланованими графіками. У випадку розходження фактичних результатів з запланованими з'ясовується причина зриву, проводиться пошук оптимального рішення для продовження роботи в змінних умовах і виконується корегування завдань водіям. В системах оперативного управління як мінімум реалізується функція оперативного контролювання, котре дозволяє слідкувати за ходом виконання змінно-добового плану в режимі

реального часу. Для реалізації цієї функції достатньо тим або іншим отримати інформацію з лінії. Після чого мається можливість фактичні дані порівняти з запланованими. Більше можливостей для управління мають системи, в яких реалізована функція оперативного регулювання. Оперативне регулювання дозволяє виробляти управляючі дії на перевізний процес при розходженні фактичних даних з запланованими. У цьому випадку система повинна мати програми побудування оптимального плану роботи, які здатні в режимі реального часу виконувати всі необхідні розрахунки на підставі нових вхідних даних. Новий план повинен бути своєчасно доведено до виконавців.

Важливу роль в ефективності роботи системи займають засоби збору даних про роботу рухомого складу на лінії і передавання прийнятих рішень виконавцям. Для цього можуть використовуватися як звичайні засоби зв'язку (телефон, факс, комп'ютерна мережа), так і засоби зв'язку з рухомими об'єктами (радіозв'язок, мобільний зв'язок).

Підсистема оперативного обліку і аналізу дозволяє отримати своєчасну інформацію про результати роботи рухомого складу і виявити основні причини невиконання запланованого обсягу робіт. Вхідною інформацією являються данні з дорожньо-транспортної документації, а також фактичні результати роботи автомобілів, які зафіксовані в системі оперативного управління. Результатом обробки цієї інформації являються техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу; величина заробітної платні водіїв за виконану роботу; величина прибутків АТП і фактична собівартість перевезень; рекомендації по покращенню роботи АТП. Для підтримки процесів прийняття рішення недостатньо інформації, яка надходить від окремих систем, тому окремі бази даних всіх рівнів об'єднуються в сховища даних, які містять узагальнену і агреговану інформацію з різних систем, які використовуються в організації. Для збирання інформації з різних джерел і для її відбиття застосовуються спеціальні технології, які дозволяють об'єднувати і представляти багатомірні данні і робити з них виборки. Таким чином, комплексна інформаційна система представляє сукупність окремих

підсистем і систем підтримки прийняття рішень, об'єднаних єдиним корпоративним сховищем даних.

Три функціональних блока: управляючий, складський і транспортний – обслуговуються незалежними інформаційними системами. Інформація, яка зберігається в базах даних, об'єднаних в сховище даних, надається в систему прийняття рішень для аналізу.

Збільшення прибутку при використанні управляючих інформаційних систем визначається зміною основних виробничих показників об'єкта управління після впровадження системи. При управлінні вантажними автомобільним перевезеннями основне приращування прибутку від впровадження управляючих інформаційних систем полягає в можливості виконання великих обсягів перевезень з використанням таких же ресурсів, або виконання попередніх обсягів перевезень меншими ресурсами. Скорочення потрібних ресурсів, як правило, виражається в зниженні необхідної кількості рухомого складу. Можливе скорочення кількості автомобілів на n маршрутах може бути розраховано за рівнянням

$$\Delta A_e = \sum_{i=1}^n \left(A_{e_i} \cdot \frac{x}{1+x} \right), \quad (1.3)$$

$$\text{де } x = \frac{\Delta\beta}{\beta} + \frac{\Delta\gamma}{\gamma} - \frac{v_m t_{np} \beta}{l_{ie} + \beta v_m t_{np}} \left(\frac{\Delta\beta}{\beta} + \frac{\Delta t_{np}}{t_{np}} \right),$$

де A_e – кількість автомобілів в експлуатації;

β – коефіцієнт використання пробігу;

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності;

v_m – технічна швидкість, км/год;

t_{np} – час простоювання автомобіля під навантаженням – розвантаженням, год;

l_{ie} – відстань вантажної їздки, км.

В залежності від типу використовуючої технології перевізного процесу використання інформаційних управляючих систем забезпечує:

– скорочення непродуктивного пробігу рухомого складу;

- списання часу простоїв при навантаженні – розвантаженні;
- збільшення коефіцієнта використання вантажопідйомності за рахунок попереднього формування партій вантажів;
- можливість використання великовантажного рухомого складу;
- скорочення персоналу, пов'язаного з обробкою і обліком;
- скорочення обсягу запасів і терміну зберігання вантажів.



РОЗДІЛ 2

ПОБУДУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1. Принципи планування вантажних перевезень

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

Перспективне (стратегічне) планування включає в себе розробку основних напрямків і показників діяльності на тривалий термін від 5 до 15 років. В його рамках всі розрахунки виконуються на підставі прогнозів розвитку економічних і соціальних процесів в регіоні і аналізу ринкової кон'юнктури. При перспективному плануванні велике значення має правильне використання сучасних методів прогнозування.

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

$$Q_n = Q_\phi K_z K_n, \quad (2.1)$$

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

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

K_z – коефіцієнт зміни обсягу промислових вантажів до прогнозуючого терміну;

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

$$K_z = K_{zn} \frac{V_n}{V_\phi}, \quad (2.2)$$

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

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

V_ϕ – вагова продукція промисловості на фактичний період, тис.грн.

Прогнозуючий обсяг перевезень будівельних вантажів визначається виходячи з плануючих обсягів будівництва окремо по будівництву промислових і громадських об'єктів. Так, обсяг перевезень для вантажів промислового будівництва розраховується по формулі

$$Q_n = K_n (K_n [0,01 \sum (C_n H_{nc}) + 0,005 \sum (C_n H_{pc})] + 0,01 [\sum C_n + 0,5 \sum (C_n H_m)]), (2.3)$$

де K_n – коефіцієнт нерівномірності будівництва по містам ($K_n = 1,3 \div 1,4$);

K_n – коефіцієнт повторюваності перевезень вантажів промислового будівництва ($K_n = 1,1 \div 1,4$);

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

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

H_{pc} – середня норма розходування будівельних матеріалів і конструкцій на 100 тис.грн вартості ремонту ($H_{pc} = 4,0 \div 6,0$ тис.т);

H_m – середня норма утворення будівельного сміття на 100 тис.грн вартості промислового будівництва і ремонту ($H_m = 1,5 \div 2,0$ 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

$$Q = D_k \alpha_B \sum (A_{cn} Q_{p-d})_i, \quad (2.4)$$

де D_k – кількість календарних робочих днів роботи АТП;

α_B – коефіцієнт випуску рухомого складу;

A_{cn} – списочна кількість рухомого складу;

Q – обсяг вантажів, які перевозяться за робочий день, т.

На коефіцієнт випуску α_B 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 α_B .

Обсяг вантажів, які перевозяться за зміну Q_{p-d} , 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 автотransпортних 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, розрахунку 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 автотransпортних 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 провізні можливості АТП на підставі даних про наявність відремонтованих і готових до виходу на лінію автомобілях.

2.2. Задачі оптимізації і їх місце в плануванні перевезень

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 розрахункової 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

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

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.

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

$$R_j = R_j(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0; \quad x_k \leq 0.$$

При розв'язанні задач оптимізації необхідно визначити і обґрунтувати 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, \dots, 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 змінної обстановки. Використання методів оптимального планування перевезень полягає в тому, що всі задачі перевізного 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 перевізного процесу, особливо задач оперативного планування, які визвали необхідність застосування математичного апарату, наступні:

- 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.
- Задачі характеризуються обмеженістю часу на обробку вхідної інформації, так як, хоча і має місце попереднє надходження первинної інформації (за декаду, за місяць), кожену добу і навіть кожену годину приходить скорегована інформація, невраховувана якої може привести

до викривлення реальної ситуації, до отримання не потрібних для практики результатів.

- 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 під навантаженням і розвантаженням;
 - обмеження пропускної здатності вантажовідправників і вантажеотримувачів;
 - обмеження залежності між типом рухомого складу і видом вантажу.
- Різна періодичність рішення. Так, спроби рішення задач маршрутизації на любий плановий період, крім змінно-добового, виявилися безплідними. Період рішення задач оптимізації вантажопотоків в багатьох залежить від рівня організації, від технологічних властивостей вантажів і т.д.
- При плануванні перевізного процесу кількість пунктів розвантаження набагато перевищує кількість пунктів навантаження. 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.

2.3. Основні методи оптимального планування вантажних автомобільних перевезень

В залежності від вирішуємої задачі у практиці планування перевезень для отримання оптимальних рішень застосовують різні математичні методи. У зв'язку з тим, що в якості критерію оптимальності використовують економічні

показники і часто такі методи носять назву економіко-математичних. Класифікація основних методів, які застосовуються при оптимізаційному плануванні перевезень, наведена на рисунку 2.1.

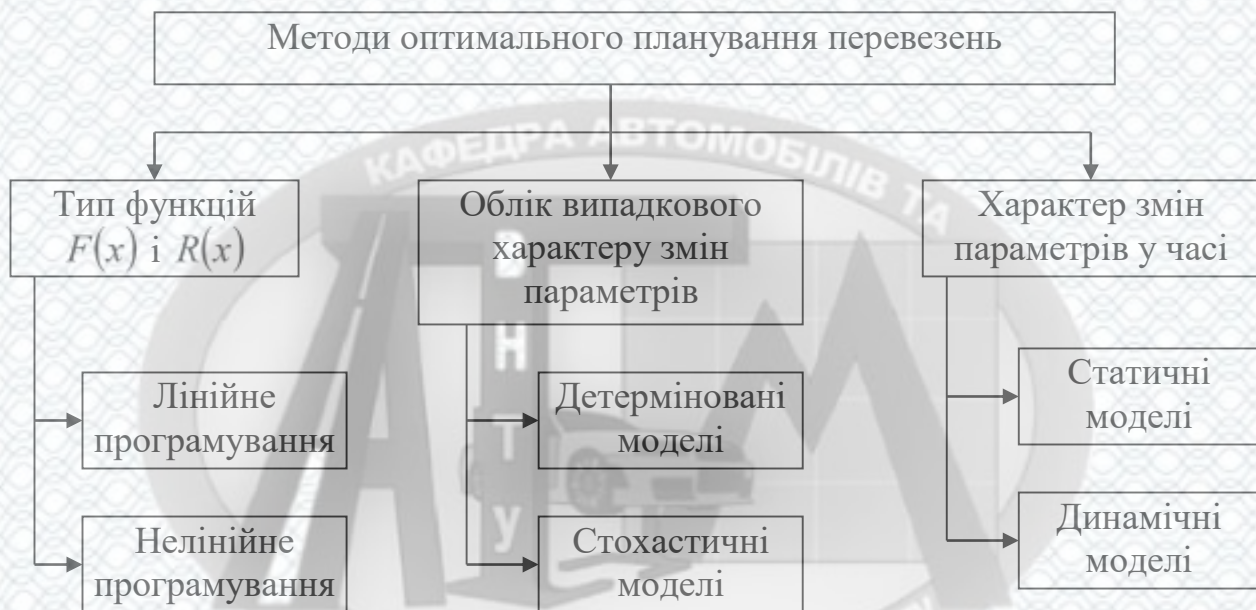


Рисунок 2.1 – Класифікація основних методів оптимального планування перевезень

Лінійне програмування – це математична дисципліна, за допомогою якої виконується аналіз і рішення екстремальних задач з лінійними зв'язками та обмеженнями. Під терміном «програмування» розуміють 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.

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

$$F = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (2.6)$$

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

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

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

До математичного програмування відносять ся також і методи нелінійного програмування. Відповідні задачі в цьому випадку відбивають ся нелінійними рівняннями.

Властивість не лінійності складається в тому, що наслідок взаємодії двох факторів не дорівнює простому алгебраїчному добутку їх дій. Функція приймає екстремальні значення в точках, в яких значення її першої необхідної дорівнює нулю, тобто необхідна умова мінімуму або максимуму функції $f'(x) = 0$.

Деякі задачі планування вантажних перевезень пов'язані з прийняттям ряду послідових і поетапних рішень. Для рішення таких задач використовують ся методи динамічного програмування, в підґрунті котрих полягає сукупність прийомів, які дозволяють знаходити оптимальні рішення, які основані на

обчислені наслідків кожного з прийнятих рішень і напрацюванню оптимальних стратегій для послідуочого рішення.

Окрім методів математичного програмування, в рішенні планово-економічних задач знаходять застосування методи, які створені в прикладній математиці. Ці методи базуються на теорії вірогідностей, математичної статистики і теорії масового обслуговування. При побудуванні стохастичних моделей виходять з вірогідного трактування економічного процесу і його параметрів. При цьому кожній вхідній в модель величині приписується не одно будь-яке значення, а вказується вірогідний 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 розрахування палива, визначення вантажообороту АТП, тощо.

Визначення відстані перевезень відтворюється декількома практичними способами.

1. Безпосереднє замирювання відстані на місцевості. Цей метод мало пристосован із-за значних відстаней, ні 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 по формулі

$$L_m = 2\pi R_k n_k, \quad (2.7)$$

де R_k – радіус колеса;

n_k – кількість обертів колеса.

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

$$R_k = \frac{v_a i_{mp}}{0,377 n_\partial}, \quad (2.8)$$

де v_a – швидкість автомобіля;

i_{mp} – передаточне число трансмісії;

n_∂ – частота обертання колінчастого валу двигуна.

Наближено радіус колеса може бути визначено по параметрам шини за рівнянням

$$R_k = 1,01(0,5d + 0,9B_{ш}), \quad (2.9)$$

де d – діаметр обода;

$B_{ш}$ – ширина профілю шини.

1 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 розгалуженій 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.

Побудування моделі транспортної мережі. 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 характеризується 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 будь-якої 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.

Маючи 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 побудованні 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 полягає в використанні у якості вершин не перетинів дорожньої мережі (перехресть), а центрів мікрорайонів.

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

2.4.1 Алгоритми визначення найкоротшої відстані на графі

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 наступному. 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 будь-якому етапі обчислювань найкоротших відстаней від заданої вершини всі вершини мережі розбиваються на три множини:

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

- 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 M (велике число).

- 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.

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

2.4.2 Формулювання і методи рішення транспортної задачі

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 (вантажоберту). Суть транспортної задачі лінійного програмування полягає у наступному. У пунктах відправлення A_1, A_2, \dots, A_n мається однорідний вантаж у кількості a_1, a_2, \dots, a_n . Цей вантаж необхідно доставити з пункту споживання B_1, B_2, \dots, B_m у кількості b_1, b_2, \dots, 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

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

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

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

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 представляється наступні умова, що

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

так як це необхідно для сумісності системи рівнянь.

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

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

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 інших 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 заводу вантажу складає

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

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

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

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'язанні транспортних задач (в тому числі розподільного метода), лежить принцип послідовного покращання плану. Спочатку визначається початкове 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 ітерцій, 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 слідує 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 стрічкою 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 комірку 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 наявності 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 K (кінець), в інших вільних комірках строки або стовпчика проставляється знак „ x ” і дана стрічка 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 $u + v = c$, 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 матриці, 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 стрічкою 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 завантажених, найбільш потенціальної 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 початковій клітині. При дотримуванні цих правил для кожної не завантаженої комірки 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 побудовання контуру (це не завантажена клітина), їй присвоюється знак „-”. Потім із всіх клітин, позначених знаком „+”, обирають найменше завантаження. Величину цього завантаження віднімають з величини завантаження в усіх 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.

2.4.3 Формулювання і методи рішення задач маршрутизації

Однією з важливих задач оперативного планування перевезень являється складання маршрутів руху автотранспортних засобів. Маршрутизацією перевезень називається визначення 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 маршруту можуть перевозитись різні вантажі, задовольняючи 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.

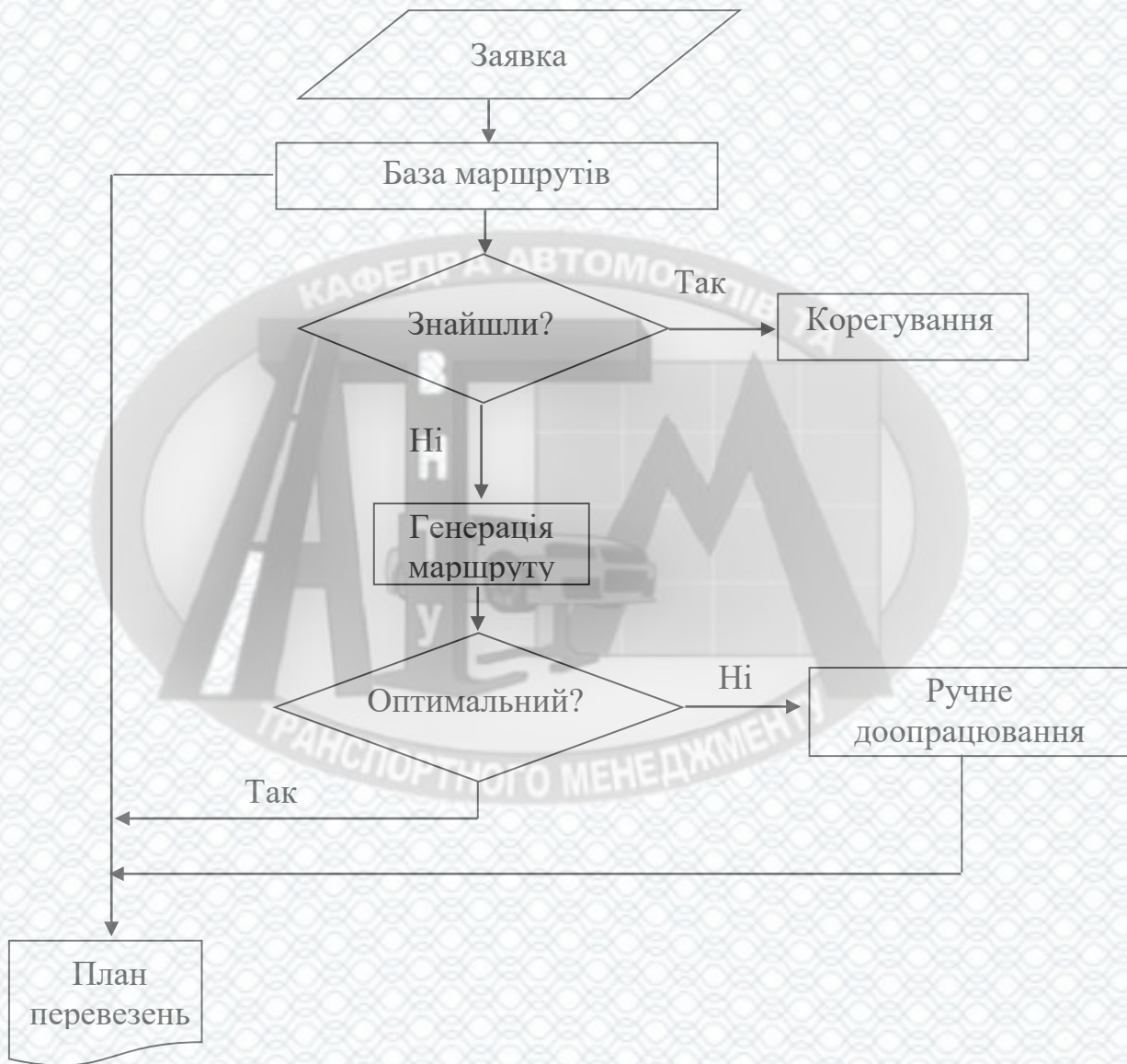
Задачі маршрутизації розподіляються на задачі маршрутизації по-машинних відправок і задачі маршрутизації мілко партійних перевезень. При по-машинних перевезеннях кожний окремий автомобіль завантажується у адресу тільки одного споживача. При мілко партійних перевезеннях автомобіль завантажується або розвантажується поступово по мірі руху по маршруту. Складність задач маршрутизації полягає, як правило, в їх великій 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 розрахованими маршрутами. Для цього створюються бази маршрутів, і визначення оптимального маршруту відтворюється по алгоритму, представленою на рисунку 2.2.

2.5 Оптимізація дрібно-партійних перевезень вантажів

Серед задач планування вантажних автомобільних перевезень особливо виділяються задачі планування мілко партійних перевезень, коли розмір відправленої або отриманої партії вантажу суттєво менше вантажомісткості використаних 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 розвізно-збиральним.



Рисунку 2.2 – Алгоритм планування оптимального маршруту

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 розвізно-збірних маршрутів виникає необхідність побудування маршруту таким чином, щоб не перевищувати вантажомісткість автомобіля, при цьому послідовність об'їзджання 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.

Задачі планування мілко партійних перевезень відносяться до класу задач дискретної оптимізації (у прикладній математиці вони називаються кінцевими оптимізаційними 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 мілко партійних перевезень представлено на рисунку 2.3.

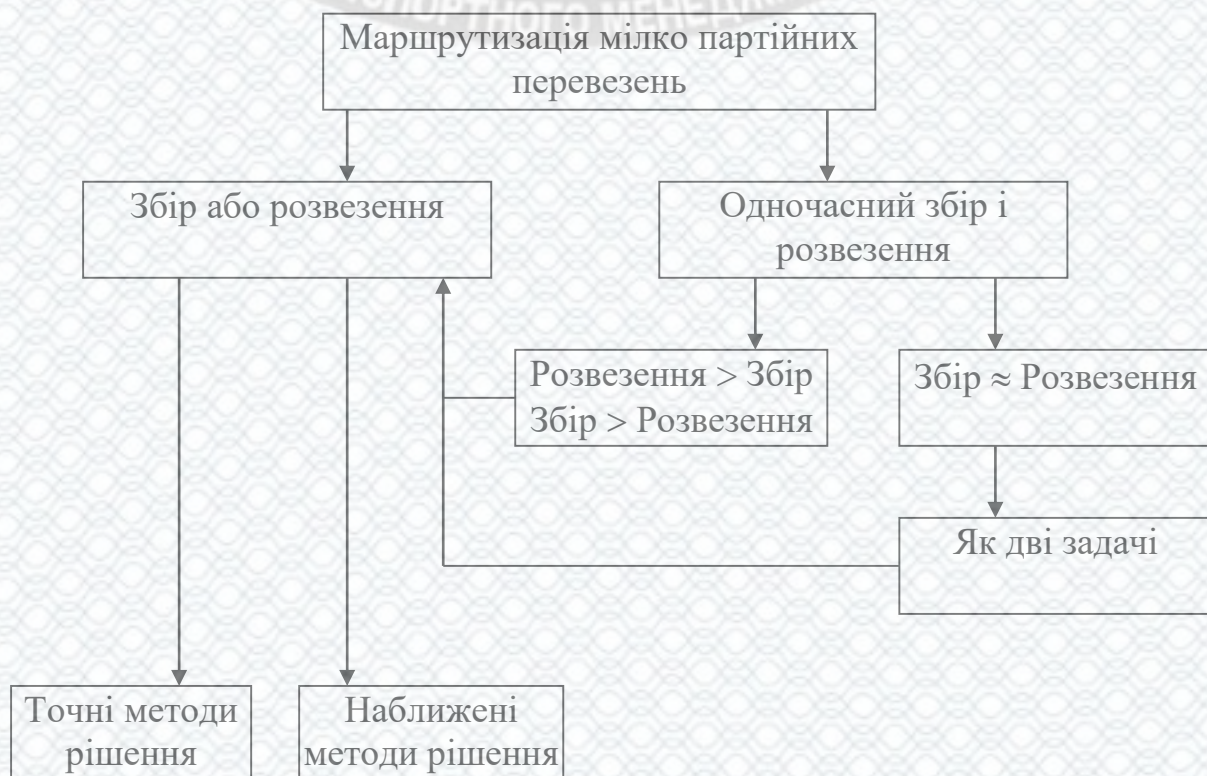


Рисунок 2.3 – Методи маршрутизації мілко партійних перевезень.

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 межа, яка представляє число, менше якого значення цільової функції бути не може. Рішення задачі полягає у поступовому розбитті 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 дрібно-партійних перевезень з одним відправником або отримувачем. Цей метод отримав назву метода Кларка-Райта і оснований на понятті ефекту (вигоди), який отримується від об’єднання двох маятникових маршрутів в один кільцевий.

Якщо є два маятникових маршруту $0 - i - 0$ 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 i ;

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}).

Таким чином, деякі маршрути можливо об'єднати, у відповідності з величиною „вигоди”, у більш крупні маршрути. Якщо при цьому для можливих об'єднань використовувати маршрути, величина „вигоди” на котрих має найбільше значення, то можна розраховувати, що отримане рішення буде близько до оптимального. Рішення закінчується коли подальше об'єднання маршрутів стане неможливим. Це може бути за двома причинами: або не залишилося жодного позитивного значення вигоди (тобто об'єднувати не вигідно), або при об'єднанні перевищується вантажомісткість автомобіля.



РОЗДІЛ 3

ПРОВЕДЕННЯ І ОБРОБКА ДАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ПЛАНУВАННЮ РАЦІОНАЛЬНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ АТП „АДА-ТРАНССЕРВІС”

3.1. Підвищення ефективності дрібно партійних вантажних перевезень

На автомобільному транспорті дрібно партійними 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 дрібно-партійних 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., Телегін О.І. займаються дослідженнями різних питань цієї проблеми на макроекономічному рівні, а Веселов Р.В., Жмачинський В.І., Потехіна Л.А. розглядають економічні аспекти розвитку внутрішньо регіональних дрібно партійних 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 внутрішньо-міського 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 перевозиться, і інших факторів, має найбільш повну відповідність вантажопідйомності автомобілів розмірам представлених до перевезення партій вантажу. В цьому випадку забезпечується оптимальне використання автомобілів кожного типу за рахунок наявності у парку автомобілів потрібної 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 під-інтервали 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 під-інтервал. 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

$$P(q_{i\min} \leq q \leq q_{i\max}) = \sum_{q=q_{i\min}}^{q=q_{i\max}} P(q_i) = F(q_{i\max}) - F(q_{i\min}), \quad (3.1)$$

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

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

$F(q_{i\min})$ – 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

$$P(q_{i\min} < q < q_{i\max}) = \int_{q=q_{i\min}}^{q=q_{i\max}} f(q) dq = F(q_{i\max}) - F(q_{i\min}), \quad (3.2)$$

Для більшості законів розподілення значення функцій розподілення затабульовані. Наприклад, для випадкової величини, яка розподіляється по нормальному закону з параметрами a – математичне очікування та σ –

середньоквадратичне відхилення, складені таблиці для значень інтеграла вірогідності Φ .

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

Розглянемо застосування методики розрахунку однотипного (по спеціалізації) парку автотранспортних засобів в умовах роботи АТП „АДА-ТРАНССЕРВІС”. Розподілення обсягів партій тарно штучних вантажів, які прибувають на залізно дорожню станцію Дніпродзержинськ – вантажний. Середній розмір партії вантажу $q_{cp} = 1,25$ 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 $l_{iv} = 15$ км; коефіцієнт використання пробігу $\beta = 0,5$; час роботи на маршруті $T_m = 7$ год.

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

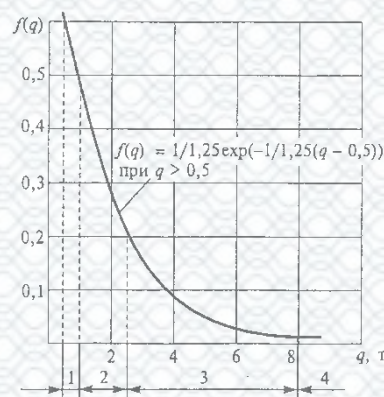


Рисунок 3.1 – Розподілення розмірів партій прибуваючих для перевезення вантажів

Розподілено інтервал зміни розмірів партій вантажу по моделям рухомого складу, які є в наявності на АТП „АДА-ТРАНССЕРВІС”. 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 ЗІЛ-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, v_t , км/год	30	26	24
Вантажопідйомність, q_n , т	1,0	2,5	8,0
Час виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, $t_{н-р}$, год	0,5	0,9	1,4
Коефіцієнт випуску, α_v	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

$$N = \frac{Q_p}{q_{cp}}, \quad (3.4)$$

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

Кількість їздок, які необхідно виконати для вивезення вантажу буде дорівнювати

$$n_{i.вим} = N \sum (P_i + jP_j), \quad (3.5)$$

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

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

$$n_{i.вим1} = N \cdot P_1, \quad (3.6)$$

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

$$n_{i.вим2} = N \cdot P_2, \quad (3.7)$$

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

$$n_{i.вим3} = N \cdot P_3, \quad (3.8)$$

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

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

$$n_i = \frac{365 \cdot \alpha_e \cdot T_m \cdot \beta \cdot v_m}{l_{iv} + v_m \beta \cdot t_{n-p}}, \quad (3.9)$$

де α_e – коефіцієнт випуску;

T_m – час роботи автомобіля на маршруті, год;

β – коефіцієнт використання пробігу автомобіля;

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

v_m – технічна швидкість, км/год;

t_{n-p} – час простоювання під навантаженням-розвантаженням, год.

Для першої моделі автомобіля буде складати

$$n_{i1} = \frac{365 \cdot 0,75 \cdot 7 \cdot 0,5 \cdot 30}{15 + 30 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 1277 \text{ їздок.}$$

Аналогічно для інших моделей рухомого складу кількість їздок буде складати

$$n_{i2} = 995 \text{ їздок;}$$

$$n_{i3} = 674 \text{ їздки.}$$

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

$$A_{m1} = \frac{n_{iev,m1}}{n_{i1}}; \quad (3.10)$$

$$A_{m1} = \frac{3720}{1277} = 2,91 \text{ авто.}$$

Приймаємо $A_{m1} = 3$ автомобіля.

$$A_{.m2} = \frac{3624}{995} = 3,64 \text{ авто.}$$

Приймаємо $A_{.m2} = 4$ автомобіля.

$$A_{.m3} = \frac{656}{674} = 0,97 \text{ авто.}$$

Приймаємо $A_{.m3} = 1$ автомобіль.

3.3. Планування мілко партійних маршрутів по методу Кларка-Райтона

Згідно з планом вантажообігу АТП „АДА-ТРАНССЕРВІС” необхідно розвезти з центрального пункту (залізнична станція Дніпродзержинськ – вантажний) продукцію декільком споживачам, забрати і доставити на завод залізобетонних виробів повернуту 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 котрим 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

$$f_{ij} = l_{oi} + l_{jo} - l_{ij}, \quad (3.11)$$

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

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	

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 розвізно-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., отримується 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'єданого 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 ввозиться, 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 наступному кроці розглядаємо об'єднання маршрутів $0 - 4 - 6$ та $0 - 9 - 0$, так як величина відповідної їм переваги являється найбільшою.

Для об'єданого 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	Маршрут	Вантажоотримуючі пункти									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	
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 наступної найбільшої переваги дорівнює 25; це ефект, який отримується при об'єднанні маршрутів 0 – 7 – 0 та 0 – 8 – 0. Сумарна кількість вантажу, який ввозиться для цього об'єданого маршруту складає 130 одиниць, а сумарна кількість вивізного 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 використовуючих 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								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
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										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
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 залишившихся 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								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
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 розвізно-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'єднаним 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 послідовних кроків. Цьому приймаємо 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

Побудування 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

$$t_{\text{де}} = f(D, T, T_x, \Phi), \quad (3.12)$$

де D – 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;

Φ – 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 використовувати стаж роботи водія і його вік. Для оцінки стану водія був обраний метод математичного аналізу серцевого ритму шляхом реєстрації електрокардіограми 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 досліджуваних по належності до групи по типу нервової системи використовувалось спеціальне типологічне опитування водіїв [8].

Дослідження проводились на базі автотранспортного підприємства м. Дніпродзержинська ТОВ „АДА-ТРАНССЕРВІС”. 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 фіксуючих 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 Стюдента, 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 V_e спостерігається помітна ступінь кореляції. Для інших моделей ступінь кореляції помірний. 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, P_d , бали	$T = 223,3 + 107,87P_d$	0,47	0,22
3	Середній коефіцієнт зчеплення коліс з дорожнім покриттям, K_z	$T = 2383,8 - 2674,92K_z$	0,55	0,3
4	Стаж водія, S_v , роки	$T = 1117,4 - 16,3S_v$	0,31	0,1
5	Кількість перехресть на маршруті, N_n	$T = 163,5 + 90,18N_n$	0,75	0,56
6	Середня кількість полос на маршруті, K_n	$T = 20,2 + 513,4K_n$	0,33	0,11
7	Коефіцієнт використання вантажопідйомності, γ	$T = 1326,4 + 537,05\gamma$	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 більшій 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 АТП „АДА-ТРАНССЕРВІС”, яке знаходиться в м. Дніпродзержинську. Дане автотранспортне авто підприємство має у своєму складі парк рухомого складу з автомобілів слідує моделей: МАЗ-500А; КамАЗ-5320; ЗІЛ-4503. Господарча діяльність АТП „АДА-ТРАНССЕРВІС” складається з надання послуг підприємствам м. Дніпродзержинська 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 по-машинних 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 АТП „АДА-ТРАНССЕРВІС”, готових до подальшого перевезення вантажів. До вантажовідправник пунктів відносяться: піщаний кар'єр у лівобережній частині міста (A_1); завезення залізобетонних виробів по вул. Дніпробудівський (A_3); залізо-дорожня станція Дніпродзержинськ – вантажний по вул. Петровського (A_2); залізо-дорожня станція Баглій (A_4). Вантажоспоживні пункти включають до себе наступні підприємства: Дніпровський металургійний комбінат (B_3) цегляний завод „Силар” (B_1) і завод залізобетонних виробів (B_4) по вил. Дніпробудівський; цементний завод по вил. Корчевського (B_5) ВАТ „Придніпровський коксохімічний завод” по вул. Колеусівській (B_2).

Таблиця 3.9 – Завдання на перевезення по кільцевому маршруту

Вантажо- відправник	Вантажо- отримувач	Кількість вантажів, 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 допустимій 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

$$n_i = \frac{\sum Q_{bij}}{\gamma \cdot q_n}, \quad (3.13)$$

де $\sum Q_{bij}$ – загальна кількість вантажу, яке необхідно перевезти від кожного постачальника до кожного споживача;

q_n – номінальна вантажопідйомність автомобіля ($q_n = 4,5$ т);

γ – 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 комірки матриці. Відстань від АТП до вантажовідправників і вантажоотримувачів 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 виходить 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 матрицю у вигляді числа, виділеного жирним шрифтом (табл.3.11.). Таким чином, отримана 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	Внтажоотримувачі					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 комірці 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:

- 1 маршрут №1: $A_1 - B_2 - A_1 - 5$ оборотів;
- 2 маршрут №2: $A_2 - B_4 - A_2 - 5$ оборотів;
- 3 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 комірках матриці, при цьому значення завантажень у вершинах контуру повинні чергуватися: спочатку йде комірка, яка містить вантажні їздки. Потім комірка, 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: $A_3 - B_1 - A_4 - B_4 - A_2 - B_2 - A_3 - 2$ зворотня.

Загальний пробіг рухомого складу при перевезенні 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:

- 1 початок в пункті A_4 , кінець в пункті B_3 , нульовий пробіг 14 км;
- 2 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 наступний 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 маршруту рута можливі три варіанти вибору початкового пункту:

- 1 початок в пункті A_2 , кінець в пункті B_4 , нульовий пробіг 12 км;
- 2 початок в пункті A_4 , кінець в пункті B_3 , нульовий пробіг 14 км;
- 3 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:

- 1 початок в пункті A_2 , кінець в пункті B_4 , нульовий пробіг 12 км;
- 2 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 трудомістким 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

$$t_o = \frac{l_m}{v_T} + t_{n-p}, \quad (3.14)$$

де l_m – довжина маршруту, км;

v_T – технічна швидкість автомобіля, км/год;

t_{n-p} – час навантаження і розвантаження автомобіля, хв.

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

Час роботи автомобіля на маршруті

$$T_m = T_n - \frac{l_n}{v_T}, \quad (3.15)$$

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

l_n – нульовий пробіг автомобіля за робочу зміну, км.

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

Можлива кількість оборотів, яке може виконати один автомобіль визначається

$$n_o = \frac{T_m}{t_o}, \quad (3.16)$$

де T_m – час перебування автомобіля на маршруті, год;

t_o – час обертв автомобіля, год.

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

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

$$T_p = T_m - 2t_o + t_3, \quad (3.17)$$

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

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 обертв на цьому маршруті буде складати

$$t_o = \frac{2l_{ig}}{v_T} + t_{n-p}, \quad (3.18)$$

де l_{ig} – відстань вантажної їздки автомобіля, км

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

Кількість обертів розраховується по формулі

$$n_o = \frac{T_p - t_{nid}}{t_o}, \quad (3.19)$$

де t_{nid} – час під'їждання для переїзду з точки завершення роботи на маршруті №7.

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

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_o , км	l_x , км	n_i	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 отриманих 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

$$\beta = \frac{l_6}{(l_6 + l_x)}, \quad (3.20)$$

де l_6 – пробіг автомобіля з вантажем, км;

l_x – пробіг автомобіля без вантажу, км.

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

Годинна продуктивність автомобіля буде складати

$$U = \frac{Q}{T_m}, \quad (3.21)$$

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 маятниковим 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:

- 1 особливості перевезень можуть вмикати вимоги по обов'язковій доставці певних вантажів, і тривалість рейсів до різних вантажеотримувачів може суттєво розрізнятися;
- 2 ресурси АТП накладають обмеження на тривалість роботи рухомого складу; при цьому транспортні засоби можуть мати різну вантажопідйомність;
- 3 динамічно змінюючи фактори визначають зайнятість 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 їзду. 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 (цементний завод; ВАТ „Баглійкокс”, Дніпровський металургійний комбінат; ВАТ „Шляховик”), 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. Провимірємо 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:

- 1 перевищений час у наряді (випадок 1);
- 2 їздка з більшим номером попереджає їздку з меншим номером (випадок 2);
- 3 на рівні рішення задачі з більшим номером прийнята їздка, яка попереджає їздку, прийняту на рівні з меншим номером (випадок 3);
- 4 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);
- 5 якщо план дозволяє в залишив шийся час виконати ще хоча б одну їздку – неповний план (випадок 5);
- 6 якщо загальний час виконання всіх залишившихся їздок починає перевищувати загальний час в наряді залишившихся вільними автомобілів (випадок 6).

Загальне скорочення перебору може бути отримано, якщо є їздки з однаковим часом виконання. Доцільно таким їздам 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 шагів. Виконання одного шага відноситься до певного рівня і визначає перехід до слідує чого або попереднього рівня. Кількість рівнів відповідає чисельності автомобілів. До початку кожного шага мається список вільних їздок і визначає мий ним невід'ємний запас часу. Враховуючи, що їздам однакової тривалості присвоюється один номер, маємо по

дві їздки з номерами 1, 2, 3 і чотири їздки з номером 4. Запас часу складає $t_3 = 4 \cdot 480 - 1884 = 36$ хв..

Послідовність виконання розрахунків наведена у додатку А.

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. Далі слідє 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 шаг відноситься до другого рівня. З списку вільних їздок вилучені обидві перші і одна друга їзка. На другому шагу аналогічно визначається допустимий план їздок (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 їздок була їзка 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 їздки 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 слідуочий 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, 4 також повний, але він має більший резерв часу ($78 > 18$).

Наступним являється план 3, але він залишає вільною їздки 2. Цей випадок вже розглянуто, слід переходити до слідуочого 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 їздок

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



РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному дипломному проєкті, проєктується приміщення, де виконувалася робота по вдосконаленню організації перевезень вантажів та структури рухомого складу автотранспортного підприємства „АДА-ТРАНССЕРВІС” місто Кам’янське .

4.1. Аналіз умов праці

У приміщенні будуть виникати небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що відносять до фізичної і психологічної груп.

До групи фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться:

- Підвищений рівень шуму;
- Підвищене значення напруги в електричній мережі, замикання якої може відбуватись через тіло людини
- Відсутнє або недостатнє природне освітлення
- Недостатнє освітлення

Психологічну групу шкідливих і небезпечних виробничих акторів складають:

- Фізичні перевантаження(статичні)
- Нервово-психічні перевантаження (монотонність праці).

4.2. Техніка безпеки

Електробезпека

Для живлення обладнання електричним струмом використовують трифазну чотири провідну мережу напругою до 1000В з заземленою нейтраллю, напругою $U = 380/220В$. Оскільки мають місце такі небезпечні умови, як наявність струмопровідної підлоги (лінолеум), а також є можливість одночасного дотику людини до металевих частин конструкції, то приміщення відносять до приміщень

з особливою безпекою , тому для захисту працюючих від можливого ураження електричним струмом слід передбачити такі заходи:

1. Забезпечити недоступність струмопровідних елементів, що знаходяться під напругою для випадкового дотику. Застосування подвійної ізоляції.
2. Застосовувати занулення обладнання, що може опинитись під напругою.
3. використання систем захисного відключення.
4. Використання малих напруг в лампах місцевого освітлення.

Техніка безпеки.

Умови праці повинні бути максимально безпечними для працюючих.

Особливу увагу також слід приділяти робочому місцю.

4.3. Виробнича санітарія

Вимоги до обладнання та приміщення.

Всі вимоги до обладнання, приміщення зводяться до створення умов, які б були б безпечними для працюючих, не допускали б або знижували небезпеку контакту людини з небезпечною зоною. Тому обладнання, що використовуватиметься(комп'ютери) повинно бути оснащене запобіжниками і сигналізуючими пристроями.

Особливу увагу слід приділити до вимог безпеки приміщень. Ці приміщення повинні забезпечувати сприятливу виробничу обстановку і ліквідувати пожежну небезпеку. Об'єм виробничого приміщення повинен бути таким, щоб на одного працюючого припадало не менше 15 м³, а площа приміщення - не менше 6 м².

Зовнішні стіни приміщення повинні мати таку товщину, при якій виключалась би можливість конденсації вологи на внутрішній поверхні.

На ділянці слід передбачити побутові приміщення, кімнати відпочинку, що дозволить створити сприятливі виробничі умови.

Мікроклімат в виробничому приміщенні.

Роботи, що виконуються відносяться до категорії робіт І б – малої важкості. Вони пов'язані з ходінням працюючих. Ці роботи пов'язані з малим фізичним навантаженням.

Параметри, що характеризують мікроклімат в приміщенні є наступними: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря.

Визначені оптимальні і допустимі норми цих параметрів в залежності від категорії робіт, періоду року. Числові значення цих норм подано в табл.4.1. Для нормалізації мікроклімату в виробничому приміщенні необхідно улаштувати вентиляцію і опалення.

Інтенсивність опромінення 100 Вт/м^2 .

Опромінення людського тіла не більше 25 %.

Таблиця 4.1 Оптимальні і допустимі норми

Період року	Категорія	Температура, °С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		О	Допустима		Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст. не
			Верхня гран.	Нижня гран.				
Холод	Іб	17-19	21	15	40-60	75	0,3	0,4
тепл	Іб	20-22	27	16	40-60	70	0,4	0,5

4.4.Опалення і вентиляція

Система вентиляції приміщення буде комбінована, тобто буде поєднувати в собі механічну і природну, організовану вентиляцію.

Механічна вентиляція буде здійснюватись за рахунок вентилятора з приводом від електродвигуна. При обертанні вентилятора створюється різниця тиску, в результаті чого повітря переміщується з приміщення (витяжна вентиляція) і в приміщення (проточна вентиляція).

Приточна вентиляція забезпечуватиме приток чистого повітря в приміщення, а витяжна вентиляція забезпечуватиме видалення забрудненого повітря назовні.

Природна вентиляція здійснюватиметься за рахунок різниці густин повітря, що виникатиме за рахунок різниці температур повітря, а також за рахунок енергії вітру.

Для здійснення природної вентиляції будуть застосовуватись квартирки.

Для компенсації втрат тепла і підтримання температури повітря в межах норми передбачається встановлення систем опалення. Система опалення буде водною (температура води понад 100⁰C). Використання такої системи дозволить підтримувати належний температурний режим з мінімально можливими витратами.

Освітлення.

Для освітлення приміщення буде використовуватись суміщене освітлення. Природне освітлення буде здійснюватись боковим світлом – через вікна в зовнішніх стінах. Штучне освітлення буде комбінованим. Джерелами загального штучного освітлення будуть газорозрядні лампи, а місцевого – лампи розжарення.

Передбачені норми штучного і природного освітлення. В табл.4.2 подано норму штучного освітлення, а також коефіцієнт природного освітлення для 2-го поясу світлового клімату в залежності від робіт, що виконуються. Оскільки місцевість, на якій розташовано підприємство відносять до 4-го поясу світлового клімату, то нормоване значення коефіцієнту природного освітлення обчислюють за формулою:

$$e^{IV}=e^{III}Cm \quad (4.1)$$

e^{III} – коефіцієнт природного освітлення для III поясу світлового клімату

C – коефіцієнт сонячності клімату($C=0,9$)

m – коефіцієнт світлового клімату($m=0,75$)

тоді,

$$e^{IV}=2,5*0,9*0,75=1,75\%$$

Таблиця 4.2 Норма штучного освітлення

Характер зорової	Найменший розмір	Розряд зорової	Підрозряд зорової	Контраст об'єкту	Характер фону	Штучне,	Природне,
						лм	%
Високоточн.	Більше 0,15 до 0,3	2	в	Середн.	Середн.	750	2,5

Розрахунок достатності природного освітлення.

В приміщенні знаходять два вікна висотою 2,4м та шириною 3 м, площа яких становить $14,4\text{м}^2$.

Розраховуємо КПО за формулою:

$$e_h^{\sigma} = \varepsilon_{\sigma} q \Gamma_1 \frac{\tau_0}{K_3}, \quad (4.2)$$

де ε_{σ} – геометричний КПО в розрахунковій точці;

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,01(\Pi_1 + \Pi_2), \quad (4.3)$$

де Π_1 , Π_2 - кількість променів що падають в розрахункову точку відповідно на поперечному перерізі та на плані приміщення ,

$q = 0,77$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірну яскравість хмарного неба;

$r_1 = 6,8$ - коефіцієнт, що враховує підвищення КПО;

τ_0 - загальний коефіцієнт світло пропускання;

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (4.4)$$

де $\tau_1 = 0,8$ - коефіцієнт пропускання матеріалу;

$\tau_2 = 0,7$ - коефіцієнт, що враховує втрати світла в сплетіннях світлопроводу;

$\tau_3 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях;

$\tau_4 = 1,0$ - коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях;

$\tau_5 = 0,9$ - коефіцієнт, що враховує втрати світла в захисній сітці;

K_3 - коефіцієнт запасу;

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,5.$$

Підраховуємо кількість променів n_1 та n_2 відповідно $n_1=11$; $n_2=44$.

Так, як $00 \varepsilon_0 = 0,01(11+44) = 0,05$, то

$$e_p^0 = 0,55 \cdot 0,77 \cdot 6,8 \cdot \frac{0,5}{1,3} = 1,1\%.$$

Відхилення розрахункового значення від нормального становить 8,2%, що допускається.

Отже, в приміщення достатньо надходить природного світла.

4.5 Шум і вібрація

СНиП 3223-85 для даного виду трудової діяльності передбачає відповідні значення рівнів звукового тиску, рівня звуку і еквівалентний рівнів звуку (табл.4.3)

Таблиця 4.3 Рівнів звукового тиску, рівня звуку і еквівалентний рівнів звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									рівні звуку і еквівалентні рівнів звуку, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Вібрація, так як і шум негативно впливає на організм людини. Джерелом вібрацій є фактично кожна машина, як і при боротьбі з шумом, необхідно збалансувати тіла, що обертаються, зменшувати пульсацію робочих рідин та газів. Вібрація, що може виникнути в даному виробничому приміщенні, відноситься до категорії третього типу. Параметри, що характеризують вібрацію,

є віброшвидкість і віброприскорення. Нормовані значення цих величин подано в табл.4.4 (для локальної вібрації) і в табл.4.5 (для загальної вібрації).

Таблиця 4.4 Нормовані значення для локальної вібрації

Середньо геометрична частота октавних смуг, Гц	Нормативні значення			
	віброприскорення		віброшвидкість	
	m/c^2	дБ	$m/c * 10^{-2}$	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	136	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	147	1,4	109
500	42,5	153	1,4	109
1000	85	150	1,4	109

Таблиця 4.5 Нормовані значення для загальної вібрації

Середньо геометричні частоти смуг, Гц	Допустимі значення нормуемого параметра		
	По віброприскор. m/c^2	По віброшвидкості	
		$m/c * 10^{-1}$	дБ
2,0	0,14	1,3	108
4,0	0,10	0,45	99
8,0	0,11	0,22	93
16,0	0,2	0,20	92
31,5	0,4	0,20	92
63	0,8	0,20	92

4.6. Пожежна безпека

Виробництво відноситься до категорії “В”(наявність горючих речовин і матеріалів). Будівлі відносять до II-ї ступені вогнестійкості (несучі і огорожувальні конструкції виконуватимуться з залізобетону з використанням металевих і плитних негорючих матеріалів). В покрівлі приміщень будуть

застосовуватись металеві конструкції, приміщення буде обладнане евакуаційнимиходами.

Пожежа на даному виробництві може виникнути по наступним причинам:

1. Несправність електромережі і електрообладнання.
2. Паління.

Для уникнення можливих пожеж необхідно:

1. Дотримання протипожежних норм і правил.
2. Періодичний інструктаж працюючих з протипожежної безпеки.
3. Дотримання виробничих дисциплін.
4. Дотримання протипожежних норм при проектуванні приміщень.
5. Заборона паління.

Крім цього слід передбачити засоби пожежогасіння. До таких відносять вогнегасники порошкові (ОПС-65, ОПС-10), вуглекислотні (ОУ-2А, ОУ-5, ОУ-8). Після того як електрона пруга буде знята, можна користуватись водою, хімічними вогнегасниками ОХП-8, ОХП-10.

Кожен працюючий повинен бути ознайомлений з розташуванням засобів гасіння, планом будівлі, обов'язками на випадок пожежі.

Таблиця 4.6 – мінімальні межі вогнестійкості (в чисельнику) і максимальні межі розповсюдження вогню (в знаменнику).

Ступень вогнестійкості	Стіни				Коло ни	Проці сходів, марні, балки	Плити, інші несучі конструкції
	Несучі	Само несучі	Зовнішні несучі	Внутрішньо несучі			
II	2/0	1/0	(0,25..0,5)/(0,40)	25/0,40	2/0	1/0	0,75/0

ВИСНОВКИ

В АТП перевезення вантажів виконується в основному на простих маятникових маршрутах, на яких продуктивність автомобіля в тоннах і тонно-кілометрах є найменшою.

Розрахунки показують, що продуктивність автомобіля в тоннах і тонно-кілометрах збільшується зі збільшенням кількості їздок автомобіля з вантажем за оборот.

Звідси раціональним маршрутом є такий маршрут, на якому виконуються дві взаємозв'язані між собою умови: найменший загальний пробіг за оборот; виконання на цьому не менше двох їздок з вантажем. На такому маршруті коефіцієнт використання пробігу за оборот буде більше 0,5 і менший або дорівнювати 1.

Кільцеві маршрути з $\beta = 0,5$, на яких виконується за оборот дві і більше їздок, також можуть бути віднесені до раціональних, якщо на них зменшується загальний пробіг всіх автомобілів.

Найбільш раціональним маршрутом є маршрут, на якому виконується більше двох їздок за оборот. Підвищення продуктивності на раціональних маршрутах досягається в основному за рахунок зменшення часу одного обороту автомобіля, збільшення кількості їздок з вантажем (як за оборот, так і за зміну).

Підвищення продуктивності в тоннах і тонно-кілометрах призводить до зменшення необхідної кількості автомобілів для опанування заданих обсягів перевезення, до зменшення загального пробігу всіх автомобілів.

Зменшення необхідної кількості автомобілів, зменшення загального їх пробігу забезпечує зменшення витрат на перевезення і збільшення прибутків.

Розглянуті фактори для поліпшення умов праці в приміщенні, де проводилась обробка отриманих при дослідженні параметрів на АТП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біліченко В.В. Методи оптимального планування вантажних автомобільних перевезень / В.В. Біліченко, С.В. Цимбал, Тарік Раб Рінд // Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», – Вінниця: ВНТУ, 2020, Режим доступу:<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2021/schedConf/presentations>.
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 – Кременчук: КГПУ, 2001 – 61 – 69 с.

