

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

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему «**Оптимізація маршрутів перевезень лікарських засобів
автомобільним транспортом приватного підприємства «Конекс» місто
Вінниця»**



Виконав: студент 2 курсу,

групи 1ТТ-18м спеціальності 275 –
Транспортні технології (за видами) за
спеціалізацією 275.03 – Транспортні
технології (на автомобільному
транспорті)

Крупський Я. Ю.

Керівник: канд. техн. наук, доцент

Смирнов Є.В.

Рецензент: _____

Вінниця – 2019 року

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу 4 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 100 стор., у тому числі 5 рис., 27 табл., 58 літературних джерел.

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є оптимізація логістичних показників перевезень дрібнопартійних вантажів на прикладі перевезення лікарських засобів ПП «Конекс».

Робота складається з чотирьох частин:

1 Аналіз стану питання дрібнопартійних перевезень. Аналіз процесу автотранспортних перевезень ПП «Конекс».

2 Обґрунтування методу оптимізації маршрутів дрібнопартійних перевезень.

3 Визначення показників автотранспортних перевезень ПП «Конекс».

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження - процеси перевезення дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом в умовах підприємств роздрібною торгівлі.

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності перевезень дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом на основі удосконалення методики оптимізації логістичних показників системи перевезення.

В роботі виконано (розроблено) удосконалення методики оптимізації логістичних показників перевезення дрібнопартійних вантажів на автомобільному транспорті, отримана в результаті удосконалення алгоритму Кларка-Райта.

ABSTRACT

The master's qualification work consists of introduction of 4 sections and general conclusions. Total workload 100 pages, including 5 Fig., 27 table, 58 literary sources.

The subject of the master's qualification work is the optimization of logistic indicators of transportation of small-lot cargoes on the example of transportation of medicines of PE "Koneks".

The work consists of four parts:

1 Analysis of the state of the issue of small batch transportations. Analysis of the process of road transportation of PE "Koneks".

2 Justification of the method of optimization of routes of small-lot transportation.

3 Definition of indicators of motor transportation of PE "Koneks".

4 Occupational Health and Safety.

The object of the study is the processes of transportation of small parcels by road in the conditions of retail trade enterprises.

The main purpose of this qualification work is to increase the efficiency of transportation of small batch cargoes by road based on the improvement of the method of optimization of logistic indicators of the transportation system.

In the work the improvement of the method of optimization of logistic indices of transportation of small-lot cargoes by road was performed (developed), obtained as a result of the Clark-Wright algorithm improvement.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ДРІБНОПАРТІОННИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПП «КОНЕКС».....	6
1.1 Сучасний стан автотранспортних перевезень в Україні.....	6
1.2 Зміст поняття «дрібнопартіонні перевезення»	10
1.3 Основні показники дрібнопартіонних перевезень	15
1.4 Аналіз процесу автотранспортних перевезень ПП «Конекс»	26
1.4.1 Загальна характеристика процесу автотранспортних перевезень ПП «Конекс».....	26
1.4.2 Аналіз складу, структури і стану рухомого складу	30
1.4.3 Особливі вимоги до процесу перевезень лікарських засобів	31
1.5 Висновки	35
2 ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ДРІБНОПАРТІОННИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	37
2.1 Методи вирішення задачі маршрутизації	37
2.2 Аналіз алгоритму Кларка-Райта	49
2.3 Удосконалення алгоритму Кларка-Райта	58
2.4 Висновки	64
3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПП «КОНЕКС»	66
3.1 Вибір та обґрунтування вихідних даних	66
3.2 Маршрутизація перевезень лікарських засобів ПП «Конекс» з використанням алгоритму Кларка-Райта	70
3.3 Маршрутизація перевезень лікарських засобів ПП «Конекс» з використанням удосконаленого алгоритму Кларка-Райта	73
3.4 Оцінка ефективності запропонованих рішень	74
3.5 Висновки	77

	2
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	78
4.1 Аналіз умов праці.....	78
4.2. Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	78
4.2.1. Мікроклімат	79
4.2.2 Склад повітря робочої зони	80
4.2.3. Виробниче освітлення	81
4.2.4. Виробничий шум.....	81
4.2.5. Виробничі вібрації.	82
4.3 Технічна безпека.	83
4.3.1. Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.	83
4.3.2. Технічні рішення з електробезпеки.....	83
4.4 Пожежна безпека.....	83
4.5 Організація та розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки рухомого складу.....	86
4.6 Висновки	90
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94
ДОДАТКИ.....	100

ВСТУП

Актуальність. Вантажний автомобільний транспорт є однією з найважливіших підгалузей автомобільної галузі. В умовах ринкової економіки постійно розширюється номенклатура продукції, що виробляється. Збільшується і кількість постачальників, так і число одержувачів продукції. Збільшуються відстані між одержувачами і відправниками.

Зростання добробуту населення тягне за собою поліпшення постачання продовольчими та промисловими товарами, підвищення якості комунального та медичного обслуговування. У вирішенні цих завдань вантажному автомобільному транспорту також відводиться першорядне місце.

Ринкова економіка характеризується високою динамічністю середовища. Подальший розвиток логістичної концепції серед інших вимог має на увазі оперативну реакцію виробника на запити споживача. Тут також першорядне значення займає транспортна підсистема логістичної системи, що дозволяє доставити товар одержувачу за найкоротшим маршрутом і, відповідно, в найкоротші терміни.

Зміни, що відбулися в характері попиту на транспортні послуги призвели до того, що на сьогоднішній день в структурі вантажообігу 80% складають дрібнопартійні вантажі, що перевозяться переважно по розвізних маршрутах. Цей зростаючий попит на перевезення дрібнопартійних вантажів дозволить автомобільного транспорту зміцнити своє становище на ринку транспортних послуг. В даний час великі фірми, що мають мережу складів або філій, а також середні і дрібні підприємства зацікавлені у вирішенні задачі маршрутизації з метою зменшення транспортних витрат при масового перевезення сировини або готової продукції. Рішення завдання маршрутизації, як і раніше особливо актуально при внутрішньоміських перевезеннях. Очевидно, у міру розвитку ринкової економіки в країні, підвищення ефективності транспортного процесу вимагає нових підходів до організації перевезень.

У той же час існує брак добре зарекомендованих на практиці методик щодо ефективного вирішення завдання маршрутизації. Нині діючі методики і створені на їх базі програмні продукти, як правило, вирішують приватні завдання - прокласти маршрут від точки до точки. Однак вони не в змозі побудувати систему найкоротших маршрутів в прийнятні терміни з економним використанням праці і коштів.

Це обумовлює необхідність розробки досить простих і реалізованих на практиці за розумний час алгоритмів оптимізації логістичних показників перевезень дрібнопартійних вантажів на автомобільному транспорті.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Магістерська кваліфікаційна робота виконана в рамках наукових досліджень кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи полягає в тому, щоб підвищити ефективність перевезень дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом на основі удосконалення методики оптимізації логістичних показників системи перевезення.

Для досягнення поставленої мети в магістерській класифікаційній роботі поставлені наступні завдання:

- 1) проаналізувати сучасний стан проблеми дрібнопартійних перевезень на автомобільному транспорті та показників їх оцінки
- 2) проаналізувати основні показники роботи ПП «Конекс» та його автотранспортного підрозділу
- 4) провести аналіз та систематизацію економіко-математичних методів застосовуваних для вирішення завдання маршрутизації;
- 5) удосконалити методику маршрутизації перевезення дрібнопартійних вантажів на базі методу Кларка-Райта;
- 7) вирішити задачу маршрутизації перевезень лікарських засобів ПП «Конекс» на основі удосконаленої методики та оцінити економічного ефекту від її використання .

Об'єкт дослідження – процеси перевезення дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом в умовах підприємств роздрібною торгівлі.

Предмет дослідження - оптимізація логістичних показників перевезень дрібнопартійних вантажів на прикладі перевезення лікарських засобів ПП «Конекс».

Наукова новизна роботи:

- 1) уточнено означення дрібнопартійних перевезень, проведена класифікація дрібнопартійних перевезень;
- 2) отримали продовження методів маршрутизації дрібнопартійних перевезень вантажів на автомобільному транспорті
- 3) удосконалена методика оптимізації логістичних показників перевезення дрібнопартійних вантажів на автомобільному транспорті, отримана в результаті удосконалення алгоритму Кларка-Райта.

Практична значимість. Запропонована методика може застосовуватися організаціями, що здійснюють у своїй діяльності перевезення дрібнопартійних вантажів. Застосування методики для ПП «Конекс» дозволило зменшити транспортні витрати, оптимізувати чисельність працівників логістичної служби підприємства, відповідно, зменшити собівартість продукції і, тим самим, збільшити фінансовий результат підприємства та ефективність його діяльності. Методика розрахована на практичне застосування відділами логістики організацій, які застосовують перевезення дрібнопартійних вантажів.

Методи дослідження. В ході дослідження були використані методи: порівняльний, статистичний, методи математичної статистики, математичного моделювання, теорії складності алгоритмів.

Апробація результатів. Основні положення магістерської роботи доповідались на науково-технічній конференції Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (м. Вінниця, 2019 р.)

Публікації. Основні положення і результати роботи опубліковані в тезах матеріалів конференцій [22].

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ДРІБНОПАРТІОННИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПП «КОНЕКС»

1.1 Сучасний стан автотранспортних перевезень в Україні

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших сфер підприємницької діяльності, оскільки у процесі господарювання кожна фірма потребує перевезення матеріалів, сировини, готової продукції, при цьому вони використовують власний автотранспорт або користуються послугами автотранспортних підприємств.

Головним завданням розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 р. є визначення шляхів розв'язання проблем подальшого розвитку транспортної галузі, зростання попиту на транспортні послуги, активізації процесів інтеграції транспортно-дорожнього комплексу України до європейської та світової транспортних систем. Для сучасного економічного стану України характерним є підвищення ролі транспорту, який забезпечує життєдіяльність населення, функціонування і розвиток економіки держави, збереження її обороноздатності, можливість досягнення зовнішньоекономічних цілей країни.

Автомобільний транспорт відіграє важливу роль в соціально-економічному розвитку країни. На сьогодні більш як 100 тис. автомобільних перевізників надають послуги з перевезення 52 % пасажирів та 64 % вантажів.

Автомобільний транспорт у цілому задовольняє потреби національної економіки та населення у перевезеннях, однак структура парку автобусів та вантажних автомобілів є недосконалою, більшість транспортних засобів за своєю конструкцією, пасажиромісткістю, вантажністю, типами кузова, класом комфортності, видами та питомими витратами палива, екологічними показниками не відповідають сучасним вимогам.

Оновлення парку рухомого складу автомобільного транспорту відбувається повільними темпами – майже 70 % рухомого складу є технічно та/або морально застарілими, а 50 % автобусів експлуатуються більш як 10 років.

Перехід економіки України на ринкові умови господарювання і швидка приватизація підприємств істотним чином змінили систему перевізного процесу. Сьогодні автотранспортні підприємства працюють в умовах відсутності централізованих замовлень, що викликає визначену нестабільність формування обсягів їх послуг протягом запланованого періоду часу. Результатом є невпевненість підприємств в досягненні позитивних результатів від їх виробничо-господарської діяльності, зростає ризик їх стійкого функціонування на конкурентному ринку. Є невпевненість підприємств в досягненні позитивних результатів від їх виробничо-господарської діяльності.

Нерозв'язаною залишається проблема компенсації втрат доходів автомобільних перевізників у зв'язку з перевезенням пільгових категорій громадян та перевезень за регульованими тарифами, оскільки неможливо визначити реальний обсяг доходів автомобільних перевізників.

Недосконалою є система організації міжнародних перевезень пасажирів та вантажів автомобільним транспортом, зокрема механізм перетинання державного кордону, розмитнення вантажу та отримання віз водіями транспортних засобів.

Крім того, викиди в атмосферу шкідливих речовин, що здійснюються автомобільним транспортом, становлять 95 % викидів, що здійснюються пересувними джерелами забруднення.

Основними причинами виникнення проблеми є:

- недосконалість законодавства щодо регулювання діяльності автомобільних перевізників, а також інших суб'єктів підприємницької діяльності, які забезпечують безпечність перевезень пасажирів та вантажів, та системи контролю за його дотриманням;

- недостатній обсяг фінансування витрат, пов'язаних з наданням соціально значущих послуг, за рахунок бюджетних коштів;
- відсутність системних підходів до забезпечення функціонування автомобільного транспорту.

Для вирішення цих проблем необхідно удосконалити систему державного управління у галузі автомобільного транспорту, підвищити якість надання послуг з перевезення пасажирів та вантажів шляхом:

- координації та виконанні програми, зокрема щодо розвитку автомобільних доріг, як державного, так і місцевого значення, розвитку національної мережі міжнародних транспортних коридорів, енергозбереження, підвищення безпеки дорожнього руху;

- створення механізму надання соціально значущих послуг, зокрема перевезення пасажирів у сільській місцевості та осіб з обмеженими фізичними можливостями;

- урегулювання відносин автомобільних перевізників, власників автостанцій та органів виконавчої влади;

- розроблення правил перевезення пасажирів у таксі, вимог до такого виду діяльності та її квотування, проведення державної перереєстрації автомобілів, які обладнані для роботи як таксі;

- посилення вимог до автомобільних перевізників та забезпечення контролю за дотриманням ними вимог законодавства щодо безпеки дорожнього руху;

- удосконалення нормативно-правової бази щодо охорони навколишнього природного середовища, енергозбереження, енергоефективності та використання транспортними засобами альтернативних видів палива;

- впорядкування системи страхування від нещасних випадків на транспорті під час здійснення нерегулярних та регулярних спеціальних перевезень пасажирів;

- адаптації національного законодавства до європейського у галузі автомобільного транспорту, зокрема щодо управління перевезеннями, регулювання ринку транспортних послуг, доступу до ринку послуг з перевезення пасажирів та вантажів, підвищення конкурентоспроможності автомобільних перевізників, забезпечення безпеки руху, здійснення транзитних перевезень, прикордонного контролю, визначення вимог до колісних транспортних засобів, транспортної статистики, екологічних та соціальних вимог;

- запровадження економічного механізму, спрямованого на підвищення конкурентоспроможності автомобільних перевізників, забезпечення збереження та створення нових робочих місць;

- розроблення механізму допуску автомобільних перевізників до провадження господарської діяльності на ринку послуг з перевезення пасажирів та вантажів;

- удосконалити систему цінового і податкового регулювання діяльності автомобільних перевізників, забезпечити інноваційний та інвестиційний розвиток галузі автомобільного транспорту шляхом:

- розроблення та запровадження механізму виплати окремим категоріям громадян адресної дотації для пільгового проїзду автомобільним транспортом;

- розроблення механізму встановлення тарифів на перевезення пасажирів та автостанційні послуги;

- розроблення та запровадження єдиного механізму оподаткування автомобільних перевізників, які надають послуги з перевезення пасажирів та вантажів і провадять господарську діяльність в однакових конкурентних умовах;

- зниження розміру ставок ввізного мита під час ввезення деяких типів транспортних засобів, які не виробляються в Україні;

- удосконалення механізму нарахування та сплати податку з власників транспортних засобів;

- запровадження механізму проведення безготівкових розрахунків за перевезення пасажирів на маршрутах міського автобусного сполучення;

- створення умов для оновлення автомобільними перевізниками парку рухомого складу автомобільного транспорту та оптимізації його структури, використання новітніх технологій та інформаційних систем;

підвищити рівень безпеки перевезень пасажирів та вантажів шляхом:

- удосконалення системи підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації персоналу автомобільного транспорту;

- посилення вимог до безпеки конструкції та технічного стану транспортного засобу відповідно до європейських норм та стандартів у сфері безпеки дорожнього руху;

- розроблення гармонізованого з європейськими вимогами положення щодо режиму праці та відпочинку водіїв транспортних засобів;

- створення нормативно-правової бази щодо затвердження типу колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин до них відповідно до європейського законодавства;

- розроблення та запровадження технічного регламенту надання послуг з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів;

інтегрувати систему автомобільного транспорту до європейської шляхом:

- об'єднання з транс'європейською транспортною мережею відповідно до Європейської політики сусідства, підвищення ефективності використання транзитного потенціалу

1.2 Зміст поняття «дрібнопартіонні перевезення»

Для уточнення поняття «дрібнопартіонні перевезення» проведемо аналіз трактування даного поняття в різних літературних джерелах.

Відзначимо, що ще Л.В. Канторович в [20] рекомендував класифікувати перевезення - «необхідно розробити єдину для всіх видів класифікацію вантажів, узгоджену з номенклатурою міжгалузевого балансу ». З 1975 р Леонід Віталійович Канторович керував Науковою радою АН СРСР по транспорту, тому питання вдосконалення транспортної галузі були близькі нашому першому і поки єдиному нобеліату в області економіки.

А.І. Воркут в [9] говорить: «до партійних перевезень належать перевезення партій вантажів, розмір яких менше вантажопідйомності найбільш ефективних транспортних засобів, що допускаються граничними осьовими навантаженнями і габаритними регламентаціями на дорогах ». І далі він уточнює: «перевезення невеликих партій вантажів вважається дрібнопартійні ».

Ю.М. Неруш в [29] пропонує вважати дрібнопартійні перевезеннями для автомобільного транспорту «масою до 5 т».

В. А. Житков в [18] дає наступне визначення дрібнопартійним перевезенням «на практиці відправники та одержувачі вантажу виставляють одну важливу умову, яка багато в чому визначає специфіку завдань маршрутизації. Ця умова полягає в тому, що завезення або вивезення вантажу повинен здійснюватися можливо більшими партіями. Вимогливість до виконання цього умови зростає зі зменшенням кількості вантажу до одноразового отримання (відправлення) в кожному пункті і при такому зменшенні партії вантажу, коли він може бути завезений (вивезений) автомобілем за один прийом, це вимога стає завжди обов'язковим до виконання. Такі партії вантажу називаються дрібними ... »

На даний момент однозначного визначення дрібнопартійних перевезень не існує. Критерій оптовості, названий в [10] - партія вантажу менше вантажопідйомності транспортного засобу. Отже, якщо ми приймаємо цей критерій, відштовхуватися треба від вантажопідйомності автомобіля.

Розглянемо що виходить при такому підході результат. Так, наприклад, Туревский І.С. в [39] називає дрібнопартійні перевезення такі перевезення,

«при яких маса партії вантажу не перевищує половини вантажопідйомності рухомого складу ». Резонно припустити, що перевезення стає просто партійним (або масовою), коли вага вантажу для одного вантажоодержувача становить від 50 до 100% вантажопідйомності транспортного засобу. І це можливо, наприклад, для лікарських засобів.

Найбільш поширені дрібнопартійні перевезення в наступних сферах:

- 1) торгівля продовольчими товарами (хлібобулочна продукція, м'ясна, молочна);
- 2) громадське харчування (доставка в школи готових страв)
- 3) комунальне господарство (вивезення сміття);
- 4) лікарські засоби;
- 5) поштові перевезення (Укрпошта, Нова Пошта, Нічний Експрес);
- 6) промисловість і будівництво (перевезення прокату, метизів).

В даному дослідженні в якості прикладу розглядаються дрібнопартійні перевезення лікарських засобів в Вінницькій області. Дрібнопартійні перевезення є значно дорожчими ніж перевезення масових вантажів. За оцінкою Житкова В.А. і Кіма К.В. при 2% загальної транспортної роботи, що припадає на перевезення дрібних партій вантажів, на їх частку припадає понад 32% транспортних витрат [17]. Ця оцінка 1984р.,

Зараз на частку дрібнопартійних перевезень припадає 80% вантажообігу.

Отже, поповнюючи, уточнюючи і аналізуючи інформацію по дрібнопартійні перевезення, ми сприяємо оптимізації транспортних витрат в масштабі всього народного господарства.

Відштовхуючись від вантажопідйомності транспортного засобу (далі ТЗ), оцінимо приблизну вагу дрібнопартійних перевезення. При цьому скористаємося підходом Туревського І.С., згідно з яким для дрібнопартійних перевезень «маса партії вантажу не перевищує половини вантажопідйомності рухомого складу ».

Для автомобільного вантажного транспорту ми можемо оцінити дрібнопартійних перевезення як перевезення, вага якої знаходиться в межах від 0,25т до 3,0 тонни. Це означає, що машина піде в рейс заповненої менш ніж наполовину, такий стан справ не влаштовує вантажоперевізника.

Нам видається, що найбільш важливий критерій дрібнопартійних перевезень наступне - наявність декількох вантажоодержувачів, внаслідок чого маршрут стає розвізним. Перевезення дрібних партій вантажів на маятникових маршрутах неефективна, оскільки для таких маршрутів потрібні автомашины малої вантажопідйомності. Уточнимо визначення розвізного маршруту. А.І. Воркут в [9] пропонує таке визначення: «розвізним називається такий маршрут, на якому відбувається поступова розвантаження вантажів».

Більш точно визначення дає Житков В.А. в [18]: «... важливим є той момент, що у відправника автомобіль заповнюється вантажем відразу двох (або більше) пунктів і по черзі приносить їм вантаж. Це типове явище для розвізних маршрутів, і завдання побудови таких маршрутів називаються завданнями розвезення».

На необхідність застосування розвізних маршрутів для реалізації дрібнопартійних перевезень вказував також Воркут А.І. в [9] - «...транспортний процес партійних перевезень розглядається в найбільш загальній постановці - при доставці вантажів на розвізних маршрутах».

Відповідно до вищесказаного, ми можемо уточнити визначення дрібнопартійних перевезень, дане Туревский І.С. в [81]. «Дрібнопартійні перевезення на вантажному автомобільному транспорті – це таке перевезення, при якій маршрут розвізний, вага вантажу для одного вантажоодержувача не перевищує половини вантажопідйомності ТЗ, мінімальне число одержувачів два».

Якщо припустити, що вага вантажу для одного одержувача коливається в межах $[0,25; 0,5]$ вантажопідйомності ТЗ, то загальна вага дрібнопартійного перевезення буде в межах $[0,5; 1,0]$ вантажопідйомності ТЗ. Тут ми уточнили обмеження по вазі вантажу для одного одержувача таким чином, що

автомашина піде в рейс заповненої більш, ніж наполовину. Тому запропонований діапазон виглядає більш раціональним для дрібнопартійних перевезень. Але цей варіант близький до ідеального. Дійсність спростовує його, так як максимальне число одержувачів залежить від економічної ефективності доставки вантажу.

Легко оцінити верхню межу довжини розвізного маршруту. Розглянемо це на прикладі дрібнопартійних перевезень лікарських засобів. За даними Нормативно-Правових актів середня експлуатаційна швидкість руху вантажних автомобілів приблизно 80 км / год [38].

Щоб завантажити увесь товар по одному маршруту в автомобіль Mercedes-Benz знадобиться 0,5 години. При цьому завантаження відбувається вручну. Для вивантаження знадобиться приблизно той самий час. Мало вивантажити продукцію, треба ще оформити відповідні документи. Проте, максимальна довжина даного розвізного маршруту при 8 - годинному робочому дні водія з урахуванням наших спрощень складе 480 км. Наприклад, це вірно, коли лікарські засоби везуться у Вінницьку область і всього 5-7 одержувачам. Для випадку, коли лікарські засоби доставляються лише двом вантажоодержувачам, розташованим поруч з містом, довжина розвізного маршруту може скласти 50-100 км.

Тепер ми можемо побудувати класифікацію дрібнопартійних перевезень (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 – Класифікація дрібнопартійних перевезень.

№	Ознака класифікації	Вид дрібнопартійних перевезень
1	Маса всієї партії вантажу	1) дрібнопартійні – від 0,25 до 3,6 т; 2) партійні – від 3,6 до 6 т.
2	Кількість вантажоотримувачів	1) мала – від 2 до 10; 2) середня – від 10 до 20; 3) велика – більше 20.
3	Довжина маршруту	1) коротка – від 10 до 50 км; 2) середня – від 50 до 100 км; 3) довга – більше 100 км.

Тепер, відштовхуючись від запропонованої класифікації, виділимо основні особливості дрібнопартійних перевезень вантажним автомобільним транспортом:

- 1) Вага вантажу для одного одержувача не перевищує 50% від вантажопідйомності ТЗ.
- 2) Для вантажних автомобілів в залежності від ТЗ обсяг дрібнопартійних перевезення становить від 0,3 до 3,6 тонни.
- 3) Для дрібнопартійних перевезень характерні розвізні маршрути. Маятниковий маршрут є окремим випадком, коли лише один вантажоодержувач.
- 4) Верхня межа довжини розвізного маршруту в середньому становить 480 км для 8 - годинного робочого дня водія.
- 5) Чи може бути відсутнім уніфікована тара і упаковка.
- 6) Великий обсяг супровідних документів (рахунки-фактури, товарно-транспортні накладні, шляховий лист, постачальних лист).
- 7) Із-за великого числа одержувачів і тимчасових вікон виникають складності з побудовою оптимальних маршрутів.

1.3 Основні показники дрібнопартійних перевезень

Оперативне завдання логістики полягає в тому, щоб організувати таке географічне переміщення сировини, напівфабрикатів, готової продукції, яке відповідало б потребам в них і одночасно було б пов'язане з мінімальними можливими витратами [4]. В даний час в сфері товарного обігу широко застосовується концепція логістики. Відома ще з часів Римської імперії логістика перетворилася в науку завдяки військовим діям. Класик військового мистецтва А.А. Жоміні вважав, що логістика включає не тільки перевезення, але і широке коло питань, таких, як планування, управління і постачання, визначення місця дислокації військ, а також будівництво мостів, доріг і т.д.

Логістика широко застосовувалася в період другої світової війни в матеріально-технічному забезпеченні армії США [35]. З огляду на успішне застосування логістики для матеріально-технічного постачання, логістику стали використовувати для підвищення ефективності управління матеріальними потоками, слідом за тим, фінансовими і інформаційними.

Російська імперія також не відставала в розвитку логістики. У 1908р. російський інженер Яцина досліджував завдання найбільш вигідного розгалуження основної залізничної магістралі [41]. У 1939р. вийшла робота А.Н. Толстого, де вирішувалося завдання мінімального кілометражу в залізничних перевезеннях з застосуванням перерозподільних циклів [36]. Спосіб вирішення транспортної завдання (метод потенціалів) був запропонований Канторовичем в 1949р. [19].

Всесоюзним науково-дослідним інститутом залізничного транспорту в 80-і роки ХХ століття була розроблена і впроваджена система «Ритм», погоджує між собою графік руху поїздів, роботу залізничних станцій, підприємств відправників і підприємств одержувачів по організації технологічних маршрутів. Були розроблені системи «Виробничо-транспортний режим перевезення твердого палива» і «Автоматизована система стеження за рухом вагонів», що дозволяють скоротити транспортні витрати на 25-30%.

Всі ці приклади свідчать про безсумнівну ефективності застосування логістики для оптимізації управління матеріальними (і не тільки) потоками.

Розглянемо ряд визначень логістики.

У США широко поширене визначення американського логістичного суспільства (Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). Раніше це суспільство називалося «Суспільство логістичного менеджменту» (Council of Logistics Management (CLM)). Це визначення свідчить: «Логістика - це процес планування, організації та контролю продуктивного переміщення і зберігання сировини, напівфабрикатів, готової продукції та супутнього

інформаційного потоку від виробника до одержувача відповідно до вимогами покупця ».

Також орієнтоване на потік визначення логістики європейської логістичної асоціації (European Logistics Association (ELA)): «Логістика - це організація, планування, контроль і проведення матеріальних потоків від розвитку цих потоків до покупки в процесі виробництва і дистрибуції до кінцевого покупця з метою відповідності вимогам ринку при мінімальних витратах і мінімальних витрат капіталу ».

В основі другого (по суті) визначення поняття життєвого циклу продукту. Міжнародне логістичне товариство (International Society of Logistics (SOLE)) дає таке визначення логістики: «Логістика - це підтримуючий менеджмент, який протягом усього життя продукту забезпечує ефективне використання ресурсів і адекватну продуктивність логістичних елементів, так що завдяки своєчасному впливу на систему досягається ефективне управління споживанням ресурсів ». Третє визначення орієнтоване на поняття послуги: «Логістика – це процес координації всіх нематеріальних активностей, які для виконання (надання) послуги повинні бути застосовані з мінімальними витратами і з найбільшою ефективністю для покупця »[59].

Детальніше розглянемо досвід німецьких логістів. Він обраний з наступних причин. Незважаючи на пальму першості США в освоєнні логістики, врахуємо, що континентальні країни (Німеччина та Росія) ближче один до одного за своїм менталітетом, ніж до «анаконди англо-саксонського світу» [37]. Саме Німеччина займає лідируючі позиції в області логістики серед країн ЄС. У самій Німеччині логістика третя за значимістю і, відповідно, вкладу в ВВП галузь після автомобільної промисловості і машинобудування.

Професор Павеллек (Гамбурзький технологічний університет) вважає, що логістика - планування, контроль і управління матеріального потоку і супутнього йому інформаційного потоку на всіх етапах виробництва [56]. Професор Пфолем в своєму визначенні логістики на перше місце ставить

планування, контроль, інформаційне забезпечення матеріального потоку з одночасним скороченням витрат [58].

Професор Ванненветч дає інституційний розподіл логістики на:

а) мікрологістика - охоплює окремі види економічної діяльності (einzelwirtschaftliche Art) наприклад, медична, військова, підприємницька логістика;

б) макрологістика - загальноекономічні види діяльності, наприклад, вантажні перевезення (автомобільні, залізничні, морські);

в) металогістика - розміщується (angesiedelt) між мікро- і макрологістикою.

У цьому визначенні також головне - управління матеріальними потоками [61].

Розглянемо розмежування логістичної системи в залежності від поставлених логістичних завдань і відповідно до концепції логістики, орієнтованої на управління матеріальними потоками (рис. 1.1).

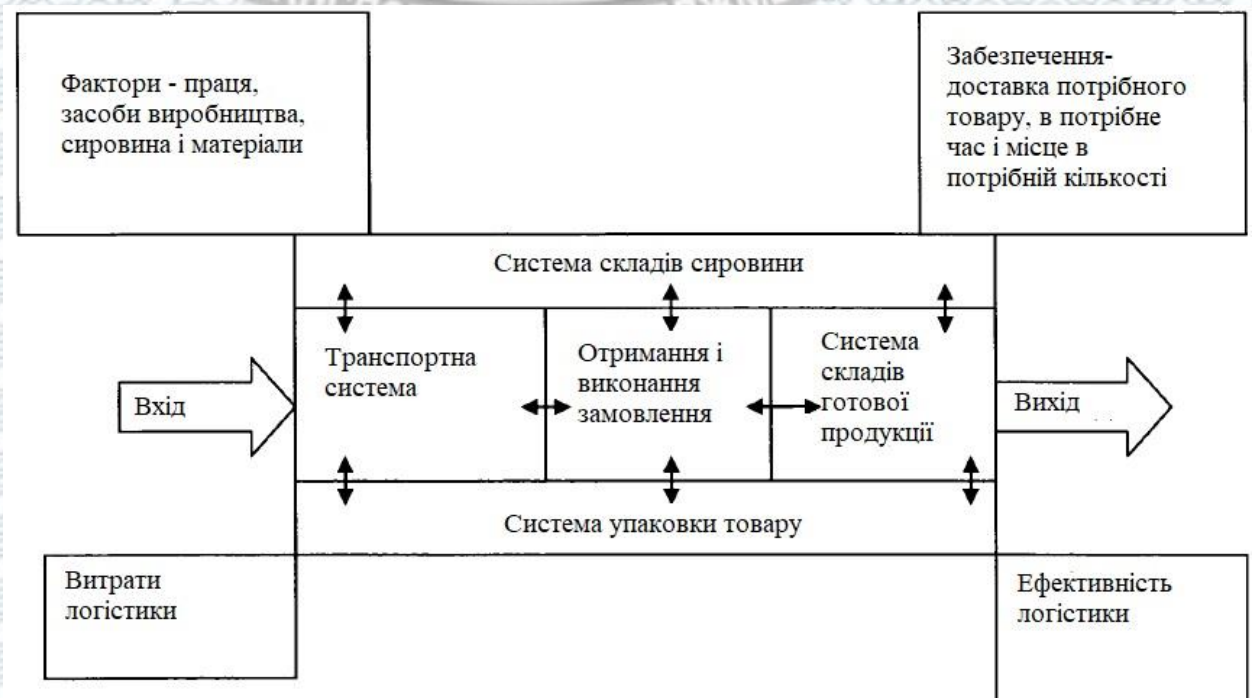


Рисунок 1.1 - Функціональні кордони логістичної системи

Найважливішим елементом будь-якої логістичної системи є транспортна підсистема. Отже, вдосконалення діяльності транспортної підсистеми і, відповідно оптимізація логістичних показників транспортної підсистеми, сприяє підвищенню ефективності логістичної системи в цілому. Розглянемо ступені отримання товару фірмою і його подальшої обробки в вигляді схеми, яка підтверджує значущість оптимізації логістичних показників транспортної підсистеми (рис. 1.2).

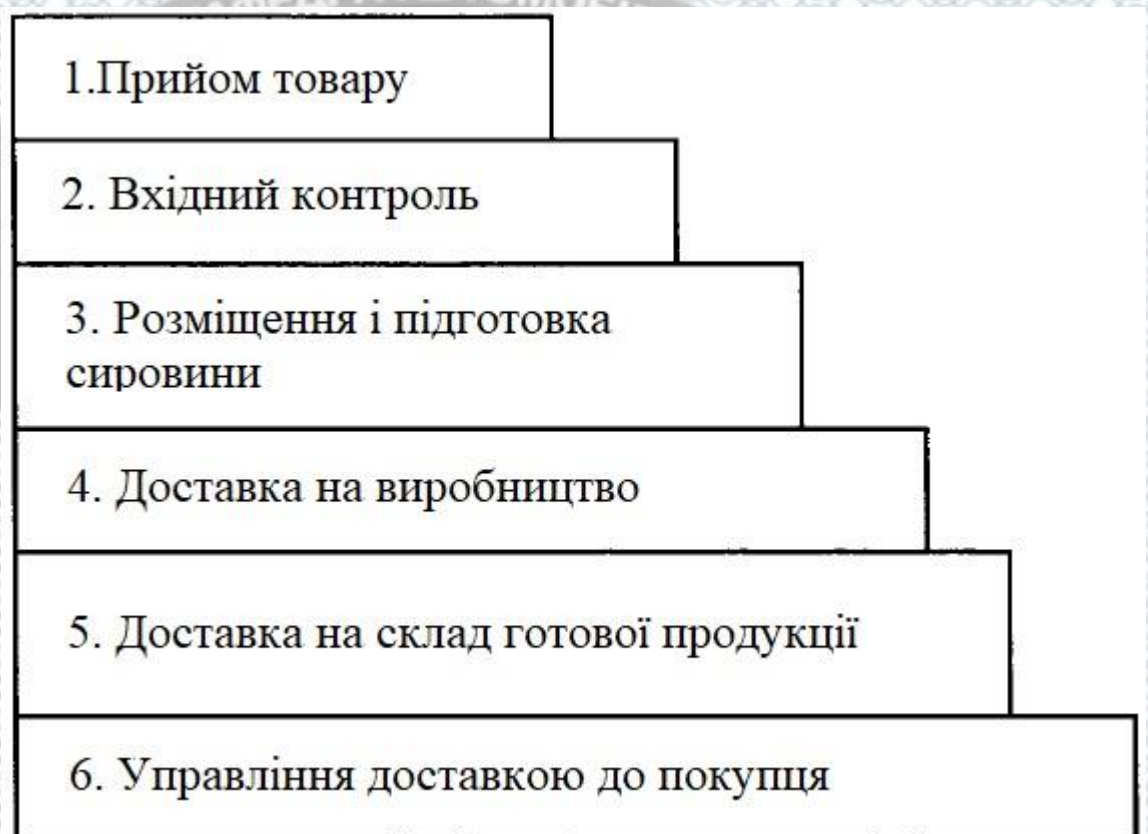


Рисунок 1.2 - Ступені отримання товару фірмою

На першому місці необхідний транспорт для доставки товару від відправника до одержувача. Це може бути доставка сировини до виробника або доставка готової продукції до одержувача (ступінь 6).

На другому ступені необхідний транспорт для доставки товару на вхідний контроль у одержувача.

На третьому ступені потрібний транспорт для попередньої підготовки сировини і змішування його в потрібних пропорціях.

На четвертому ступені необхідний транспорт для доставки підготовленого сировини на виробництво.

На п'ятому ступені потрібно транспорт для доставки готової продукції на склад готової продукції.

На шостій ступені потрібно ефективне управління доставкою до споживача.

З урахуванням мегатрендів логістики (табл. 1.2) можна припустити, що найбільш витратна в схемі отримання товару фірмою як і раніше буде перша ступінь [129]. Відповідно, основні зусилля слід спрямувати на мінімізацію транспортних витрат при доставці товару від відправника до одержувачу. Оптимізуючи логістичні показники транспортної підсистеми логістичного комплексу конкретного підприємства, ми, тим самим, торкаємося мікроекономічного аспекту в нашому дослідженні.

Таблиця 1.2 – Основні напрямки розвитку логістики в ХХІ ст.

Мегатренди логістики	
Для логістики пропозиції	Для логістики попиту
Глобалізація виробництва Зростання транспортних відстаней, нові комунікаційні та інтеграційні потреби, зростаюча інтенсивність конкуренції.	Відкриття (знову) успішного впливу оптимальної структури і організації процесів «Pill» -орієнтований менеджмент, також враховує «Ланцюжок цінностей» і JIT, CRP.
Перехід до постіндустріального суспільству Уповільнення зростання індустріального виробництва, експансія економіки сервісу.	Дерегулювання і приватизація раніше громадських транспортних і комунікаційних служб Нова пропозиція, нова конкуренція (маршрутні таксі).
Прискорення ритмів економічної активності в сфері попиту Блискавична реакція на побажання споживача, скорочення виробничого та технологічного циклів	Концентрація на ключових компетенціях Пильна увага до аутсорсингу.

Продовження таблиці 1.2

Для логістики пропозиції	Для логістики попиту
Зростаючий відгук навколишнього середовища на забруднення її людиною Рециклінг, подовження логістичних ланцюгів, потреба в замкнутому (безвідходному) виробництві і зростання претензій до транспорту.	Концентрація і диференціація галузевих структур Поляризація і ієрархизація. Зріст супутніх бізнес структур, виникнення багатоступеневих каскадів.

Досліджуємо логістичні показники транспортної підсистеми. Так як ці показники визначають продуктивність транспортного засобу, то вони можуть одночасно вважатися логістичними показниками ефективності транспортної підсистеми. Відзначимо, що з точки зору логістики в економіці транспорту найбільш важливі такі фактори, розміщені в порядку убудання їх відносної значущості:

- 1) відстань (дальність перевезень);
- 2) обсяг;
- 3) щільність вантажів;
- 4) складність;
- 5) вантажопереробка;
- 6) відповідальність перевізника;
- 7) ринкові фактори [4].

Відстань перевезення насамперед визначає величину транспортних витрат, так як від нього залежать змінні витрати - витрати на оплату праці, паливо, технічне обслуговування і поточний ремонт транспортного засобу.

Розглянемо відомі логістичні показники вантажних перевезень. Так як в структурі вантажообігу на сьогоднішній день 80% складають дрібнопартійні вантажі, то отримані нами результати будуть застосовні насамперед до дрібнопартійних перевезень.

Класична формула годинної продуктивності автомобіля наступна:

$$W = \frac{q_n \cdot \gamma_{cm} \cdot V_m \cdot \beta_e}{L_e + t_{np} \cdot V_m \cdot \beta_e}, \quad (1.1)$$

де W – годинна продуктивність, т/год;

q_n – номінальна вантажопідємність, т;

γ_{cm} – статичний коефіцієнт використання вантажопідємності;

V_m – технічна швидкість автомобіля, км/год;

L_e – довжина їздки з вантажем, км;

t_{np} – час простою автомобіля під завантаженням, год.

Тепер виявимо особливості логістичних показників дрібнопартійних перевезень. У роботах Геронімуса Б.Л. [11] і Кожина А.П. [23] в якості показників ефективності вантажних перевезень розглядалися мінімальне середнє відстань перевезення, мінімальний нульовий пробіг автомашин, мінімальний порожній пробіг. Цей вибір пояснюється поширенням економіко-математичних методів. «Як відомо, транспорт відноситься до числа галузей, де вперше стали використовуватися економіко-математичні методи. На жаль, незважаючи на це, сфера їх практичного застосування явно недостатня» [20]. Тому з'являлися все нові показники ефективності вантажних автомобільних перевезень.

Бобарикін В. А. застосовував мінімум сумарної вантажопідйомності автомобіля [7]. А.І. Воркут в [9] виділяє:

1) показники ефективності окремих процесів

- своєчасність доставки вантажів;
- тривалість доставки вантажів;
- втрати продуктів в процесі транспортування;
- продуктивність транспортних засобів;
- продуктивність вантажно-розвантажувальних машин;

2) показники інтегральної ефективності вантажних перевезень:

- питома трудомісткість комплексу транспортно-технологічних операцій

і її складова;

- питома трудомісткість спільних навантажувальних (розвантажувальних) і транспортних операцій;
- енергоємність комплексу транспортно-технологічних операцій і її складова;
- енергоємність перевезень;
- наведені народногосподарські витрати і її складова
- собівартість перевезень;
- прибуток автотранспортного підприємства.

Доставка вантажів на розвізних маршрутах має специфічні особливості. З урахуванням цих особливостей А.І. Воркут пропонує наступні фактори, що визначають продуктивність автомобіля на розвізному маршруті:

- 1) вантажопідйомність автомобіля - q ;
- 2) ступінь використання вантажопідйомності автомобіля, яка характеризується коефіцієнтом - $\gamma_{ст}$;
- 3) середній розмір завозиться партії вантажу - g_p ;
- 4) обсяг супутнього збору, що характеризується коефіцієнтом $-k_c$;
- 5) середня відстань доставки вантажів l_v і середня відстань доставки 1 тони вантажу l_t ;
- 6) середня відстань пробігу автомобіля між суміжними пунктами завезення вантажів $l_{срв}$;
- 7) час простою автомобіля під час навантаження і розвантаження – $t_{нав.}$ і $t_{розв.}$;
- 8) технічна швидкість автомобіля - V_t ;
- 9) нульовий пробіг автомобіля – l_n ;
- 10) час перебування автомобіля в наряді - T_n .

При цьому Воркуті А.І. рекомендує розглядати вироблення в тонах і тонно-кілометрах насамперед по найкоротшому шляху доставки вантажів. Якщо ми не будемо враховувати цю умову, то, маніпулюючи послідовністю завезення вантажів, ми зможемо збільшити обсяг виконаної роботи в тонах і тонно-кілометрах на шкоду економічній ефективності. Таким чином, ми

відразу можемо визначити найважливіший показник ефективності дрібнопартійних перевезень - пробіг, пов'язаний з найкоротшим маршрутом. відповідно, найкоротший розвізним маршрут означає мінімальні витрати часу для виконання цього маршруту.

В [8] Васильєв Н.М. виділяє наступні показники ефективності вантажних перевезень. По-перше, показники міжгалузевого порядку, що враховують рівень міжгалузевої координації. Одним з таких показників можуть бути наведені витрати на одиницю транспортної роботи. По-друге, це кількісні показники: продуктивність і витрат часу. По-третє, це показники якості перевезення. Наприклад, своєчасність виконання перевезення, збереження вантажу. Крім того, Васильєв Н.М. рекомендує звернути увагу на такий показник, як прибуток в розрахунку на одного водія. Зараз цей показник не застосовується на практиці, але його введення, на думку автора, дозволить підвищити зацікавленість колективу автотранспортного підприємства в економії живого праці.

Х.Д. Квітко в [21] виділяє два напрямки у вивченні ефективності вантажних перевезень. Перший напрямок - аналіз ефективності використання автомобіля, залежної тільки від особливостей конструкції. Мета даного аналізу – пошук найбільш раціональних конструкцій. Для цього напрямку ефективність оцінюється через наведені витрати на одиницю транспортної роботи. При цьому до витрат включається дорожня складова і витрати на вантажно розвантажувальні роботи. Другий напрямок - аналіз ефективності використання автомобіля, залежної від організації технічної експлуатації парку і організації перевізного процесу. В цьому випадку ефективність вантажних перевезень оцінюється через продуктивність і собівартість. При цьому слід пам'ятати, що зважаючи на вплив на продуктивність і собівартість безлічі факторів вища продуктивність одиниці рухомого складу, як правило, не визначає мінімальної собівартості одиниці роботи. Тому є труднощі у визначенні - що ж ефективніше – вища продуктивність або мінімальна собівартість одиниці роботи.

Використовуються і такі показники, як своєчасність перевезення, вартість вантажу в дорозі, швидкість доставки вантажу, величина втрат вантажу в дорозі, збереження вантажу [25]. Застосовувалися також - частка виконання заявки, величина надпланових простоїв автомобілів у клієнта [16]. Дослідження Єфремова О.В. показали, що вибір в якості критерію таких показників, як тонно-кілометрів, коефіцієнт використання пробігу, дохід, прибуток, собівартість стимулює збільшення дальності поїздки [16].

Для аналізу ефективності вантажних перевезень в [14] Горєва А.Е. рекомендовано використовувати «годинну продуктивність і продуктивність в тонно-кілометрах на 1 т вантажопідйомності автомобіля в певний часовий проміжок».

Майборода М.Є. в [26] показниками, що характеризують ефективність вантажних перевезень, назвав:

n_i – число їздок;

L_v – пробіг з вантажем, км;

L – загальний пробіг, км;

U – виробність пересувного складу – виробіток, т;

W – виробність пересувного складу – виробіток, т-км;

Q – об'єм перевезень, т;

P – вантажооберт, т-км.

Проведемо класифікацію логістичних показників вантажних автомобільних перевезень (дрібнопартійних перевезень).

Дана класифікація (рис. 1.3) показує, наскільки ефективно використовуються ресурси автотранспортного підприємства (далі АТП).



Рисунок 1.3 - Транспортні показники ефективності вантажних перевезень з урахуванням ефективності використання ресурсів АТП

1.4 Аналіз процесу автотранспортних перевезень ПП «КОНЕКС»

1.4.1 Загальна характеристика процесу автотранспортних перевезень ПП «Конекс»

Приватне підприємство "Конекс", далі - Підприємство, створено згідно з рішенням Засновника.

Підприємство є юридичною особою з моменту його державної реєстрації.

Підприємство вправі від свого імені вчиняти правочини, придбавати майно і особові немайнові права, нести зобов'язання, бути позивачем та відповідачем в суді.

Підприємство має круглу печатку, кутовий штамп, фірмові бланки, торговельну марку та емблему, самостійний баланс, рахунки в установах банків у відповідності із чинним законодавством.

Предмет діяльності Підприємства:

- торговельна діяльність у сфері оптової, роздрібної торгівлі лікарськими засобами і товарами;
- створення та організація профільних, універсальних, комерційних та комісійних магазинів, здійснення фірмової торгівлі, розвиток нових прогресивних форм торгівлі та послуг, включаючи консигнацію, торгівлю по каталогам, посилочну та оптову торгівлю, лізинг, торгівлю в кредит, відкриття магазинів в вільній митній зоні;
- виробництво, заготівля, переробка і реалізація сільськогосподарської продукції та продукції тваринництва, закупівля у населення за готівку необхідних товарів та матеріалів;
- закупівля та реалізація промислових товарів народного споживання, агропромислової та господарської продукції народних промислів та ремесел;
- надання різноманітних консалтингових послуг, в тому числі інформаційних, маркетингових, брокерських, агентських тощо;
- патентування, впровадження винаходів, "ноу-хау", раціоналізаторських пропозицій у масове виробництво;
- розробка різноманітної конструкторської та технологічної документації, програмного продукту, організація пускових, налагоджувальних та ремонтних робіт;
- здійснення сервісних послуг, гарантійного та постгарантійного обслуговування продукції власного виробництва та продукції інших виробників;
- посередницька діяльність;
- виготовлення і реалізація лікарських засобів;
- будівельна діяльність;
- купівля, продаж, оренда та надання у користування рухомого і нерухомого майна;
- виготовлення продукції та товарів, в тому числі напівфабрикатів, з вторинної сировини та відходів виробництва;
- благодійна діяльність;

- зовнішньоекономічна діяльність.

Компанія КОНЕКС на фармацевтичному ринку з 1995 року. Це потужна оптово-роздрібна фармацевтична компанія центрального регіону України. Професійна команда компанії ось уже понад 20 років допомагає людям бути здоровими! Колектив підприємства – це понад 800 співробітників, 600 з яких мають фармацевтичну і медичну освіту високого рівня.

Основні види діяльності: роздрібна та оптова торгівля фармацевтичними товарами, медична практика, власне виробництво фітопродукції.

Сьогодні торговельна мережа КОНЕКС налічує понад 90 аптек, з них 7 фарммаркетів – формат аптеки з широким асортиментом і відкритою системою продажів.

Види діяльності, які потребують ліцензування, здійснюються Підприємством за умови одержання відповідних ліцензій (дозволів).

Підприємство є власником майна, переданого йому Засновником, продукції, виробленої внаслідок господарської діяльності, одержання прибутків, а також іншого майна, придбаного їм на інших підставах, незаборонених чинним законодавством.

Майно Підприємства становлять виробничі і невиробничі фонди, а також інші цінності, вартість яких відображається в самостійному балансі Підприємства.

Підприємство здійснює оперативний і бухгалтерський облік результатів своєї праці, веде статистичну звітність за формою, встановленою органами державної статистики і несе відповідальність за її достовірність.

Підприємство самостійно визначає фонд оплати праці, а також інші види оплати для працівників.

Зовнішньоекономічна діяльність здійснюється на підставі Закону України "Про зовнішньоекономічну діяльність", міжнародних договорів та інших актів.

Показники діяльності підприємства показують про досить високий рівень росту прибутків підприємства, що відображається і на кількості

робочих місць, заробітній платі та інших показниках, які характеризують фінансовий стан підприємства, його економічний потенціал.

Для більш повної характеристики роботи автотранспортного підрозділу приватного підприємства "Конекс" розглянемо його основні виробничо-господарські показники та їх динаміку на протязі 2016-2018 рр. (табл.1.3)

Таблиця 1.3 - Рівень та динаміка основних фінансово-економічних показників ПП "Конекс" 2016-2018 рр.

Показники	Роки			Відносне відхилення (+,-) звітнього року від поточного, %	
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2017 р.	2018 р.
1. Об'єм перевезень, т	1482,6	1569,7	1864,9	5,55	15,83
2. Пробіг з вантажем, км	660104	680104	715895	2,94	5
3. Вантажооберт, т*км млн	978,7	1067,6	1335,1	8,33	20,04
4. Фонд оплати водіїв, млн грн	3,159	3,256	3,524	2,98	7,6
5. Фонд оплати логістів і диспетчерів, грн	410000	432000	486000	5,09	11,11
6. Собівартість продукції, тис. грн.	598624,7	914335,5	1002485,3	40,2	8,8
7. Реалізованої	598624,7	914355,5	1002484,3	40,2	8,8
8. Середня продуктивність праці, грн. на особу	481,9	602,3	716,0	32,6	15,8
9. Рентабельність капіталу	0,61	0,54	0,44	-42,5	-25,0
10. Оборотність оборотного капіталу	5,6	6,07	5,16	- 8,6	-17,8

Так, у порівнянні 2016-2018 рр. об'єм перевезень збільшився на 21,38%, що свідчить про збільшення об'єму перевезень за рахунок збільшення замовлень та пошук нових точок збуту.

Пробіг з вантажем збільшилась на 7,94 % в зв'язку із збільшенням маршрутів і точок збуту

В зв'язку із тим що збільшилась відстань перевезень збільшився і фонд оплати водіїв на 10,58 % в порівнянні 2016-2018 рр.

1.4.2 Аналіз складу, структури і стану рухомого складу

Основні складові елементи транспортного процесу на всіх підприємствах незалежно від роду діяльності такі:

- навантаження вантажів на рухомий склад у пунктах відправлення;
- переміщення вантажів дорогами між пунктами відправлення їх призначення;
- розвантаження вантажів у пунктах призначення;
- технічне обслуговування транспортних засобів.

Висуваються особливі вимоги до водіїв та автомобілів: обов'язкове проходження медичного огляду водіїв — не рідше ніж раз у 2 роки, а також щоденний огляд лікаря перед виїздом із гаража; автомобіль також щоденно перевіряється механіком перед виїздом, про що робиться відповідний запис у подорожньому листі автомобіля.

Здійснюється нормування роботи водія згідно з Положенням та нормування витрачання палива та автомобільних шин залежно від пори року, кількості жителів у місті, поворотів маршруту на дорозі, типу двигуна, маси автомобіля, наявності кондиціонера тощо згідно з нормами.

Таблиця 1.4 – Склад парку транспортних машин за їх марками (за п'ять останніх років)

Найменування марок транспортних машин	Рік				
	2015	2016	2017	2018	2019
Mercedes – Benz Sprinter	10	11	12	10	15
Renault Traffic	2	2	2	2	2
Volkswagen Crafter	0	0	0	1	1

Таблиця 1.5 – Склад парку транспортних машин за тривалістю їх використання

Марки і кількість транспортних машин, од.	Кількість транспортних машин за тривалістю їх використання в роках, од.				
	До 3	Від 3 до 5	Від 5 до 7	Від 7 до 10	Більше 10
Mercedes – Benz Sprinter	7	5	3	-	-
Renault Traffic	-	-	-	1	1
Volkswagen Crafter	1	-	-	-	-

Таблиця 1.6 – Склад парку транспортних машин за пробігом з початку їх використання

Марки і кількість транспортних машин, од.	Кількість транспортних машин з пробігом за початком роботи в тис. км, од.						
	до 50	Від 50 до 100	Від 100 до 150	Від 150 до 200	Від 200 до 250	Від 250 до 300	Більше 300
Mercedes – Benz Sprinter	-	-	-	7	5	3	-
Renault Traffic	-	-	-	-	1	1	-
Volkswagen Crafter	-	-	-	-	1	-	-

Отже, як бачимо, на підприємстві використовуються здебільшого нові автомобілі з малою вантажопідемністю, але так як маршрути довгі то і пробіг в автомобілів великий, тому швидше зношуються деталі та інші агрегати, що приводить до частих поломок.

1.4.3 Особливі вимоги до процесу перевезень лікарських засобів

Особливості перевезення медикаментів Перевезення вантажів здається простим і легким справою тільки для людей недосвідчених і недосвідчених. Насправді ця сфера сповнена «підводних каменів» і моментів, які необхідно враховувати при виконанні замовлення клієнта. В першу чергу це стосується вибору транспорту. Особливо актуальне це питання щодо транспортування

медикаментів. Вони повинні бути доставлені за місцем призначення в незмінному вигляді і якості. Специфіка медикаментів як вантажу

Медикаменти - це різновид крихких вантажів. У зв'язку з цим їх перевезення повинно здійснюватися з особливою обережністю і при дотриманні певних правил і умов, спрямованих на повне збереження кількісного та якісного стану медичного вантажу. Важливо не тільки не зіпсувати упаковку ліки, а й і зберегти його медикаментозні властивості. Транспортування лікарських препаратів вважається успішно виконаною тільки в тому випадку, якщо одержувач вантажу не поніс в результаті даного переміщення товару ніяких збитків, що стосуються кількості або якості медичної продукції.

Правила перевезення медикаментів

При транспортуванні лікарських засобів необхідно дотримуватися таких умов:

- перевезення здійснюється із залученням спеціального транспорту, призначеного для переміщення на далекі відстані медичних вантажів;
- виділений для вантажоперевезення препаратів транспорт повинен бути абсолютно чистим;
- не залучають з метою перевезення медикаментів транспорт, що не призначений для даних цілей або попутно застосовується для переміщення вантажів іншої специфіки (наприклад, будівельних матеріалів або м'ясної продукції);
- необхідно забезпечити лікарським препаратам захист від вуличного бруду і пилу, вітру, атмосферних опадів і ультрафіолетових променів на період їх транспортування. Можна використовувати в цих цілях навіс або покриття;
- медикаменти повинні бути упаковані в виробничі тари ще до моменту їх відвантаження з заводу-виготовлювача. Це обов'язкова умова їх збереження;
- висушені лікарські збори повинні перевозитися лише в закритих тарах;

- рослинні препарати транспортуються лише при наявності на їх упаковках маркувань, що вказують групу, до якої вони належать;
- чистим повинен бути не тільки транспорт, в якому будуть перевозити медикаменти. Санітарно-гігієнічним нормам повинна відповідати і навантажувальна площадка;
- вельми небажана вологість всередині транспорту при перевезенні ліків. Якщо ця обставина все ж має місце бути, необхідно підкласти під медичну продукцію брезент або целофан;
- опади не повинні потрапити на лікарські препарати не тільки в процесі їх перевезення, а й під час їх навантаження. Тому навантажувальна площадка повинна бути критій (наприклад, навісом). Якщо навантаження здійснюється на відкритій платформі, то дану процедуру необхідно проводити в ясну спокійну погоду. У дощову погоду або в сніг навантаження медикаментів на відкритому майданчику неприпустима !;
- не можна ставити тари з лікарськими препаратами безпосередньо на землю або на вологі підлоги і інші покриття, чистота яких гірше необхідної;
- навантаження і розвантаження повинні здійснюватися із залученням до даних процесів автонавантажувача;
- якщо навантаження-розвантаження проводяться в нічний час доби (або пізно ввечері), то важливо забезпечити хороше освітлення майданчика. Види транспорту для перевезення ліків.

Лікарські препарати зазвичай переміщують в рефрижераторах. Це такі контейнери, в яких можливо встановлювати необхідну температуру. В силу своєї «закритості» рефрижератори захищають медикаменти від погодних опадів, яскравого сонця і вуличного пилу. Такі контейнери гарні й тим, що в них можна контролювати рівень вологості. Це важливий фактор при перевезенні медикаментів. Сьогодні застосувати для рефрижераторних транспортувань можна будь-який вид транспорту, будь то наземний, повітряний або водний. Однак прогрес не стоїть на місці. Крім рефрижераторів, для збереження медичних вантажів служать спеціально

розроблені кліматичні системи. Впроваджені також системи термоіндикації, які фіксуються на стінки рефрижератора. Вони «відчувають» і відображають навіть незначні зміни в температурному режимі контейнера, в якому транспортуються медикаменти. Температуру в ньому можливо контролювати в діапазоні від -5 до +25 градусів Цельсія. Необхідний режим не повинен збиватися. Його необхідно зберігати, починаючи з моменту завантаження ліків і аж до його розвантаження за місцем призначення. Одержувач вантажу також повинен підготувати склади для зберігання одержуваного товару відповідно до цієї вимоги і встановити в приміщеннях необхідний температурний режим. Для багатьох лікарських препаратів допустима транспортування при температурі +2 - +9 градусів. Чим ще зручні рефрижератори? При виникненні непередбачених збоїв в роботі контейнера (наприклад, поломки кондиціонера) в таких контейнерах автоматично запускається генератор автономного типу. Він здатний зберегти потрібні «градуси» в рефрижераторі аж до усунення проблем з кондиціонером або відвантаження медичного товару за місцем призначення. Важливість дотримання умов перевезення медикаментів Перераховані вище вимоги пред'являються не просто так. На те є вагомі причини. Якщо поставитися халатно до перевезення медикаментів і виконати її неналежним чином, то транспортуються ліки можуть втратити свої цілющі якості. Таке може статися, наприклад, при попаданні на медичний товар дощової вологи або снігу. Наслідки зневажливого виконання своєї роботи з боку перевізників до транспортування медикаментів часом обертаються жахливими наслідками. Адже ліки від неналежних умов переміщення може не тільки перестати бути корисним, але і, навпаки, зіпсуватися настільки, що принесе шкоду здоров'ю пацієнтів, його приймають. При цьому не завжди псування властивостей препаратів можна визначити за їх зовнішнім виглядом. У зв'язку з цим необхідно тендітні ліки, що випускаються в ампулах або скляних флакончиках і мають рідку або водну консистенцію, поміщати під час перевезення в спеціальних тарах, які забезпечать їм максимальну ефективність. Вони в обов'язковому порядку маркуються. Це дозволяє не

тільки скоротити терміни вантажно-розвантажувальних робіт, а й значно спростити процедуру складання акту прийому-передачі вантажу. Як пакувальних матеріалів для лікарських препаратів найбільш оптимальним варіантом є гофрований картон. Також можна застосувати повітряно-бульбашкова плівка. І той, і інші матеріали відмінно захищають медикаменти від можливих пошкоджень. Що стосується психотропних препаратів, то їх переміщення повинно здійснюватися лише в опломбованих рефрижераторах. Те ж саме стосується і сильнодіючих лікарських засобів. І в тому, і в інших випадках вантаж супроводжують співробітники служби безпеки або охорона. Всі умови перевезення медикаментів повинні бути відображені в письмовому вигляді в додається до транспортованого товару документації. Висновок Кожен день стикаються з різного роду замовленнями транспортні компанії не з чуток знають, наскільки відповідальним і складною справою є перевезення вантажів. Процес цей ускладнюється тим, що бере участь в ньому не один, а кілька осіб. І всі вони повинні працювати на совість, інакше можуть виникнути проблеми на будь-якому етапі транспортування товару. Особливо це актуально при переміщенні на далекі відстані крихких вантажів, до яких і відносяться медикаменти. Тут відповідальність зростає в рази, адже мова йде про здоров'я людей, яким належить вживати ці лікарські препарати. До речі, халатне ставлення до транспортування медичних товарів переслідується по закону.

1.5 Висновки

На основі проведеного аналізу можна зробити наступні висновки.

1. Автомобільні перевезення України знаходяться в складному становищі через те що зараз більшість підприємств у внутрішньому сегменті ринку України займаються дрібнопартійними перевезення, при цьому перевезення великих об'ємів здійснюються великотоннажними автомобілями за кордон.

2. Проаналізувавши погляди на сутність дрібнопартійних перевезень запропоновано таке тлумачення дрібнопартійних перевезень на вантажному автомобільному транспорті, а саме: це такий вид перевезень, при якому використовується розвізний маршрут, вага вантажу для одного вантажоодержувача не перевищує половини вантажопідйомності ТЗ, а мінімальне число одержувачів два. На підставі визначення дрібнопартійних перевезень складена класифікація дрібнопартійних перевезень. Виявлено особливості дрібнопартійних перевезень.

3. Класифіковано логістичні показники ефективності вантажного автомобільного транспорту з точки зору ресурсного підходу та запропоновано систему логістичних показників транспортної підсистеми логістичного комплексу - пробіг, час перевезення, кількість перевезеного вантажу. Виявлено першочергове завдання оптимізації логістичних показників дрібнопартійних перевезень - мінімізація пробігу. Мінімізацію протяжності маршрутів (пробігу) забезпечує вирішення завдання маршрутизації.

4. ПП «Конекс» займається дрібнопартійними перевезеннями в межах України. Але перевезення відбувається по всій Україні. Використовується новий рухомий склад, але через збільшення перевезень, автомобілі проходять велику відстань через що швидко зношують.

2 ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ДРІБНОПАРТІОННИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Методи вирішення задачі маршрутизації

Завдання маршрутизації (Vehicle Routing Problem, VRP) можна сформулювати в загальному вигляді [33] наступним чином - потрібно доставити однорідний вантаж від відправників всім одержувачам даними числом автомашин найефективніше (з мінімальною довжиною маршруту).

При цьому враховується місткість автомашини, час її роботи, час розвантажувально- навантажувальних робіт. У процесі виконання завдання маршрутизації для кожної автомашини формується свій маршрут, що складається з кінцевого числа одержувачів. Безліч допустимих рішень задачі маршрутизації звичайно і будується з вихідних елементів за певними правилами. Існують різновиди класичної задачі маршрутизації (табл. 2.1)

Таблиця 2.1 – Різновиди задач маршрутизації

№	Види задач маршрутизації	Особливості задач маршрутизації
1	VRP with Times Windows (VRPTW)	Кожен одержувач повинен бути обслужений в своє час
2	Multiple Depot VRP (MDVRP)	Відправників більше одного (централізована система постачання)
3	Split Delivery VRP (SDVRP)	Кожен одержувач може обслуговуватися декількома автомашинами (транспорт централізований)
4	Periodic VRP (PVRP)	Період планування більше одного дня
5	Stochastic VRP (SVRP)	Деякі параметри завдання - випадкові величини
6	VRP with Pick-Ups and Delivering (VRPPD)	Можливе повернення товару від одержувача
7	VRP with Satellite Facilities (VRPSF)	Можливе дозавантаження автомашини на маршруті

Коли ми маємо справу з доставкою вантажу від відправників одержувачам, ці завдання маршрутизації прийнято називати завданнями розвезення [18]. Якщо ж одночасно з розвезенням вантажу потрібно збирати вантаж, наприклад порожні контейнери при розвезенні лікарських засобів, то такі завдання називаються завданнями розвезення-збору.

Для випадку дрібнопартійних перевезень відправник, як правило, один. Завдання маршрутизації при цьому може бути як завданням розвезення, так і завданням розвезення-збору. Так як ці завдання формально еквівалентні, в подальшому будемо називати їх завданнями розвезення.

Маршрути поділяються на:

1) маятниковий - автомашина від відправника їде до кожного окремого одержувачу і слідом за тим повертається назад, причому такі переміщення багаторазові, бо потреба одержувача велика і однієї поїздки недостатньо;

2) радіальний - автомашина від відправника їде до кожного окремого одержувачу, після чого повертається назад, одержувач обслуговується за один заїзд. Таке переміщення до даного одержувачу одноразово – в відміню від маятникового маршруту;

3) кільцевої - початок і кінець маршруту збігаються, в маршруті більше одного одержувача. У таких маршрутах не допускаються петлі всередині них.

У нашому окремому випадку (завдання розвезення з одним відправником) ми маємо справу з кільцевими маршрутами. Дослідження систем оптимальних маршрутів, отриманих при вирішенні «завдання розвезення» точними методами [48], дозволило виявити деякі особливості цих систем. Зокрема, оптимальні маршрути не мають петель, ніколи не перетинаються один з другим (це вимагається в постановці завдання) і кожен маршрут проходить в нашому випадку всередині сектора з центром в точці, що відповідає розташування відправника. Маршрути з такими властивостями отримали назву «пелюсткових». При цьому регламентація часу завезення вантажу одержувачам, безпосередньо впливаючи на порядок об'їзду пунктів, істотно обмежує свободу вибору варіантів організації маршрутів. В цьому

випадку пелюсткові маршрути можуть виявитися або неефективними, або неприпустимими (в разі такої узагальненої постановки завдання).

Особливості дрібнопартійних перевезень призводять до високої собівартості дрібнопартійних перевезень. Можливості зниження собівартості дрібнопартійних перевезень наступні - якщо прийняти скорочення транспортних витрат за 100%, то з них 25% припадає на раціональний вибір маршрутів і 75% на оптимізацію структури парку автотранспортного підприємства (далі АТП) [13]. Реальні умови планування роботи АТП такі, що найбільша свобода є в виборі маршрутів руху автомашин, але не у виборі виду автомашини.

Отже, одна з основних задач, яку треба вирішити для зниження собівартості дрібнопартійних перевезень - це завдання маршрутизації. «Доцільно скорочення обсягів транспортної роботи, підвищенню ефективності використання потужностей сприяє раціоналізації схем перевезень найбільш транспортноємної продукції (вугілля, метал, руда, нафта, лісові та хлібні вантажі). Вихідними даними для вирішення цього завдання служать обсяги виробництва і споживання продукції, можливі способи і маршрути її доставки та відповідні їм витрати на транспортування. В результаті визначається схема оптимального прикріплення споживачів до постачальників, при якій потреби вантажоодержувачів будуть повністю задоволені з мінімальними сумарними витратами на перевезення» [20].

З урахуванням вищевказаної рекомендації Канторовича Л.В. підвищення ефективності вантажного автотранспорту означає пересування автомашин по найкоротших маршрутах. Отже рішення задачі маршрутизації для дрібнопартійних перевезень забезпечує мінімальні транспортні витрати, так як загальна протяжність маршрутів мінімізується.

Основні групи методів вирішення завдань маршрутизації для дрібнопартійних перевезень наступні: динамічне програмування, цілочислове лінійне програмування, метод «гілок і меж», методи локальної

оптимізації, методи випадкового пошуку, евристичні методи, метаевристичні, теорія розкладів, імітаційне моделювання.

Перші три методи прийнято називати оптимальними, тому що вони дозволяють наблизитися до оптимуму цільової функції (але для малого числа одержувачів - до 50).

Інші методи називають субоптимальними, так як вони дозволяють знайти серед безлічі наближених рішень найкраще. Тут порівняння йде по отриманими результатами і той результат, який забезпечує мінімальний пробіг серед отриманих рішень, і є найкращим (субоптимальним) рішенням. Так як в силу особливості завдання маршрутизації для значного числа одержувачів (понад 50) точне рішення за розумний час не може бути знайдено і тому доводиться порівнювати отримані результати між собою, але не з оптимальним рішенням.

Евристичні методи характеризуються своєю економічністю. Нині існуючі прикладні програми (наприклад, TopPlan, ANTOR Logistics Master) якраз застосовують евристичні алгоритми. Евристичні методи пильно розглядалися з 1964р. (Метод Кларка-Райта) і в 80-ті роки була сформована група класичних алгоритмів (J.B. Bramel, N. Christofides, B.C. Gillett, J. Renaud).

Розглянемо найбільш відомі методи розв'язання задачі маршрутизації.

Прийнято оцінювати ефективність математичних методів рішення задачі маршрутизації, застосовуючи в якості бруска завдання комівояжера. Це найпростіша задача розвезення, яка формулюється так: автомашині потрібно доставити вантаж від одного відправника n одержувачам, не заїжджаючи при цьому двічі до одного і того ж одержувачу. При цьому пробіг повинен бути мінімальний.

Методи, що забезпечують отримання оптимального рішення

I. Методи динамічного програмування.

Методами динамічного програмування завдання комівояжера вирішували Р. Беллман [6] і М. Хелд і Р. Карп. [40]. Основна ідея цього методу

полягає в наступному. Весь процес обчислень розбивається на $n + 1$ стадію (n - загальна кількість пунктів завезення). На кожній k -й стадії розглядається пункт, номер якого дорівнює номеру стадії. Для кожної дуги, що виходить з цього пункту, підраховується оцінка (функція стану) F_{k-i} , і з усіх оцінок вибирається та, яка має мінімальне значення. Відповідна обраній дузі комбінація пунктів перевіряється на виконання умов:

- 1) в кожен пункт входить тільки одна дуга;
- 2) з кожного пункту виходить тільки одна дуга;
- 3) в отриманому фрагменті маршруту доставки вантажу немає підциклів (ділянок, замкнутих на себе).

Якщо на даній стадії всі дуги порушують ці умови, то проводиться повернення на одну стадію назад і прийнята на цій стадії дуга $(k-1) - j$ ігнорується і вибирається наступна за оцінкою $F_{(k-i)-i} > F_{(k-i)-j}$ дуга. Якщо умови не порушені хоча б для однієї дуги, то проводиться перехід на одну стадію вперед. Обчислення закінчуються, коли досягнута $n + 1$ стадія.

II. Методи цілочисельного програмування.

Методами цілочисельного програмування (далі - ЦП) завдання комівояжера вирішували С. Міллер, А. Таккер і Р. Землін [54]. У завданнях маршрутизації ми маємо справу з дискретними ресурсами: є кінцеве ціле число автомашин, кінцеве ціле число одержувачів. Виникає система лінійних обмежень в просторі цілочисельних змінних, виходить задача ЦП.

III. Метод «гілок і меж».

Використання методу «гілок і меж» для вирішення «задачі комівояжера» вперше описано в роботі [1]. Тут процес побудови оптимального плану здійснюється наступним чином. На кожному кроці все безліч шляхів комівояжера розбивається на два непересічних підмножини, і для кожного підмножини визначається нижня межа рішення. Одна підмножина шляхів утворюють шлях, який включає дугу $(i-j)$, а інше - шляхи, які цю дугу не включають. У процесі рішення будується «дерево» варіантів, що має в кожній вершині два розгалуження. Якщо що відповідає одному з гілок «дерева»

варіант обходу пунктів має довжину шляху не більшу, ніж нижня межа будь-якого з нерозбитих підмножин, то цей шлях є оптимальним. Якщо будь-яка нерозбита підмножина має нижню межу меншу, ніж довжина знайденого шляху, то отримане рішення і його нижня межа запам'ятовуються, а рішення триває з тієї підмножини, яке має мінімальний нижній кордон. Процес обчислень триває, поки не буде знайдено шлях, довжина якого не перевищує нижніх меж нерозбитих підмножин або пройдено всі шляхи.

Методи, що забезпечують отримання наближеного рішення

I. Методи локальної оптимізації (локального пошуку).

Методи локального пошуку дозволяють наблизитися до глобального оптимуму. Сутність методів локальної оптимізації - береться будь-яке припустиме рішення задачі і потім досить простими операціями перетворення робиться спроба поліпшити його. Йде постійне поліпшення цільової функції.

Алгоритм починається з початкового рішення (отримано в результаті випадкового вибору або дії допоміжного алгоритму, тієї ж метаевристички). У кожного наступного рішення значення цільової функції стає все менше і менше. Алгоритм працює, поки не буде досягнутий локальний екстремум (мінімум). Недоліки цього методу наступні:

- 1) число кроків для досягнення локального оптимуму може бути експоненціальним;
- 2) локальний оптимум може істотно відрізнятись від глобального [60].

Добре відомий «алгоритм інверсій» [53]. У наявному маршруті замінюємо дві ланки на дві нових ланки. Маршрут залишається замкнутим. Причому фрагмент маршруту треба буде пройти в напрямку, протилежному вихідного (інвертувати). Якщо довжина маршруту в результаті цієї операції зменшиться, операцією інверсії будемо намагатися поліпшити і отримати новий маршрут. І так до тих пір, поки ця операція не стане неможливою.

II. Методи випадкового пошуку.

Замовлення вантажоодержувача постійно змінюється, проте, вантажовідправник хоче працювати в умовах стабільності. Замовлення

вантажодержувача розглядається як випадкова величина, проводиться статистична обробка замовлень по набраній статистиці, виявляються закономірності. Потім проводиться мікрорайонування клієнтів [34] або ситуаційне планування [47]. Мікрорайонування клієнтів передбачає об'єднання в групи вантажодержувачів, що мають близькі графіки завезення вантажу та знаходяться в одному мікрорайоні. Територія мікрорайону може бути обмежена або квадратом з діагоналлю 50 - 60 км, або сектором з вершиною в пункті дислокації постачальника. Основний принцип ситуаційного планування - виділення базових транспортних ситуацій, чергуванням яких можна відтворити все вихідне безліч ситуацій.

III. Евристичні методи.

Евристичні методи здатні знаходити за прийнятний час рішення близьке до оптимального. Якщо позначити цільову функцію завдання маршрутизації $f(x)$, то для ітерації $(i + 1)$ $f(x_{i+1}) < f(x_i)$.

1. Метод Кларка-Райта, він же економізується метод, він же метод «функції вигоди» [45]. Основна ідея методу полягає в перетворенні початкової системи маршрутів таким чином, щоб кожне окреме перетворення давало найбільше поліпшення. Початкові маршрути при цьому радіальні. Внаслідок перетворень радіальні маршрути добудовуються до кільцевих. Для цього застосовується матриця економії, розрахована на матриці відстаней. Метод був запропонований англійськими вченими (Clark G., Wright J) в 1964 р. Г. Кларком і Дж. Райтом як показник поліпшення маршрутів запропонована економія пробігу. Припустимо, у нас є два одержувача i і j , яким потрібно доставити товар. Можна доставити товар або двома радіальними маршрутами, або одним кільцевим (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Радіальний і кільцевий маршрути

$$L_1 = 2(l_{0i} + 2l_{0j}) \quad (2.1)$$

У другому випадку загальний пробіг складе:

$$L_2 = l_{0i} + l_{ij} + l_{0j} \quad (2.2)$$

Економія (функція вигоди) при застосуванні кільцевого маршруту замість двох радіальних складе:

$$e_{ij} = L_1 - L_2 = l_{0i} + l_{0j} - l_{ij} \quad (2.3)$$

Коли розглядається задача розвезення дрібнопартійних вантажів, є n одержувачів. Складаємо систему з n радіальних маршрутів $\{0, i, 0\}$, де $i = (1, 2, 3, 4, \dots, n)$. Система радіальних маршрутів задовольняє умовам завдання розвезення, але містить багато дрібних маршрутів. Цю систему перетворюємо, поступово об'єднуючи маршрути (перетворюючи радіальні маршрути в кільцеві). Маршрути об'єднуємо з урахуванням значень функції вигоди, прагнучи до найбільшого скорочення довжини маршрутів.

2. Метод підсумовування по стовпцях [9].

Застосовується заздалегідь складена матриця найкоротших відстаней між пунктами. Вибираємо трьох одержувачів (наприклад, А, В, С), так щоб даний маршрут був найбільшим. Це вихідний маршрут, в нього додаємо інших одержувачів. Першим включається пункт, якому відповідав би велика сума

стовпців в матриці найкоротших відстаней. Щоб знайти місце для включення пункту D в початковий маршрут, його включають по черзі між кожною парою сусідніх пунктів початкового маршруту: між A і B, між B і C, між A і C. При цьому для кожної пари пунктів розраховують величину приросту довжини маршрутів:

$$\Delta l_{кр} = l_{ki} + l_{ip} - l_{кр} \quad (2.4)$$

де l - відстань, км;

i - індекс включного пункту;

k, p - індекси першого і другого пунктів з пари.

Пункт D включається в маршрут між двома пунктами, для яких приріст буде мінімальним. Якщо найменшим є Δl_{AB} то маршрут стане A-D-B-C-A. Далі включається наступний пункт E, тепер треба розрахувати вже чотири різних збільшення, так як E може бути між A і D, між D і B, між B і C, між C і A. Процес триває до тих пір, поки в маршрут не ввійдуть всі точки. Алгоритм досить простий, але в міру зростання числа пунктів його трудомісткість збільшується.

3. Вибір маршрутів по найкоротшій зв'язує мережі [9].

Найкоротша зв'язує мережу має найменшу довжину. Застосовуємо матрицю найкоротших відстаней. Вибираємо два пункти з мінімальним відстанню між ними. На наступному кроці додаємо пункт, найбільш близький до початкових пунктах мережі. Далі шукаємо пункт, найближче розташований до отриманого третього пункту і т.д. Встановлена послідовність може бути неоптимальною. Тому її використовують тільки для визначення набору пунктів, що входять в маршрут.

4. Метод «мітли» (sweep algorithm) [51].

Цей метод імітує дії диспетчера і полягає в наступному. На карті району перевезень будується промінь, причому початок його - це сам відправник, наступна точка променя - довільно обраний одержувач. потім промінь

обертається по (або проти) годинниковою стрілкою. Одержувач, якого торкнувся промінь, включається в маршрут. Маршрут сформований, коли промінь повернувся на 360 градусів.

IV. Метаеврістики [50].

Метаеврістики, перебираючи все нові і нові локальні оптимум, можуть «наштовхнутися» на глобальний оптимум. В NP-повних задачах може бути багато локальних оптимумів і тут важливо за допомогою почергового виходу з локальних оптимумів прийти в глобальний оптимум. Так як програма може «застрягти» (зациклитися) в локальному оптимумі. Також метаеврістичен відрізняються від евристиків тим, що для ітерації ($i + 1$) Не обов'язково виконується нерівність $f(x_{i+1}) < f(x_i)$ [50].

1. Метод генетичних алгоритмів [15]

Засновником сучасної теорії генетичних алгоритмів вважається Д.Х. Холланд [ПО]. Для вирішення завдання маршрутизації маршрут уподібнюється хромосомі. Спочатку одним з відомих методів («жадібний» алгоритм, метод гілок і кордонів, генератор випадкових чисел та ін.) формуються першопочаткові маршрути (стартова популяція хромосом). Попередньо завдання можна спростити за допомогою мікрорайонування. Так як кожен сформований маршрут можна уподібнити хромосомі, то, відповідно, кожен ген – це елемент маршруту, конкретний одержувач. Далі починається цикл еволюції. На кожному витку цього циклу формуються хромосоми (маршрути) нового покоління з допомогою операторів вибору батьків, кросинговеру, мутації і селекції.

1. Мутація полягає в заміні значень деяких генів (одержувачів) в батьківській хромосомі на випадкові значення;

2. Кросинговер виконується по відношенню до пари хромосом і включає розрив хромосом в одній або декількох позиціях і рекомбінацію утворилися фрагментів. В результаті виходить пара хромосом нащадків. Причому також застосовується стратегія відбору батьків, щоб не втратити хороші хромосоми (маршрути).

3. Селекція - з найбільш перспективних (з найменшою довжиною маршруту) мутованих хромосом і хромосом нащадків і відбираються хромосоми (маршрути) нового покоління.

4. Перетворення генотипу в фенотип - обчислюємо час виконання маршруту і його протяжність. Слід зазначити, що для генетичних алгоритмів виникають складності налаштування параметрів (розмір популяції, цільова функція для популяції, ймовірність мутації, ймовірність схрещування). Відповідно, алгоритм досить повільний, але не «жадібний». Приклади застосування генетичних алгоритмів для вирішення задачі маршрутизації представлені в [43].

2. Метод мурашиної колонії (Ant Colony Optimization) [46]

Мурахи прокладають оптимальні маршрути до джерел їжі, позначаючи свій маршрут виділеним для цієї мети хімічною речовиною - феромонами. І кожен новий мураха на цьому маршруті також позначає його. Чим вигідніше маршрут, тим більше феромона нанесено на цей маршрут. Існує позитивний зворотний зв'язок (чим коротше маршрут, тим повільніше випаровується феромон) і негативний зворотний зв'язок (на довгому маршруті феромон випаровується і маршрут стає непривабливим для мурашок). У методі АСО віртуальні мурахи спочатку розміщуються в вершинах графа, потім починають своє пересування, покриваючи свій шлях феромонами. Пам'ять мурашки не дозволяє йому відвідати вже пройденого одержувача. Чим коротше шлях, тим більше буде на ньому феромону.

V. Методи теорії розкладів.

Завдання маршрутизації автомобільного транспорту по своїй математичній суті найближче саме до завдань теорії розкладів [17].

Однією з перших робіт, присвячених вирішенню завдання маршрутизації з позицій теорії розкладів, стала [31], в якій автор запропонував рішення завдання поставок бетону за допомогою складання погодинного графіка. Також в роботі [27] запропонований алгоритм наближеного розв'язання задачі про часових графіках по доставці будматеріалів на

будівництво. Опис завдання перевезень вантажів як спеціального завдання маршрутизації наводиться в роботі [22].

VI. Імітаційне моделювання.

Перспективним методом вирішення завдань маршрутизації є імітаційне моделювання.

В роботі Миротин Л.Б. [28] імітується процес складання оптимальних маршрутів автомобілів під час перевезення великотоннажних контейнерів в транспортному вузлі.

В роботі Геронімус Б.Л. [12] розглянуті питання складання імітаційних моделей, що моделюють перевезення продуктів. Питання імітаційного моделювання виробничо-транспортних систем розкриває робота Безеля Є.П. [5].

Метод імітаційного моделювання можна застосувати для вирішення завдання розвезення дрібнопартійних вантажів з наступних причин:

- 1) складна структура маршрутів і складна структура тимчасових вікон навантаження і розвантаження створюють складний об'єкт моделювання;
- 2) замовлення одержувачів продукції постійно змінюються в часі і просторі, відповідно, змінюються і маршрути розвезення дрібнопартійних вантажів;
- 3) необхідно досліджувати в динаміці процес функціонування системи розвезення дрібнопартійних вантажів.

За результатами розгляду методів вирішення задачі маршрутизації можна зробити наступні висновки:

- 1) методи, що забезпечують отримання оптимального рішення (точні методи), працюють для задач малої розмірності (до 50 в разі методу «гілок і кордонів »);
- 2) евристичні методи дозволяють при економних витратах праці і коштів і за прийнятний час одержати не оптимальний результат, але придатний для практичного використання - субоптимальне рішення;

3) метаевристики вимагають великої кількості параметрів, потребують стратегії, що перешкоджає «застрягання» в локальному оптимумі і сприяє переходу до глобального оптимуму;

4) на практиці дрібнопартійних перевезення мають на увазі розвезення продукції відповідно до асортименту і часовими графіками поставки. Ці додаткові умови ускладнюють об'єкт дослідження і знижують ефективність наведених методів. Найбільш ефективними стають евристичні методи, зокрема метод Кларка-Райта.

2.2 Аналіз алгоритму Кларка-Райта

Алгоритм Кларка-Райта був розроблений одночасно двома англійськими вченими Г. Кларком (G. Clark) і Дж.В. Райтом (J.W. Wright) [97]. Алгоритм Кларка-Райта є одним з перших наближених алгоритмів розв'язання задачі маршрутизації. Перевагами методу є його простота, надійність і гнучкість, що дозволяє враховувати цілий ряд додаткових факторів, що впливають на кінцеве рішення задачі. Алгоритм Кларка-Райта є одним з алгоритмів класичної евристики. Точне рішення задачі маршрутизації можна знайти тільки методом повного перебору всіх варіантів маршрутів. Відповідно, немає методів знаходження точного рішення задачі маршрутизації за поліноміальний час (точний алгоритм на основі методу гілок і меж застосуємо для малого числа пунктів). Тому виникли наближені (що не мають строгого математичного обґрунтування) евристичні алгоритми. Евристика працює набагато швидше, ніж метод повного перебору. Починаючи з 90-их років 20 століття з'являються метаевристики, призначення яких - основа для побудови закінченої евристики. Тобто метаевристика - це метод для побудови класичного евристичного алгоритму.

Ідея застосування алгоритму Кларка-Райта полягає в наступному.

Розраховуються економії (функції вигоди) за формулою (13):

$$e_{ij} = l_{0i} + l_{0j} - l_{ij} \quad (2.5)$$

Будується система з n радіальних маршрутів виду $\{0,i,0\}$. вирішується задача розвезення дрібнопартійних вантажів. Умова дрібнопартійних (число автомашин менше числа одержувачів):

$$m < n \quad (2.6)$$

Для завдання розвезення справедливо умова - попит будь-якого з одержувачів, як правило, менше місткості автомашини:

$$q_j \leq P_k \quad (2.7)$$

Система радіальних маршрутів задовольняє умовам (2.5) - (2.7) завдання маршрутизації, але включає в себе занадто багато дрібних маршрутів. Ця система буде перетворюватися за допомогою поступового об'єднання маршрутів, при цьому буде перевірятися справедливість умов (2.5) - (2.7) по відношенню до нових систем.

В основі об'єднання маршрутів лежить завдання максимального зниження довжини маршрутів. Для цього послідовно розглядаються функції вигоди в порядку їх зменшення та відповідні пари одержувачів включаються в маршрут.

Такий процес завершиться після розгляду всіх функцій вигоди. Якщо початкова система буде трансформована в систему, для якої умови (2.5) - (2.7) будуть виконуватися, то задача вирішена.

Розглянемо на прикладі алгоритм Кларка-Райта більш докладно.

Вихідні дані отримані за матеріалами ПП «Конекс» м. Вінниця. Є 10 одержувачів Вінницької області. сформована матриця відстаней 11×11 , так як ми враховуємо і сам склад відправник (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Матриця відстаней $L = l_{ij}$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-	47	106	95	48	30	27	28	88	45	23
1	0	-	63	51	83	33	75	63	39	36	56
2	0		-	22	135	91	135	123	35	88	108
3	0			-	152	95	123	112	55	67	104
4	0				-	44	74	78	101	102	32
5	0					-	56	55	58	64	17
6	0						-	23	111	52	52
7	0							-	99	30	58
8	0								-	91	74
9	0									-	73
10	0										-

Матриця симетрична (тому заповнимо тільки її, наприклад, верхній трикутник), так як передбачається, що можливий проїзд автомашин як з пункту i в пункт j , так і назад, причому за тим же самим шляхом. найчастіше це не відповідає реаліям життя.

Маючи в своєму розпорядженні матрицею відстаней, легко сформувати матрицю економії.

Як зазначено вище, в методі Кларка-Райта два радіальних маршруту об'єднуються і розраховується отриманий виграш. Економія (функція вигоди) при застосуванні кільцевого маршруту замість двох радіальних складе величину, розраховану за формулою (13).

Так, наприклад, по вихідній матриці відстаней виграш при об'єднанні одержувачів 4 і 6 складе:

$$e(4,6) = l_{04} + l_{06} - l_{46} = 152 + 95 - 44 = 203.$$

Аналогічно розраховуються виграші при об'єднанні інших радіальних маршрутів в кільцеві маршрути.

Формується матриця економії. Вона також симетрична (табл.2.3). Відповідно, ми обмежимося заповненням тільки нижнього трикутника, так як трикутник вище головної діагоналі буде ідентичний.

Таблиця 2.3 – Матриця економії $E=e_{ij}$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-										
1	0	-									
2	0	90	-								
3	0	91	92	-							
4	0	12	11	5	-						
5	0	44	5	21	203	-					
6	0	0	3	34	201	62	-				
7	0	12	3	33	186	67	88	-			
8	0	96	67	2	106	87	3	35	-		
9	0	56	11	43	115	82	68	45	38	-	
10	0	14	11	26	224	59	21	17	83	92	-

Відомий вектор попиту - скільки товару слід доставити того чи іншого одержувачу (табл.2.4). Слід зазначити, що цей вектор попиту може змінюватися, так як замовлення одержувача змінюється день у день. Можливий також випадок, коли замовлення дорівнює 0. Проте, одержувач залишається в матриці відстаней. Чи не виключено, що проїзд повз цього одержувача дозволить скоротити довжину маршруту.

Таблиця 2.4 – Вектор запиту Q

№ отримувача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Запит, кг	500	300	500	600	400	400	300	600	400	300

Враховуємо обмеження, які накладають особливості роботи аптечного складу (табл.2.5). Парк автомашин аптечного складу складається з Mercedes-Benz. Відповідно, всі дані табл.2.5 відносяться саме до застосування цих автомашин.

Матриця відстаней і вектор попиту можуть змінюватися - добудовуватися в разі збільшення числа одержувачів в мікрорайоні і зменшуватися при припиненні договірних відносин з одержувачем. Так як у нас буде працювати вдосконалений алгоритм Кларка-Райта досить обнулити попит для відповідного одержувача, якщо він припинить замовляти продукцію у підприємства. але цього одержувача слід залишити в матриці відстаней -

можливо, проїзд машини повз цю недіючу точку дозволить скоротити маршрут.

Таблиця 2.5 - Вхідні дані по навантаженню, перевезенню, розвантаженню лікарських засобів на Mercedes Benz місткістю 2 тони

№	Показник	Значення	Примітка
1	Товар	Лікарські засоби	
2	Час завантаження товару, год	0,5	Хронометраж
3	Час розвантаження пустої тари, год	0,3	Хронометраж
4	Час оформлення документації	$0,02 \cdot n$	n – число отримувачів в маршруті
5	Обмеження продовження маршруту, год	8	Норма часу
6	Час розвантаження товару в отримувача	$0,2 \cdot n$	n – число отримувачів в маршруті
7	Час оформлення документації на вивантажений товар, год	$0,1 \cdot n$	n – число отримувачів в маршруті
8	Вантажопідємність автомобіля, кг	2000	Місткість

Дані (матриці відстаней і вектори попиту) можуть імпортуватися черзі або всі відразу. Попередня обробка даних означає розрахунок матриці економії на основі матриці відстаней і перевірку вектора попиту на відповідність місткості машини.

Даний алгоритм працює в такому порядку

Крок 1. Введення вихідних даних.

Наші вихідні дані:

- 1) матриця відстаней L ;
- 2) вектор попиту Q ;
- 3) обмеження по часу маршруту T ;
- 4) обмеження по місткості машини P_k .

Крок 2. Попередня обробка даних.

2.1. Перевірка вектора попиту на відповідність місткості автомашини

2.2. Розрахунок матриці економії E .

Крок 3. Пошук максимальної економії.

Використовуємо загальний алгоритм пошуку екстремального елемента. Знайдемо максимальну економію e_{ij} . Тоді стають відомими перші два пункти маршруту ($i * j *$). Виникають два варіанти першого маршруту:

$$0-i * -j * -0 \text{ або } 0-j * -i * -0.$$

Для нашої матриці економії максимальна економія $e_{104} = 224$ км. Або що те ж саме, $e_{410} = 224$ км. Перший маршрут вибудовується так: 0-10-4-0 або 0-4-10-0. Яка буде обрана послідовність об'їзду, нам вкажуть наступні дії алгоритму.

Крок 4. Перевірка умови на максимум.

Якщо знайдена максимальна економія, то переходимо до кроку 5. якщо ж ні, то переходимо до кроку 10. Цей перехід здійснюється, коли всі дозволені економії будуть розглянуті. У кроці 10 будуть сформовані підсумкові маршрути.

Крок 5. Перевірка на обмеження по сумісності маршруту.

Знайдені ($i *$, $j *$) не повинні одночасно належати вже сформованому маршруту. Інакше кажучи, якщо на даній ітерації у нас максимальна економія, наприклад, по e_{47} , а вже сформований маршрут 0-4- 5-7-0, то знайдені пункти 4 і 7 для даного маршруту не розглядаються, так як вони вже вбудовані в цей маршрут і використовувати економію по пунктам 4 і 7 ми зможемо, тільки видаливши пункт 5 і, тим самим, зруйнувавши маршрут. Тому в даному випадку пункти 4 і 7 повинні бути заблоковані.

Крок 6. Блокування.

Це означає, що розглянута економія, яка не відповідає умові, вказаною в кроці 5, при створенні маршруту не використовується. Алгоритм має на увазі наявність циклів і в наступних ітераціях при створенні саме цього маршруту ця економія буде заблокована. Тоді ми шукаємо такі максимальні економії.

Крок 7. Включення пунктів в маршрут.

Якщо отримані пункти відповідають обмеження, то переходимо до об'єднанню маршруту з новими одержувачами. Сформувавши маршрут 0-10-4-0 або 0-4-10-0.

Крок 8. Перевірка обмеження по місткості автомашини.

Якщо ми перевищили місткість автомашини, то дана економія блокується, програма розглядає таку максимальну економію в матриці економії без щойно знайденого елемента e_{ij} . Для наших початкових пунктів (10; 4) обмеження виконується:

$$q_{10} + q_4 = 600 + 300 = 900 < 2000.$$

Перехід до кроку 9.

Крок 9. Перевірка на час роботи k-го водія.

Якщо час роботи перевищує 7,7 годин, то економія блокується. І ми розглядаємо наступну максимальну економію. Якщо ж ні, то ми добудовуємо маршрут далі. Для наших первинних пунктів (10; 4) обмеження на час роботи водія виконується:

$$0,04 + 0,04 + 0,2 + 103/70 = 2,34 < 7,2.$$

Крок 3. Пошук максимальної економії.

Сформований маршрут відповідає всім вимогам, тому знову звертаємося до матриці економії за новими пунктами маршруту. вже знайдені нами пункти так і залишаються в маршруті.

До кроку 10 ми перейдемо, коли переберемо всі економії в матриці економії.

Якщо ж сформований маршрут не відповідає вимогам, то звертаємося до кроку 6 (блокування). Тоді (причому мова йде про етап формування маршруту, коли перший відрізок 0-і вже зафіксовано і змінюватися не буде) цей сформований маршрут усикається на пункти, знайдені в кроці 4. Цей елемент

матриці економії $e_{i^* j^*}$ блокується без подальшої розблокування для даного маршруту. Для нашого випадку всі вимоги обмежень виконані. відповідно, продовження маршруту буде від пункту i^* або j^* . У нашому прикладі - від пункту 10 або від пункту 4. У матриці економії шукаємо максимальну економію.

Попередня максимальна економія була по e_{104} , отже, продовження маршруту може бути від пункту 10 або від пункту 4.

Максимальна економія за пунктом 10 з наявних (за вирахуванням e_{104}) дорівнює $E_{108} = 83$.

Максимальна економія по пункту 4 з наявних (за вирахуванням e_{104}) дорівнює $e_{54} = 203$.

Крок 4. Перевірка умови на максимум.

Порівняння двох економії буде на користь $e_{54} = 203$.

Крок 5. Перевірка на обмеження по сумісності маршруту.

Пункти 5 і 4 цієї статті не належать одночасно маршруту 0-10-4-0 або маршруту 0-4-10-0. Обмеження виконано.

Крок 7. Включення пунктів в маршрут.

Сформували маршрут 0-4-10-5-0. Тим самим визначили, що вихідний маршрут буде 0-4-10-0, а не 0-10-4-0.

Крок 8. Перевірка обмеження по місткості автомашини.

$$q_{10} + q_4 + q_5 = 600 + 300 + 400 = 1300 < 2000.$$

Крок 9. Перевірка на час роботи водія.

$$0,06 + 0,06 + 0,3 + (126/50) = 2,94 < 7,2.$$

Після того, як маршрут перевірений, зведемо отримані значення в перевірочну таблицю. У перевірочній таблиці 2.6 перевіримо маршрут 0-4-10-

5-0 на обмеження по місткості машини, часу роботи машини. При виконанні обмежень перейдемо до наступного кроку алгоритму.

Таблиця 2.6 – Перевірка маршруту 0-4-10-5-0

Показник	Частина маршруту	0-4	4-10	10-5	5-0	Разом	Норма
S_k	число пунктів в маршруті, шт	3				3	-
Q_k	попит отримувача, кг	600	300	400		1300	2000
L_k	довжина маршруту, км	48	32	17	30	127	-
T_k	час маршруту, год					2,94	7,2

Виконавши розрахунки для пунктів які залишились сформувались наступні маршрути (табл. 2.6)

Таблиця 2.6 - Сформовані маршрути

№	Маршрут	Навантаження, км	L_k , км	T_k , год
1	0-4-10-5-0	1300	127	2,94
2	0-6-7-9-0	1200	125	2,92
3	0-1-3-2-8-0	1900	237	5,3
	Разом	4300	489	11,16

Наш варіант алгоритму Кларка-Райта має на увазі обмеження по місткості машини і часу роботи водія, тобто максимально наближений до життя.

Детальний алгоритму алгоритму Кларка-Райта, запропонований для умов ПП «Конекс» (детально наведений в 3 розділі), дозволяє зробити деякі висновки.

1. Алгоритм простий і гнучкий. У ньому досить легко враховані обмеження в основному алгоритмі.

2. Однак ця уявна простота алгоритму призводить до того, що одного разу враховані в маршруті пункти і відповідні їм економії блокуються, видаляються з подальшого розгляду. Цим забезпечується відносна швидкість роботи алгоритму (про це нижче), але тоді і отримані маршрути можуть і не бути найкоротші і часто має сенс минути вже зазначений пункт, при цьому протяжність маршруту буде менше, ніж в тому випадку, коли ми розглядаємо тільки залишилися пункти маршруту.

3. Для випадку великої транспортної мережі виникає питання – коли зупиняти алгоритм. Рішення може бути наступним - обмежуємо час роботи алгоритму. Прив'язуємо його до реальності. Верхня межа – середній час складання маршруту диспетчером.

2.3 Удосконалення алгоритму Кларка-Райта

Алгоритм Кларка-Райта характеризується швидкістю і відносною простотою реалізації. Але «жадібність» алгоритму означає, що не завжди ми прийдемо до оптимального рішення. Відомий ряд спроб удосконалення алгоритму Кларка-Райта. Розглянемо їх.

У 1967 році Гаскелл в [49] ввів параметр λ , (названий параметром форми маршруту), який управляє відносною важливістю форми дуги між одержувачами i і j в вищеназваному обчисленні економії e_{ij}

$$e_{ij} = l_{0i} + l_{0j} - \lambda l_{ij} \quad (2.6)$$

У 1988 р. Паесенс в [55] включив в вираз функції вигоди нову компоненту разом з ваговим параметром α , який враховує "асиметрію" по відстані від складу до кожного з двох "злитих" клієнтів. Результуюча формула економії така:

$$e_{ij} = l_{0i} + l_{0j} - \lambda l_{ij} + \mu |l_{0i} - l_{0j}|. \quad (2.7)$$

У 1998 році Голден запропонував використовувати генетичний алгоритм для налаштування параметрів алгоритму Кларка-Райта [52]. Була реалізована двоетапна процедура і, відповідно, два різних генетичних алгоритму для визначення значення параметра лагранжевих релаксації для завдання маршрутизації.

У 2002 році Пеппер запропонував використовувати метод відпалу для настройки параметрів алгоритму Кларка-Райта [57].

У 2003 році Чандрян застосував генетичний алгоритм в одноетапній процедурі налаштування параметрів алгоритму Кларка-Райта [44].

У 2005 році Алтінел і Онкан в [42] також застосували одноетапну процедуру, яка базується на генетичному алгоритмі. В даному підході реалізується розширення алгоритму Кларка-Райта великою кількістю різних векторів параметрів методу. До вже наявних параметрами μ і λ вони додали параметр ν і розглядали різні комбінації трьох незалежних параметрів (μ, λ, ν) .

Розглядаючи запропоновані методи алгоритму Кларка-Райта, можна відзначити, що суть їх зводиться до уточнення формули виграшу та подальшої налаштування незалежних параметрів. При цьому використовуються генетичний алгоритм і метод відпалу.

Ми пропонуємо вдосконалити алгоритм Кларка-Райта алгоритмами Флойда-Уоршалла та Дейкстри. Тут застосовується головна функція цих алгоритмів - пошук найкоротшого шляху між заданої початковою вершиною і заданою кінцевою вершиною. У загальному випадку матриця відстаней може враховувати тільки прямі зв'язки між пунктами. Ці маршрути далеко не завжди

найкоротший. При включенні в маршрут нової вершини довжина маршруту може стати довше.

Має сенс провести попередню оптимізацію матриці відстаней, так як комп'ютерна програма, яка реалізує алгоритм Кларка-Райта, що не «Знає», що вихідна матриця відстаней обов'язково матриця найкоротших відстаней. Цією інформацією володіє тільки користувач програми, так як саме він буде складати і міняти матрицю відстаней. В умовах великого міста найчастіше відстані між одержувачами відділом логістики визначаються шляхом об'їзду на машині.

Алгоритм Роберта Флойда і Стівена Уоршалла (далі - алгоритм Флойда-Уоршалла) дозволить нам знайти у запропонованій матриці відстаней між одержувачами найкоротші шляхи між одержувачами продукції. При цьому нам відомо, що в отриманій матриці будуть тільки значення цих найкоротших шляхів, без повного вказівки самого шляху. Історично спочатку мінімальне відстань між пунктами було знайдено алгоритмом Флойда-Уоршалла, але цей алгоритм не вказує проміжні пункти маршруту. Однак цей алгоритм дозволяє працювати, якщо в графі є дуги негативного ваги. Для того щоб визначити сам шлях, тобто послідовність проміжних одержувачів, через яких буде проходити цей найкоротший шлях, ми застосуємо алгоритм Дейкстри. Для виведення розгорнутого маршруту, де вказуються проміжні пункти, використовуються результати алгоритму Дейстри. Тим самим стає відомим шлях мінімальної відстані. Але алгоритм Дейкстри не працює, якщо в графі є дуги негативного ваги. Вже згадана матриця відстаней характеризується наступними властивостями:

1. Для всіх i, j , що належать N , існує шлях від одержувача i до одержувача j (Одержувачі i і j пов'язані маршрутом). Якщо розглядати транспортну мережу одержувачів Вінницької області як граф, то це зв'язний граф.

2. У даній транспортної мережі можливий проїзд по ребру графа в обидві сторони, при цьому відстань не змінюється. Відповідно, кожне неорієнтоване

ребро можна замінити парою орієнтованих ребер (дуг) з протилежною орієнтацією і рівного ваги. В даному випадку під вагою мається на увазі відстань. Це перетворення неорієнтованого графа в орієнтований дозволяє застосувати алгоритм Дейкстри.

3. Розглянуті маршрути не мають петель. Якщо досліджувати транспортну мережу одержувачів Вінницької області як неорієнтований граф, то це зв'язний неорієнтований ациклічний граф або дерево.

4. У транспортній мережі одержувачів Вінницької області немає петель і будь-яка пара вершин з'єднана не більше ніж одним ребром. Відповідно, це простий граф.

Як ми бачимо, комбінація алгоритмів Флойда-Уоршалла і Дейкстри гасить мінуси і збільшує плюси. Можна було б прибрати алгоритм Флойда-Уоршалла, так як алгоритм Дейкстри вже дає найкоротші і розгорнуті маршрути, але для підстраховки (на випадок дуг з негативними вагами) ми залишаємо і алгоритм Флойда-Уоршелла.

Алгоритми Флойда-Уоршалла і Дейкстри незалежні, вони обробляють вихідну матрицю відстаней і результат виходить ідентичний, з тією лише різницею, що алгоритм Дейкстри дає розгорнуті маршрути, тобто для алгоритму Дейкстри не потрібен результат алгоритму Флойда-Уоршалла. Далі алгоритм Кларка-Райта користується отриманими найкоротшими відстанями і шляхами між одержувачами, шукає функцію вигоди і формує маршрути – спочатку скорочені, потім розгорнуті (цю можливість надає алгоритм Дейкстри).

Отже, запропонований метод оптимізації логістичних показників дрібнопартійних перевезень автомобільним транспортом – попередня оптимізація відстаней методами Флойда-Уоршалла і Дейкстри, слідом за тим рішення задачі алгоритмом Кларка-Райта [30].

Після того, як ми знайдемо найкоротші відстані між будь-якою парою одержувачів і дізнаємося самі шляхи, залишається задіяти алгоритм Кларка-Райта, який сформує оптимальні маршрути.

З'ясуємо, чому з наявних алгоритмів пошуку найкоротшого шляху обрані тільки алгоритм Дейкстри і Флойда-Уоршалла. коротенько зупинимося на існуючих алгоритмах пошуку найкоротшого шляху між заданою початковою вершиною і заданої кінцевої вершиною графа. Відзначимо основні алгоритми пошуку найкоротшого шляху і розберемо їх особливості:

- 1) алгоритм Едсгара Дейкстри (розроблений в 1959р.);
- 2) алгоритм Роберта Флойда - Стівена Уоршалла (розроблений в 1962р.);
- 3) алгоритм Річарда Беллмана-Лестера Форда (розроблений в 1969 р.);
- 4) алгоритм Дональда Брюса Джонсона (розроблений в 1977р.);
- 5) алгоритм Ю.Б. Левіта (розроблений в 1972 р.).

Асимптотика алгоритму Дейкстри - квадратична, тобто час роботи програми пропорційно квадрату кількості вершин [2].

Асимптотика алгоритму Флойда-Уоршалла (в загальному випадку) кубічно залежить від числа вершин . Це дає можливість використовувати його тільки при числі вершин до 200.

Асимптотика алгоритму Беллмана- Форда (в загальному випадку) залежить від числа вершин в четвертого ступеня . Якщо врахувати обмеження по алгоритму

Флойда-Уоршалла (200 вершин і кубічна асимптотика), то ми отримаємо обмеження числа вершин для алгоритму Форда. В алгоритмі Беллмана-Форда кожна дуга може проглядатися в ході обчислень більш одного разу, в той час як в алгоритмі Дейкстри кожна дуга буде проглядатися в ході обчислень не більше одного разу.

Підхід, запропонований Річардом Беллманом (1920-1984), називається динамічним програмуванням [6]. Одночасно цей підхід був запропонований Лестером Фордом. У масиві зберігається поточне знайдене відстань до кожної з вершин і на кожному кроці алгоритму яку оновлюється, якщо знайдено ребро, яке поліпшує результат. Таким чином, після кожного кроку до виходитиме масив довжин найкоротших шляхів і з усіх таких шляхів слід

вибрати найкоротший. Алгоритм не працює, якщо в графі є негативні цикли (цикли з негативним вагою).

В алгоритмі Джонсона використовується алгоритм Беллмана - Форда і алгоритм Дейкстри, реалізовані у вигляді підпрограм. Тимчасова складність вище, ніж у алгоритму Дейкстри.

Московський математик Б. Ю. Левіт [24] розробив алгоритм, який поєднує в собі риси методу Беллмана-Форда і методу Дейкстри. Його називають методом двосторонньої черги. Тимчасова складність вище, ніж у алгоритму Дейкстри.

Ряд розглянутих алгоритмів (Джонсона, Левіта) виник як комбінація ідей, застосованих в алгоритмах Дейкстри і Беллмана-Форда. Сучасні критерії якості програми - це, перш за все, надійність, а також можливість точно планувати написання програми і її супровід [32]. З точки зору надійності програми представляється розумним для пошуку найкоротших шляхів між вершинами графа застосовувати вихідні алгоритми, а не ті (Джонсона, Левіта), які були отримані внаслідок комбінації вже наявних алгоритмів, тому що чим менше елементів в системі (вихідних алгоритмів в комбінації цих алгоритмів), тим надійніше система в цілому. Під вихідними алгоритмами маються на увазі алгоритми (Дейкстри, Флойда-Уоршалла, Беллмана-Форда).

Таким чином, з переліку розглянутих алгоритмів залишаються алгоритми Дейкстри, Флойда-Уоршалла, Беллмана-Форда, і з урахуванням тимчасової складності алгоритму з вихідних алгоритмів відберемо алгоритм Дейкстри і Флойда- Уоршалла.

При розрахунках, що реалізує вдосконалений алгоритм Кларка-Райта, враховані витрати часу на завантаження-вивантаження продукції, оформлення документів і тривалість робочого дня водія. Це дозволить впорядкувати маршрути по машинам. Відбудеться це в такий спосіб. Знаючи всі маршрути, середню швидкість руху автомашини, визначимо сумарний час всіх маршрутів. Розділивши це сумарний час на тривалість робочого дня водія (8

годин) і округливши отриману цифру в більшу сторону, отримаємо мінімальне необхідне число автомашин.

Далі розподілимо фінальні маршрути за рівнем зменшення тривалості маршруту. Вибираємо перший (найтриваліший) з вже розподілених маршрутів. Якщо маршрутів для вибору вже немає, то алгоритм завершений.

Знаходимо машину з найменшим завантаженням. Якщо додавання маршруту допустимо до машини і за часом (8 годин роботи) і по місткості (2000 кілограм), то додаємо цей маршрут до машини. Якщо ні в одну з машин не можна додати розглянутий маршрут, не порушивши обмеження, слід збільшити число машин на одну.

Можливо передбачити варіант, коли в наявності машини з різним робочим часом (якщо організація-перевізник надає машини підприємству не обов'язково на 8 годин).

Далі з решти маршрутів вибираємо найбільш тривалий і знову додаємо його до однієї з машин за умови, що у даної машини мінімальне завантаження.

Алгоритм буде працювати, поки всі маршрути не будуть закріплені за машинами. Дані вектора попиту по одержувачам і вже сформовані маршрути дозволить розподілити маршрути по машинам.

2.4 Висновки

1. Всі математичні методи розв'язання задачі маршрутизації можна розділити на дві великі групи - методи, що забезпечують оптимальне рішення, і методи, що дають субоптимальне рішення.

2. Алгоритм Кларка-Райта потребує подальшого вдосконалення. пункти, що вже ввійшли в сформований маршрут, виключаються з подальшого розгляду. У той же час для мінімізації довжини іншого маршруту можливо доведеться минути один з уже розглянутих пунктів.

3. Реальні умови зовсім не означають, що ми маємо справу з матрицею найкоротших відстаней. Тому дуже цікаве питання попередньої оптимізації

вхідних даних. Для цього було запропоновано удосконалений алгоритм Кларка-Райта, який доповнено застосуванням алгоритмів Дейкстри і Флойда-Уоршелла для попередньої оптимізації даних.



3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПП «КОНЕКС»

3.1 Вибір та обґрунтування вихідних даних

ПП «Конекс» займається перевезенням по 16 областям України. Реалізація продукції відбувається оптово та роздрібно, тобто в певних областях є власні торгові точки які займаються реалізацією лікарських засобів. Всього підприємство налічує понад 100 аптек. Найбільша мережа аптек знаходиться саме у Вінницькій області. Не всі торгові точки, що знаходяться в Вінницькій області відповідають маршрутам, які проходять у самій області. Тому раціональніше пов'язати точки, які знаходяться на окраїнах області з маршрутами за межами області. Це дозволить перевозити товар для більшої кількості роздрібних клієнтів, так як вони замовляють невеликий об'єм продукції. На даний момент підприємство використовує точки, які знаходяться на заході і півночі як «старт» в Чернівецьку, Хмельницьку, Житомирську і Київську області.

Відповідно до даних підприємства і завдання було дано точки отримання товару в регіоні в якому найбільше укрупнення цих точок (Додаток А). Ці точки потрібно пов'язати в маршрути з найменшим пробігом і використанням робочого часу при цьому автомобіль має бути завантаженим відповідно до технічних характеристик автомобіля. Підприємством було дано типовий вектор запиту (табл. 3.1) на отриману продукцію а також вихідні дані по навантаженню розвантаженню і перевезенню лікарських засобів автомобілем Mercedes Benz(3.2).

Таблиця 3.1 – Вектор запиту

№ отримувача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Запит, кг	400	100	100	400	300	100	400	100	400	300
№ отримувача	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Запит, кг	500	300	400	300	100	200	700	300	200	300

Таблиця 3.2 - Вихідні дані по навантаженню, перевезенню, розвантаженню лікарських засобів на Mercedes Benz місткістю 2 тони

№	Показник	Значення	Примітка
1	Товар	Лікарські засоби	
2	Час завантаження товару, год	0,5	Хронометраж
3	Час розвантаження пустої тари, год	0,3	Хронометраж
4	Час оформлення документації	$0,02 \cdot n$	n – число отримувачів в маршруті
5	Обмеження продовження маршруту, год	8	Норма часу
6	Час розвантаження товару в отримувача	$0,2 \cdot n$	n – число отримувачів в маршруті
7	Час оформлення документації на вивантажений товар, год	$0,1 \cdot n$	n – число отримувачів в маршруті
8	Вантажопідємність автомобіля, кг	2000	Місткість

Якщо об'єднати час на завантаження товару і розвантаження пустої тари то час на сам маршрут зменшиться до 7,2 годин. Але зважаючи на те, що під час руху в дорозі можуть виникнути надзвичайні ситуації то час руху може бути збільшеним.

На основі отриманих даних було сформовано матрицю відстаней (табл. 3.3)

На основі даної матриці було побудовано матрицю економії (табл. 3.4). Матриця економії показує скільки кілометрів можливо зекономити якщо автомобіль буде їхати не маятниковим маршрутом, а розвізним захоплюючи 2 пункти.

Як бачимо в деяких комірках від'ємне значення. Це означає що набагато економніше буде їхати маятниковим маршрутом, тому що якщо їхати розвізним маршрутом, то збільшиться пробіг, зросте вартість перевезення, що призведе до непланованих витрат. Тому для побудови раціональних маршрутів набагато доцільніше буде використовуватись матриця економії з поєднанням декількох пунктів.

Таблиця 3.4 - Матриця економії $E=e_{ij}$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	-																				
1	0	-																			
2	0	32	-																		
3	0	20	43	-																	
4	0	20	44	90	-																
5	0	31	55	73	89	-															
6	0	20	44	90	119	101	-														
7	0	-1	11	73	113	72	115	-													
8	0	-2	11	-16	103	62	105	179	-												
9	0	-1	12	75	115	75	117	195	188	-											
10	0	-1	11	64	103	63	105	180	210	245	-										
11	0	4	17	36	82	41	71	128	159	136	173	-									
12	0	-1	12	56	79	39	68	91	90	91	91	96	-								
13	0	1	-2	-9	-9	-3	-9	-9	19	-9	32	35	-9	-							
14	0	-3	-6	-5	0	-7	-5	14	21	15	50	53	23	26	-						
15	0	1	-6	11	15	2	11	30	43	30	41	44	21	47	36	-					
16	0	1	-2	8	31	-2	20	48	74	49	88	95	46	88	48	40	-				
17	0	1	-2	-9	38	-3	27	55	92	68	115	102	52	84	33	35	140	-			
18	0	1	-8	11	55	15	44	99	131	108	179	141	73	51	54	46	136	202	-		
19	0	9	-8	11	56	15	45	73	84	73	125	128	70	91	51	43	158	203	200	-	
20	0	0	-8	10	55	14	44	90	122	90	129	132	69	38	50	42	115	169	177	166	-

3.2 Маршрутизація перевезень лікарських засобів ПП «КОНЕКС» з використанням алгоритму Кларка-Райта

На основі алгоритму Кларка-Райта знаходимо оптимальні маршрути.

Пошук максимальної економії.

Використовуємо загальний алгоритм пошуку екстремального елемента. Знайдемо максимальну економію e_{ij} . Тоді стають відомими перші два пункти маршруту ($i * j *$). Виникають два варіанти першого маршруту:

$$0-i * -j * -0 \text{ або } 0-j * -i * -0.$$

Для нашої матриці економії максимальна економія $e_{910} = 245$ км. Або що те ж саме, $e_{109} = 224$ км. Перший маршрут вибудовується так: 0-10-9-0 або 0-9-10-0. Яка буде обрана послідовність об'їзду, нам вкажуть наступні дії алгоритму.

Перевірка умови на максимум.

Якщо знайдена максимальна економія, то переходимо до кроку 5. якщо ж ні, то переходимо до кроку 10. Цей перехід здійснюється, коли всі дозволені економії будуть розглянуті. У кроці 10 будуть сформовані підсумкові маршрути.

Блокування.

Це означає, що розглянута економія, яка не відповідає умові, вказаною в кроці 5, при створенні маршруту не використовується. Алгоритм має на увазі наявність циклів і в наступних ітераціях при створенні саме цього маршруту ця економія буде заблокована. Тоді ми шукаємо такі максимальні економії.

Включення пунктів в маршрут.

Якщо отримані пункти відповідають обмеження, то переходимо до об'єднанню маршруту з новими одержувачами. Сформували маршрут 0-10-9-0 або 0-9-10-0.

Перевірка обмеження по місткості автомашини.

Якщо ми перевищили місткість автомашини, то дана економія блокується, програма розглядає таку максимальну економію в матриці економії без щойно знайденого елемента e_{ij} . Для наших початкових пунктів (10;) обмеження виконується:

$$q_{10} + q_9 = 400 + 300 = 700 < 2000 \text{ кг.}$$

Перевірка на час роботи k -го водія.

Якщо час роботи перевищує 7,7 годин, то економія блокується. І ми розглядаємо наступну максимальну економію. Якщо ж ні, то ми добудовуємо маршрут далі. Для наших первинних пунктів (10; 9) обмеження на час роботи водія виконується:

$$0,4 + 0,04 + 0,2 + 330/80 = 4,765 < 7,2 \text{ год.}$$

Пошук максимальної економії.

Сформований маршрут відповідає всім вимогам, тому знову звертаємося до матриці економії за новими пунктами маршруту. вже знайдені нами пункти так і залишаються в маршруті.

Попередня максимальна економія була по e_{109} , отже, продовження маршруту може бути від пункту 10 або від пункту 9.

Максимальна економія за пунктом 10 з наявних (за вирахуванням e_{109}) дорівнює $E_{108} = 210$.

Максимальна економія по пункту 9 з наявних (за вирахуванням e_{109}) дорівнює $E_{119} = 136$.

Порівняння двох економії буде на користь $e_{108} = 210$.

Пункти 10 і 8 цієї статті не належать одночасно маршруту 0-10-4-0 або маршруту 0-4-10-0. Обмеження виконано.

Сформували маршрут 0-8-10-9-0. Тим самим визначили, що вихідний маршрут буде 0-9-10-0, а не 0-10-9-0.

Перевірка обмеження по місткості автомашини.

$$q_{10} + q_8 + q_9 = 100 + 300 + 400 = 800 < 2000 \text{ кг.}$$

Перевірка на час роботи водія.

$$0,6 + 0,06 + 0,3 + (336/80) = 5,16 < 7,2 \text{ год.}$$

Наступною точкою буде $e_{118} = 159$ км

Сформований маршрут 0-11-8-10-9-0

Перевірка обмеження по місткості автомашини.

$$q_{11} + q_{10} + q_8 + q_9 = 500 + 100 + 300 + 400 = 1300 < 2000 \text{ кг.}$$

Перевірка на час роботи водія.

$$0,8 + 0,4 + 0,08 + 347/80 = 5,62 < 7,2 \text{ год.}$$

Після того, як маршрут перевірений, зведемо отримані значення в перевірочну таблицю. У перевірочній таблиці 3.5 перевіримо маршрут 0-11-8-10-9-0 на обмеження по місткості машини, часу роботи машини.

Таблиця 3.5 – Перевірка маршруту 0-11-8-10-9-0

Показник	Частина маршруту	0-11	11-8	8-10	10-9	9-0	Разом	Норма
S_k	число пунктів в маршруті, шт						4	-
Q_k	попит отримувача, кг	500	100	300	400	0	1300	2000
L_k	довжина маршруту, км	83	35	50	44	135	347	-
T_k	час маршруту, год						5,62	7,2

Виконавши розрахунки для пунктів які залишились сформувались наступні маршрути (табл. 3.6)

Таблиця 3.6 - Сформовані маршрути

№	Маршрут	Навантаження, кг	L _к , км	T _к , год
1	0-11-8-10-9-0	1300	347	5,62
2	0-16-19-17-18-20-0	1600	330	5,725
3	0-5-3-4-6-7-0	1300	333	5,76
4	0-12-14-15-13-1-2-0	1600	249	4,71
	Разом	5800	1259	21,815

3.3 Маршрутизація перевезень лікарських засобів ПП «КОНЕКС» з використанням удосконаленого алгоритму Кларка-Райта

При маршрутизації перевезень з використанням удосконаленого алгоритму Кларка-Райта слід враховувати, що найкоротша відстань не завжди економічно вигідна. При використанні удосконаленого алгоритму слід зазначити що, в маршрут вносяться точки, які знаходяться близько до наведених маршрутів. Даний алгоритм вибирає більшу відстань але при цьому перевозиться більший об'єм і використовується більш ефективно робочий час водіїв.

Тому до першого маршруту додаються точки 14, 15, 12. В такому разі сформований маршрут буде мати такий вигляд: 0-14-15-12-11-8-10-9-0.

У перевірочній таблиці 3.7 перевіримо маршрут 0-14-15-12-11-8-10-9-0 на обмеження по місткості машини, часу роботи машини.

3.4 Аналіз результатів розрахунку та визначення економічного ефекту

Отримані дані дозволяють порівняти результати класичного і вдосконаленого алгоритмів Кларка-Райта (табл.3.9). Попередньо порівняємо підсумкові результати класичного алгоритму Кларка-Райта і вдосконаленого алгоритму Кларка-Райта.

Таблиця 3.7 – Перевірка маршруту 0-11-8-10-9-0

Показник	Частина маршруту	0-14	14-15	15-12	12-11	11-8	8-10	10-9	9-0	Разом	Норма
S_k	число пунктів в маршруті, шт									7	-
Q_k	попит отримувача, кг	100	300	300	500	100	300	400	0	2000	2000
L_k	довжина маршруту, км	23	17	33	39	35	50	44	135	347	-
T_k	час маршруту, год									7,1	7,2

Виконавши розрахунки для пунктів які залишились сформувались наступні маршрути (табл. 3.8)

Таблиця 3.8 - Сформовані маршрути

№	Маршрут	Навантаження, кг	L_k , км	T_k , год
1	0-14-15-12-11-8-10-9-0	2000	391	7,1
2	0-13-16-19-17-18-20-0	2000	329	6,3
3	0-1-2-5-3-4-6-7-0	1800	384	7,04
	Разом	5800	1104	20,44

Таблиця 3.9 – Порівняння простого і удосконаленого алгоритмів Кларка-Райта

№	Показник	Довжина маршруту, км	Час маршруту, год	Кількість автомобілів
1	Алгоритм Кларка-Райта	1259	21,815	5
2	Удосконалений алгоритм Кларка-Райта	1104	20,44	4
3	Економія	155	1,375	1
4	Економія, %	12,31	6,3	0

У другому розділі були показані такі важливі логістичні показники дрібнопартійних перевезень, як час і протяжність маршруту. Ми бачимо що застосування вдосконаленого алгоритму Кларка-Райта дозволя оптимізувати ці логістичні показники.

Оцінимо економічний ефект від застосування вдосконаленого алгоритму Кларка-Райта. Відзначимо, що слід врахувати економічний ефект подвома напрямками:

- 1) скорочення транспортних витрат;
- 2) скорочення трудовитрат водіїв.

Таблиця 3.10 - Результат скорочення транспортних витрат при застосуванні вдосконаленого алгоритму Кларка-Райта

№	Показник	Алгоритм Кларка-Райта	Удосконалений алгоритм Кларка-Райта
1	Середня ціна 1 км, грн	30	30
2	Кілометраж, км	125	1104
3	Економія, %		12,31
4	Транспортні витрати, грн	37770	33120
5	Збільшення фінансового результату, грн		4650
6	Дохід, грн	200000	200000
7	Приріст рентабельності продажу, %		2,325

Застосувавши дані ПП «Конекс», ми отримаємо оцінку економічного ефекту від скорочення транспортних витрат в розмірі 4650 грн в день. Відповідно, ефективність діяльності (рентабельність продажів) виросте на 2,325% (табл. 3.10). Для досягнення даного ефекту слід здійснити ряд наступних заходів:

1. Провести мікрорайонування.
2. Для кожного району скласти матрицю відстаней.
3. Скласти вектори попиту по кожному району.
4. У разі додавання в район нового одержувача (одержувачів) потрібно збільшувати матрицю відстаней і вектор попиту.

Таблиця 3.11 - Результат скорочення трудовитрат водіїв при застосуванні вдосконаленого алгоритму Кларка-Райта

№	Показник	Алгоритм Кларка-Райта	Удосконалений алгоритм Кларка-Райта
1	Середня ціна 1 км, грн	45	45
2	Час роботи, год	21,815	20,44
3	Економія, %		1,375
4	Трудовитрати, грн	981,675	919,8
5	Збільшення фінансового результату, грн		61,875
6	Дохід, грн	200000	200000
7	Приріст рентабельності продажу, %		0,031

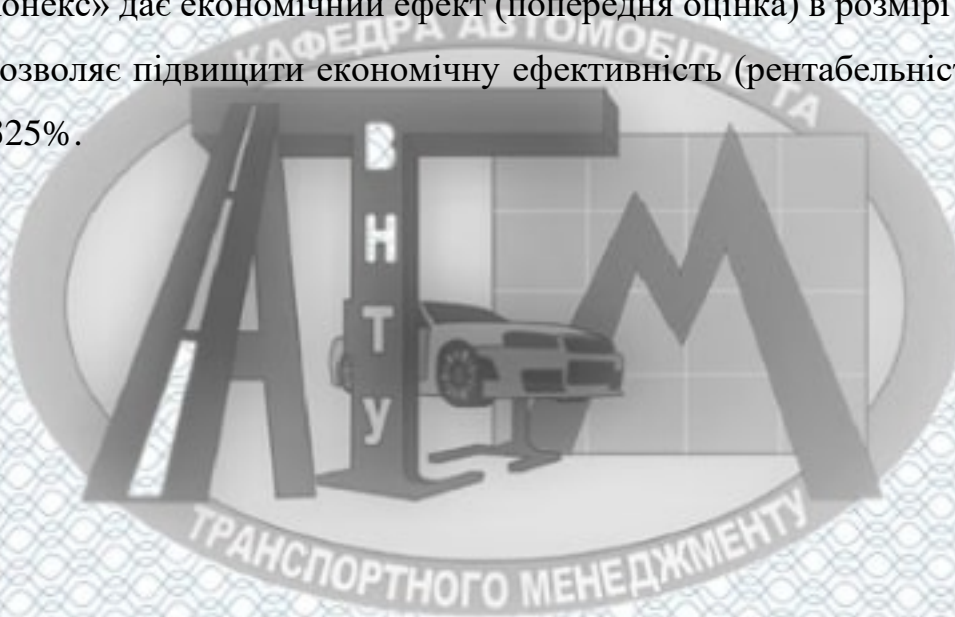
Як бачимо, використовуючи удосконалений алгоритм Кларка-Райта, отримано зменшення робочого часу на 1,375 %. При цьому фінансовий результат збільшився на 61,875 грн. (табл. 3.11). Для досягнення даного ефекту слід зробити наступне:

1. Зменшити відстань перевезення.
2. Зменшити час на завантаження-розвантаження.

3.5 Висновки

Вдосконалений алгоритм Кларка-Райта дозволяє оптимізувати логістичні показники дрібнопартійних перевезень. Так, за допомогою удосконаленого методу Кларка-Райта протяжність маршрутів скоротилась на 12,31%, при цьому час маршрутів скоротався на 6,3%.

Застосування вдосконаленого алгоритму Кларка-Райта в умовах ПП «Конекс» дає економічний ефект (попередня оцінка) в розмірі 4650 грн в день і дозволяє підвищити економічну ефективність (рентабельність продажів) на 2,325%.



4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз умов праці

В даному розділі розглядаються умови при розробці та удосконаленні маршрутів перевезення лікарських засобів для ПП «Конекс»

Енергетичні витрати робітника незначні – до 150 ккал/год.

Освітлення природне бокове та штучне комбіноване.

Обладнання живиться напругою 220В від однофазної мережі з заземленою нейтраллю.

Використовується природна вентиляція та механічна приточно – витяжна система.

На робітників можуть діяти небезпечні та шкідливі фактори:

- підвищена напруга в електричній мережі;
- підвищена концентрація пилу;
- нерегульована температура;
- не якісне освітлення

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88. параметри мікроклімату, що нормуються: температура ($t^{\circ}\text{C}$) і відносна вологість повітря ($W, \%$), швидкість його переміщення (м/с), потужність теплових випромінювань (Вт/м^2). Згідно ГОСТ 12.1.005-88. дані роботи відносяться до категорії Іб, тому що робота проходить здебільшого сидячи, час від час можливі переміщення по території.

Оптимальні (допустимі) параметри мікроклімату для умов, що розглядаються (категорія робіт та період року) відповідно до ГОСТ 12.1.005-88. наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Мікроклімат в приміщенні

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Факт.	Допус.	Факт.	Допус.	Факт.	Допус.
Хол.	Іб	21-23	24-17	40-60	75	0,1	<0,2
Тепл.	Іб	22-24	28-19	40-60	60	0,2	0,1-0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Дотримання нормативів забезпечується за допомогою опалення та вентиляції в холодний період року, та вентиляції в теплий період року. Теплове опромінення не перевищує нормативне (100 Вт/м^2) при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла людини.

2. Максимально допустима для роботи температура поверхонь не повинна перевищувати $45 \text{ }^\circ\text{C}$.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично-допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м^3 ГОСТ 12.1.005-88.. В умовах, що розглядаються в проекті, можливими забруднювачами повітря можуть бути (табл. 4.2). Їх ГДК відповідно до ГОСТ 12.1.005-88.

Таблиця 4.2 – Шкідливі речовини в робочій зоні

Назва шкідливої речовини	ГДК, мг/м^3	Клас небезпеки
Азоту двоокис	0.085	II
Бензин	5	IV
Бутан	200	IV
Сажа	0,15	III
Вуглець	3	IV

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до нормипроектом передбачені такі рішення:

1. Дотримання гранично-допустимих значень забезпечується за допомогою загальнообмінноїприточно-витяжної та місцевої вентиляції.

4.2.3. Виробниче освітлення

Освітлення приміщення відбувається як природнім, так і штучним способами. Природне освітлення є боковим. Штучне комбіноване - загальне і місцеве освітлення здійснюється газорозрядними лампами,

Коефіцієнт природного освітлення (КПО) для IV-го світлового поясу ;

$$e^{III} = e^{II} \cdot m \cdot C \quad (4.1)$$

де e_n^{II} – нормований коефіцієнт природного освітлення для IV-го поясу;

m - коефіцієнт світлового клімату, залежить від географічного розташування об'єкта; для IVпоясам $m = 0,9$;

C - коефіцієнт, що враховує додатковий світловий потік, $C = 1$.

Норми і нормовані значення СНиП II-4-79/85. для III розряду наведено в табл. 4.3.

Нормується величина освітленості E влюксах.

Для умов, що розглядаються в проекті розряд робіт III, підрозряд робіт В, система освітлення (загальне, комбіноване), тип джерела освітлення – лампи розжарювання, люмінесцентні, нормативне значення освітленості 750 лк.

Для забезпечення наведеного значення E передбачено:

1. Вибираємо стандартну люмінесцентну лампу типу ЛДЦ 80-4 потужністю- 80 Вт і світловим потоком 6900 лм;

2. Тип світильника - встановлюємо світильник з люмінесцентними лампами типу ЛПП-01 (в світильнику 4 лампи);

3. Коефіцієнт відбиття стелі, стін та підлоги - приймемо пофарбування стелі в білий колір, стін - в світло-синій, підлогу в сірий;

Таблиця 4.3 – Норми і нормовані значення КПО

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір розпізнання, мм	Розряд зорової роботи	Підрозділ зорової роботи	Контраст об'єкту розпізнання з фону	Штучне освітлення (освітленість, лк)				Природне освітлення, КПО $e_H^{\text{н}}$, %	Сумісне освітлення КПО $e_H^{\text{н}}$, %		
					При комбінованому освітленні		При загальному освітленні				Бокове	При бічному
					Нормат.	дійсне	Нормат.	дійсне				
Середньої	Вище 0,3 до 0,5	III	V	Середній	Світлий	2000	500	300	300	2,5	1,5	

4.2.4. Виробничий шум

Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83. нормуються допустимі рівні звукового тиску $L=20lg(P_1/P_0)$, дБ (P_1 – середньоквадратичне значення звукового тиску, Па за період часу, що розглядається, і P_0 – значення звукового тиску на нижньому порозі чутливості в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц) залежно від частоти, характеру робіт і характеру шуму (нормування за граничними спектрами – ГС), або допустимі рівні звуку $L_A=20lg(P_A/P_0)$, Дба (P_A – середньоквадратичне значення звукового тиску з урахуванням корекції А шумоміра) залежно від характеру робіт і характеру шуму.

Для робіт диспетчерської служби з удосконалення і обрахунку маршрутів допустимі рівні звукового тиску повинні відповідати ГС 3, а рівні звуку L_A не повинні перевищувати 65 дБА - дивись табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску для широкосмугового шуму в октавних, смугах частот і дійсні значення рівня звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах із середніми частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Основні виробничі приміщення	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65

Для тонального і непостійного шуму допустимі значення L та L_A на 5 одиниць менші.

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в проекті (роботі), є робочі двигуни автомобілів, люди сторонні шуми

Очікувані рівні звукового тиску і рівень звуку відповідно до шумових характеристик цих джерел (ШХ) дорівнюють: 75 дБА.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) в приміщенні проектом передбачено:

1. Необхідно використовувати шумопоглинаючі матеріали або конструкції для зменшення рівня шуму;
2. Звукпоглинаюче облицювання стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6..8 дБ.

4.2.5 Виробничі вібрації

Відповідно ГОСТ 12.1.012-90. нормуються допустимі величини віброшвидкості (м/с) чи віброприскорення (м/с²), або логарифмічні рівні віброшвидкості $L=20\lg(V_1/V_0)$, дБ (V_1 – середньоквадратичне значення віброшвидкості за повний період часу, м/с, $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$, м/с – вихідне значення віброшвидкості) залежно від частоти коливань, їх виду (транспортні, транспортно-технологічні, технологічні, вібрації робочого інструменту чи робочих місць), напрямку (X, Y, Z) і часу дії протягом зміни.

В умовах, що розглядаються проектом, вібрації відсутні.

4.3 Технічна безпека

4.3.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.

Відповідно до проекту, приміщення просторі, відповідають чинним вимогам безпеки, підлога бетонна, розміщення робочих місць повністю задовольняє даній площі під кабінет. Робоче місце розміщене відповідно до норм освітлення, поєднується вдало штучне і природне освітлення. Прилади на робочому місці розміщені так що до них є швидкий доступ.

4.3.2 Технічні рішення з електробезпеки

Відповідно до проекту тип електромережі однофазний з глухозаземленим нульовим проводом.

Величина напруги в кабінеті становить 220 В без підвищеної небезпеки.

Технічні рішення щодо запобігання електротравм:

1) струмоведучі елементи електроустаткування ізольовані заводом виробником відповідно з вимог нормативів; неізольованих струмоведучих елементів немає; встановленні записи щодо безпечного використання електроустаткування; напруга підводиться у трубах.

2) задля запобігання електротравм при переході напруги на нормально неструмовані елементи електроустаткування використовується заземлення.

3) Електрозахисті засоби вказані в ГОСТ 12.1.030-81.

4.4 Пожежна безпека

Згідно проекту, небезпеку пожежі на підприємстві може становити коротке замикання від електроприладів. Вогнебезпечні речовини відсутні,

але небезпеку може становити велика кількість паперових ($t_{\text{займ}}=233^{\circ}\text{C}$), дерев'яних ($t_{\text{займ}}=233^{\circ}\text{C}$) і пластикових виробів ($t_{\text{займ}}=150^{\circ}\text{C}$), через швидке поширення полум'я.

Згідно з ОНТП 24—86 приміщення відноситься до класу Д, так як в ньому містяться негорючі речовини та матеріали в холодному стані. Приміщення відноситься до категорії П-Ia, тому що в приміщенні є зона з твердими горючими речовинами або матеріалами.

Вимоги для запобігання пожежі:

1. Світильники та електрообладнання повинні відповідати вимогам ПУЕ. Відстань від світильників до матеріалів, що складаються, а також виробів і тари в складських приміщеннях повинна бути не менше 0,5 м.

2. Усі складські та конторські приміщення необхідно забезпечити первинними засобами пожежогасіння.

3. Зберігати на складах матеріали та вироби слід з врахуванням однорідності їх фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей.

4. У матеріальних складах забороняється зберігання легкозаймистих і горючих рідин. Вони повинні зберігатися у спеціально відведених приміщеннях.

5. Забороняється зберігання матеріальних цінностей у приміщеннях, через які проходять транзитні електрокабелі, що живлять електроенергією інші приміщення, в яких знаходяться газові комунікації й апаратура, наповнена мастилами.

6. Дерев'яні конструкції всередині складських приміщень слід обробляти вогнезахисною речовиною. Перевірка якості вогнезахисної обробки повинна здійснюватись один раз на квартал.

7. У складських приміщеннях загальний електрорубильник повинен розташовуватись у шафі поза межами приміщення складу на неспалимій стіні, а для спалимих будівель - на окремо стоячій

опорі, яка встановлена на відстані не ближче 1 м від будівлі складу.

Щоб запобігти розповсюдження пожежі ступінь вогнестійкості приймається IV-а, це означає, що будівля одноповерхова з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – із сталевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з горючим утеплювачем.

Відповідно до СНиП 2.09.02-85 приймається що, допустиме число поверхів становить один, при цьому площа поверху становить 6500 кв.м. Відповідно до СНиП 2.09.01-85 мінімальна відстань між будівлями та спорудами має становити 18 м. Відповідно до СНиП 2.01.02-85 відстань до евакуаційного виходу не повинна становити більше ніж 40 м. Відповідно до СНиП 2.01.02-85 кількість людей на 1 м. ширини евакуаційного виходу повинна становити не більше 75 чоловік.

Рекомендації щодо оснащення об'єктів первинними засобами пожежогасіння:

1. До первинних засобів пожежогасіння відносяться : вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубововняної тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати) та пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо).

2. Для визначення видів та кількості первинних засобів пожежогасіння слід враховувати фізико-хімічні та пожежонебезпечні властивості горючих речовин, їх взаємодію з вогнегасними речовинами, а також розміри площ виробничих приміщень, відкритих майданчиків та установок.

3. Необхідну кількість первинних засобів пожежогасіння визначають окремо для кожного поверху та приміщення, а також для етажерок відкритих установок.

Якщо в одному приміщенні знаходяться декілька різних за пожежною безпекою виробництв, не відділених одне від одного протипожежними стінами, усі ці приміщення забезпечують вогнегасниками, пожежним

інвентарем та іншими видами засобів пожежогасіння за нормами найбільш небезпечного виробництва.

4. Пожежні щити (стенди) встановлюють на території об'єкта з розрахунку один щит (стенд) на площу 5000м².

До комплекту засобів пожежогасіння, які розміщуються на ньому, слід включати: вогнегасники – 3шт., ящик з піском – 1шт., покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсті розміром 2м х 2м – 1шт., гаки – 3шт., лопати – 2шт., ломи – 2шт., сокири – 2шт.

5. Ящики для піску повинні мати місткість 0.5, 1.0 або 3.0м² та бути укомплектованими совковою лопатою.

Вмістилище для піску, що є елементом конструкції пожежного стенду, повинні бути місткістю не менше 0.1м³. Конструкція ящика (вмістилище) повинна забезпечувати зручність діставання піску та усунування попадання опадів.

Задля запобігання розповсюдження пожежі в приміщенні розміщено 3 пінних вогнегасника місткістю 10 л.

4.5 Організація та розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки рухомого складу

Призначення пункту спеціальної обробки в техніці та автотранспорті.

Деактивація, дегазація і дезінфекція техніки і транспорту може бути частковою і повною. Часткова дезактивація проводиться з метою зниження ступені зараження техніки і транспорту.

Заходи спеціальної обробки включають в себе проведення наступних заходів

- дегазація — дія, спрямована на знешкодження отруйних речовин, їх ізоляцію (екранування) або видалення із зараженої поверхні об'єкта.

- дезактивація — дія, спрямована на видалення радіоактивних речовин із забрудненої поверхні об'єкта;

- дезінфекція — дія, спрямована на знищення біологічних засобів з зараженої поверхні об'єкта;

- санітарна обробка — комплекс організаційно-технічних заходів, що включає строго регламентоване за місцем і часу проведення дегазації, дезактивації і дезінфекції об'єктів з метою зниження їх зараженості.

Повна дезактивація проводиться з метою повного видалення радіоактивних речовин з всієї поверхні техніки і транспорту до допустимих величин зараження.

Способи дезактивації техніки і транспорту:

- 1) змивання радіоактивних речовин розчинами для дезактивації, водою і розчинниками з одночасною обробкою зараженої поверхні щітками;
- 2) змивання радіоактивних речовин струменем води під тиском;
- 3) видалення радіоактивних речовин переривистим газокрапельним потоком з використанням спеціальної техніки з турбореактивними двигунами;
- 4) видалення радіоактивних речовин обтиранням заражених поверхонь;
- 5) замітання (змивання) радіоактивного пилу віниками, щітками та ін;
- 6) видалення радіоактивного пилу методом відсмоктування пилу;

Автомобільний комплект спеціальної обробки військової техніки (ДК-4) призначений для дезактивації та дегазації автомобілів і бронетранспортерів. До комплекту ДК-4 входить газорідинний прилад, ІДПС, чотири ПП-8, дезактивуючий порошок СФ-2 (СФ-2У).

Газорідинний прилад призначений для дезактивації і дегазації автомобілів газорідинним методом та для дезактивації сухих, незамастилених поверхонь методом пиловідсмоктування. Він складається з ежектора, газорідинного та рідинного рукавів, брандспойту з подовжувачем та щіткою, пиловідводної труби і газовідбірної пристрою.

Станція обеззаражування транспорту (СОТ) створюється для проведення повного обеззаражування техніки і автотранспорту невоєнізованих формувань ЦО. СОТ формується на базі автомобільних колон,

гаражів, міських автогосподарств, СТО, мийних відділень трамвайних і тролейбусних депо.

Розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки.

Визначення кількості естакад необхідних для миття автомобілів:

$$N_e = \frac{H \cdot t_m}{60}, \quad (4.2)$$

де $H = 18$ авт/год - інтенсивність руху автомобілів;

$t_m = 15$ хв. – час витрачений на миття одного автомобіля.

$$N_e = \frac{18 \cdot 15}{60} = 4,5,$$

Приймаємо 4 естакади. Визначимо кількість постів для прибирання:

$$N_n = \frac{H \cdot t_n}{60}, \quad (4.3)$$

де $t_n = 15$ хв – час витрачений на прибирання одного автомобіля, тоді:

$$N_n = \frac{18 \cdot 15}{60} = 4,5,$$

Приймаємо 4 поста. Визначення кількості обслуговуючого персоналу:

$$N_q = \sum N_n \cdot 2 + 2 \quad (4.4)$$

де $\sum N_n$ - кількість прибирально-мийних постів;

2 – кількість чоловік на пост;

2 – кількість чоловік на дозиметричному контролі;

$$\sum N_n = 4 \cdot 2 + 2 = 10 \text{ (чол)}$$

Визначення необхідної кількості води для миття автомобілів на 5 днів:

$$V = H_{\delta} \cdot V_a \text{ [л];} \quad (4.5)$$

де $H_{\delta} = 5000$ авт. – інтенсивність руху автомобілів за 5 днів;

$V_a = 200$ л – необхідна кількість води для миття одного автомобіля.

$$V = 5000 \cdot 200 = 1000000 \text{ (л).}$$

Визначимо необхідну кількість препарату для дезактивації за умови, що витрати необхідного розчину будуть такі як витрати води:

$$V_n = M_n \cdot V \text{ [л],} \quad (4.6)$$

де $M_n = 0,3\%$ – норми витрати ОП-7 на один літр води;

тоді:

$$V_n = 0,003 \cdot 1000000 = 3000 \text{ л.}$$

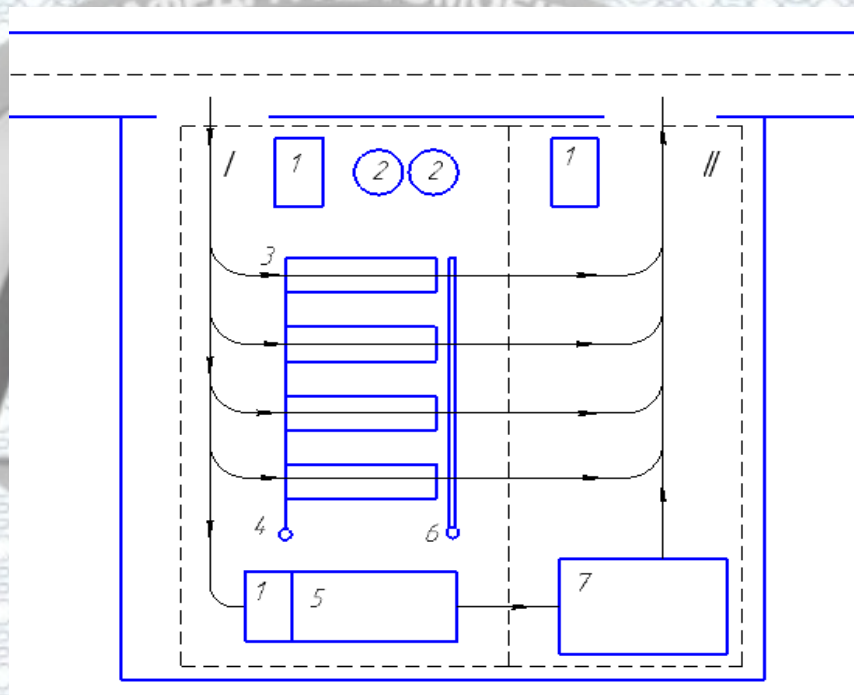
Норми витрати ГМФН 0,7%, знайдемо необхідну кількість ГМФН:

$$V_n = 0,007 \cdot 1000000 = 7000 \text{ л.}$$

Необхідної кількості ГМФН у розмірі 7000 л для даного ПСО буде достатньо. Пункт спеціальної обробки буде розташований на ділянці траси Сабарівське шосе, а саме біля виїзду з автобусного депо. Таке розташування пункту мотивується тим що можливе постачання води з річки Південний Буг.

Пункт спеціальної обробки техніки повинен складатися з двох частин: це забруднена зона (територія, на якій відбувається обробка техніки), і так звана „чиста” зона (територія, де знаходиться вже знезаражена техніка).

ПСО розрахований для 18 автомобілів на годину, тобто пропускна здатність даного пункту 18 авт./ год., для роботи ПСО потрібні 4 естакади, 1000000 л води для миття автомобілів на 5 днів та 3000 л препарату для дезактивації.



I – брудна зона; II – чиста зона; 1 – дозиметричний контроль на в'їзді, виїзді до ПСО та бані; 2 – ємкості для зберігання дезактивуєчого розчину; 3 – естакади для мийки автомобілів; 4 – підводи води з річки; 5 – баня і пральня; 6 – стічні води; 7 – місце для очікування.

Рисунок 4.1 – Організація пункту спеціальної обробки

4.6 Висновки

В даному розділі розроблені технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, а саме мікроклімат, склад повітря виробничої зони, виробничі шуми та вібрації, заходи щодо освітленості приміщення.

Проаналізовано технічну безпеку щодо безпечного виконання роботи та електробезпеки.

Проаналізовано пожежну безпеку: розробка безпечного приміщення, запобігання пожежі, методи усунення пожежі та кількості вогнегасників задля запобігання розповсюдження пожежі.

Також було організовано та розраховано характеристику пункту спеціальної обробки рухомого складу.



ВИСНОВКИ

В ході виконання МКР було вирішено задачу оптимізації методики маршрутизації дрібнопартійних перевезень вантажів на прикладі ПП «Конекс».

1. З урахуванням існуючих поглядів на сутність дрібнопартійних перевезень запропоновано таке означення - «дрібнопартійне перевезення на вантажному автомобільному транспорті - це таке перевезення, при якому вага вантажу для одного вантажоодержувача не перевищує половини вантажопідйомності ТЗ, мінімальне число одержувачів два, маршрут розвізний». На підставі визначення дрібнопартійних перевезень складена класифікація дрібнопартійних перевезень. Виявлено особливості дрібнопартійних перевезень.

2. Виявлено за допомогою коінтеграційних аналізу кількісний зв'язок між витратами вантажного автомобільного транспорту та споживанням палива (дизельне паливо і бензин). Витрати вантажного автомобільного транспорту визначаються, перш за все, пробігом. Отже, нагальна задача оптимізації логістичних показників дрібнопартійних перевезень - мінімізація пробігу.

3. За результатами аналізу математичних методів рішення задачі маршрутизації виявлено, що найбільшою простотою і гнучкістю володіє алгоритм Кларка-Райта. Але він не позбавлений недоліків, так як передбачає роботу з уже розрахованою матрицею найкоротших відстаней і не враховує ряд обмежень (час роботи водія). Крім того, алгоритм Кларка-Райта не передбачає дублювання одержувачів в сформованих маршрутах. Пункти, які вже ввійшли в сформований маршрут, виключаються з подальшого розгляду. У той же час для мінімізації довжини іншого маршруту можливо доведеться минути один з уже розглянутих пунктів. У роботі запропонована методика попереднього розрахунку матриці найкоротших відстаней. При цьому використовується комбінація алгоритмів Флойда-Уоршалла і Дейкстри. В

отриманих розгорнутих маршрутах спостерігається повторення одержувачів. Для класичного алгоритму Кларка-Райта це неможливо. Для створеного вдосконаленого - в порядку речей, так як попередньо алгоритм Флойда-Уоршалла формує найкоротші відстані між одержувачами і саме ці найкоротші відстані обробляє алгоритм Кларка-Райта. Застосування алгоритму Дейкстри дозволяє розгорнути ці найкоротші відстані. Як відомо, алгоритм Флойда-Уоршалла і Дейкстри дають ідентичні результати. Відповідно, в розгорнутих маршрутах і з'являються пункти, які можуть зустрітися в різних маршрутах, так як найкоротші шляхи проходять через ці пункти. Ці зміни в маршрутах дозволяють скоротити сумарну довжину маршрутів.

4. Для реалізації вдосконаленого алгоритму Кларка-Райта проведено повторні розрахунки. За допомогою розрахунків створено нові маршрути. Вдосконалений алгоритм Кларка-Райта дозволяє оптимізувати логістичні показники мелкопартійних перевезень. Застосування удосконаленого методу Кларка-Райта призвело до того що протяжність маршрутів скоротилась на 12,31%, а економія часу на маршрут скоротилась на 6,3%.

На основі вдосконаленої методики маршрутизації дрібнопартійних перевезень виконано розробку маршрутів перевезень вантажів ПП «Конекс» та визначено їх логістичні показники

5. Застосування вдосконаленого алгоритму Кларка-Райта в умовах ПП «Конекс» дає скорочення довжини маршрутів 12,31%. Що дозволяє підвищити економічну ефективність (рентабельність продажів) на 2,325%.

6. В розділі з охорони праці були розроблені приміщення для роботи, розроблена пожежна безпека. Відбулися нормування з виробничого шуму, вібрації, пожежної безпеки та іншого.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алгоритм решения задачи коммивояжёра / Дж. Литтл, К. Мурти, Д. Суини и др. // Экономика и математические методы. — 1965. — № 1. — С. 94—107.
2. Алгоритмы : построение и анализ / Т. Х. Кормен, Ч. И. Лейзерсон, Р. Л. Ривест и др. — 2-е изд. — М. : Вильямс, 2012. — 1290 с. : ил.
3. Безель Е. П. Имитация на персональных компьютерах работы транспортно- производственных систем / Е. П. Безель, Л. Б. Миротин, Т. Е. Сулейменов ; Моск. автомоб.-дорож. ин-т. — М. : МАДИ, 1993. — 160 с.
4. Беллман Р. Применение динамического программирования к задаче о коммивояжёре // Кибернетический сб. — 1964. — Вып. 9. — С. 219—222.
5. Бобарыкин В. А. Новые модели и методы решения задач использования транспортных средств / В. А. Бобарыкин, Б. Д. Прудовский, Г. И. Трофимова ; Гос. науч.-исслед. ин-т автомоб. транспорта, Ленингр. филиал. — М. : Транспорт, 1975. — 57 с.
6. Васильев Н.М. Автомобильный транспорт: организация и эффективность / [Н. М. Васильев, Н. Н. Хмелевский, Г. И. Чанов-Чернис и др.]. — М. : Транспорт, 1985. — 208 с.
7. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки / А. И. Воркут. — 2-е изд, доп. и перераб. — Киев : Вища шк., 1986. — 447 с. : ил.
8. Воркут А.И. Транспортное обслуживание торгово-оптовых баз / А. И. Воркут, А. Г. Калинин, А. Г. Ковалик и др. ; под общ. ред. А. И. Воркут. — Киев : Техшка, 1985. — 113 с.: ил.
9. Геронимус Б. Л. Совершенствование планирования на автомобильном транспорте / Б. Л. Геронимус. — М. : Транспорт, 1985. — 222 с. : граф.
10. Геронимус Б. Л. Экономико-математические методы в планировании на автомобильном транспорте / Б. Л. Геронимус, Л. В Дарфин. — М. : Транспорт, 1988. — 192 с. : ил.

11. Говорущенко Н. Я. Основы управления автомобильным транспортом / Н. Я. Говорущенко. — Харьков : Вища шк., 1978. — 223 с. : ил.
12. Горев А. Э. Грузовые автомобильные перевозки: учеб. пособие. / А. Э. Горев. — 5-е изд., испр. — М. : Академия, 2008. — 287 с. : ил.
13. Емельянов В. В. Теория и практика эволюционного моделирования / В. В. Емельянов, В. М. Курейчик, В. В. Курейчик. — М. : ФИЗМАТ ЛИТ, 2003. — 431 с. : ил. — (Проблемы искусственного интеллекта).
14. Ефремов А. В. Методы синтеза систем управления грузовыми автомобильными перевозками / А. В. Ефремов ; Моск. автомоб.-дор. ин-т. — М. : МАДИ, 1982. — 92 с.
15. Житков В. А. Методы оперативного планирования грузовых автомобильных перевозок / В. А. Житков, К. В. Ким. — М. : Транспорт, 1984. — 213 с. : ил.
16. Житков В. А. Планирование автомобильных перевозок грузов мелкими партиями / В. А. Житков. — М. : Транспорт, 1976. — 112 с. : черт.
17. Канторович Л. В. Применение математических методов в вопросах анализа грузопотоков / Л. В. Канторович, М. К. Гавурин // Проблемы повышения эффективности работы транспорта : сб. ст. / отв. ред. В. В. Звонков. — М.- Л. : Изд-во АН СССР, 1949. — С. 110—138.
18. Канторович Л. В. Проблемы эффективного использования и развития транспорта / Л. В. Канторович ; АН СССР. — М. : Наука, 1989. — 303 с.
19. Квитко Х. Д. Эффективность использования грузовых автомобилей / Х. Д. Квитко. — М. : Транспорт, 1979. — 174 с. : ил.
20. Ким С. В. Об одной задаче составления графика / С. В. Ким, Г. А. Крайнов, Е. В. Сурменов // Экономика и математические методы. — 1976. — № 4.— С. 768—772.
21. Кожин А. П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками / А. П. Кожин. — М. : Высш. шк., 1979. — 304 с. : ил.

22. Крупський Я. Ю., Смирнов Є. В. Методи маршрутизації дрібнопартійних перевезень / Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи. Веб-сайт URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020> (дата звернення: 21.11.2019р)
23. Левит Б. Ю. Нелинейные сетевые транспортные задачи / Б. Ю. Левит, В. Н. Лившиц. — М. : Транспорт, 1972 — 144 с. : черт. — (Ин-т комплексных транспортных проблем при Госплане СССР).
24. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах : учеб. пособие / Л. Б. Миротин, В. И. Сергеев, В. В. Иванов и др. ; под ред. Л. Б. Миротина. — М.: Юристъ, 2002. — 414 с. : ил.
25. Майборода М. Е. Грузовые автомобильные перевозки : учеб. пособие для студентов, образоват. учреждений сред. проф. образования / М. Е. Майборода. — 2-е изд. — Ростов н/Д: Феникс, 2008. — 443 с.: ил. — (Среднее профессиональное образование).
26. Мартин Э. М. Алгоритм приближенного решения задачи о часовых графиках // Механизация учета и вычислительных работ. — вып. 2. — М. : Статистика, 1967. — С. 14—26.
27. Миротин Л. Б. Моделирование работы автомобильного транспорта при перевозках крупнотоннажных контейнеров в транспортном узле : учеб. пособие / Л. Б. Миротин, А. Г. Гольдин, Б. П. Безель ; Гос. ком. СССР по нар. образованию, Моск. автомоб.-дор. ин-т. — М. : МАЛИ, 1989. — 56 с.
28. Неруш Ю. М. Логистика : учеб. для ВУЗов / Ю. М. Неруш. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : ЮНИТИ-Дана, 2003. — 495 с. : ил.
29. Никоноров В. М. Усовершенствование метода Кларка-Райта для решения задачи маршрутизации автомобильных мелкопартийных перевозок // Науч.-техн. ведомости СПбГПУ. — 2012. — № 1. — С. 295—298.
30. Орлов Д. М. Составление почасовых графиков поставок бетона с учетом минимизации простоев бетономешалок и автотранспорта //

Оперативное управление производством : матер. 2-й всесоюзной конф. — Л. : ЛДНТП, 1968. — ч. 2. — С. 18—19.

31. Павловская Т. А. С/С++. Программирование на языке высокого уровня : учеб. для ВУЗов / Т. А. Павловская. — СПб. : Питер, 2012. — 461 с.

32. Панов С. А. Модели маршрутизации на автомобильном транспорте / С. А. Панов. — М. : Транспорт, 1974. — 152 с. : черт.

33. Семенов Е. В. Составление на ЭВМ графика подачи автомашин под погрузку и доставку готовой продукции в торговую сеть с одновременным подбором оптимальных маршрутов / Е. В. Семенов и др. // Труды ВНИИМП. — 1970. — Вып. 27. — С. 212—215.

34. Смехов А. А. Введение в логистику / А. А. Смехов. — М. : Транспорт, 1993. — 112 с. : ил.

35. Толстой А. Н. Методы устранения нерациональных перевозок при планировании // Соц. трансп. — 1939. — № 9. — С. 28—51.

36. Туревский И. С. Автомобильные перевозки : учеб. пособие. — М. : Форум : ИНФРА-М, 2008. — 222 с : ил. — (Профессиональное образование).

47. Хелд М. Применение динамического программирования к задачам упорядочения / М. Хелд., Р. Карп // Кибернет. сб. — 1964. — Вып. 9. — С. 208—218.

48. Яцына В. А. Отыскание выгоднейшего направления проектируемых железнодорожных линий по наименьшей сумме строительных и эксплуатационных расходов. — СПб. : К. Л. Риккер, 1908. — 95 с. : черт.

49. Altinel I. K. A new enhancement of the Clarke and Wright savings heuristic for the capacitated vehicle routing problem / I. K. Altinel, T. Oncan // J. Operational Research Society. — 2005. — V. 56. — P. 954—961.

40. Blanton J. Multiple vehicle routing with time and capacity constraints using genetic algorithms / J Blanton., R. L. Wainwright // Proceeding of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms / ed. S. Forrest. — San Francisco : Morgan Kaufmann, 1993. — P. 452—459.

41. Chandran B. A Computational Study of Three Demon Algorithm Variants for Solving the Travelling Salesman Problem / B. Chandran, B. Golden, E. A. Wasil // *Computational Modelling and Problem Solving in the Networked World: Interfaces in Computer Science and Operations Research* / ed. H. K. Barghava, N. Ye. — Boston : Kluwer Academic Publisher: MA, 2003. — P. 155-175.
42. Clark G. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points / G. Clark, J. Wright // *Operational Research*. — 1964. — V. 12, № 4. — P. 568—581.
43. Colomi A. Distributed optimization by ant colonies / A. Colomi, M. Dorigo, V. Maniezzo // *Proceedings of the First European Conference on Artificial Life : Paris, December 1991* / ed. by F. J. Varela, P. Bourguine. — Cambridge, MA : The MIT Press, 1993. — P. 134—142.
44. Evans S. R. The impact of a decision support system for vehicle routing in food service supply situation / S. R. Evans, J. P. Norback // *J. Operational Research Society*. — 1985. — V. 36, № 4. — P. 467[^]72.
45. Foster B. A. An integer programming approach to the vehicle scheduling problem / B. A. Foster, D. M. Ryan // *Operational Research Quarterly*. — 1976. — V. 27, № 2. — P. 367—384.
46. Gaskell T. J. Bases for vehicle fleet scheduling // *Operations Research Quarterly*. — 1967. — V. 18, No. 3. — P. 281—295.
47. Gendreau M. Metaheuristics for the vehicle routing problem : Technical Report CRT-963 / M. Gendreau, G. Laporte, J-Y. Potvin ; Centre de Recherche sur les Transports. — Montreal : Groupe d'etudes et de recherche en analyse des decisions, 1999. — 25 leaves. — (Cahiers du GERAD. G-98-52.)
48. Gillett B. A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem / B. Gillett, L. Miller // *Operational Research*. — 1974. — V. 22, № 3. — P. 340— 349.
49. Golden B. Using genetic algorithms for setting parameter values in heuristic search / B. Golden, J. Pepper, T. Vossen // *Intelligent Engineering System through Artificial Neural Networks*. — 1998. —V. 8. — P. 239—245.

50. Groes G. A Method for Solving Travelling Salesman Problems / G. Groes // *Operations Research*. — 1958. — V. 6, № 5. — 791—812.
51. Miller C. E. Integer programming formulation of travelling Salesman problems / C. E. Miller, A. W. Tucker, R. A. Zemlin // *J. Association for Computing Machinery*. — 1960. — № 4. — P. 326—329.
52. Paessens H. The savings algorithm for the vehicle routing problem / H. Paessens // *European Journal of Operational Research*. — 1988. — V. 34. — P. 336—344.
53. Pawellek G. Inolustrieller Wandel : Fabile der Zukunft // *Yahrbuch der Logistik*. — 1988. — S. 10 - 16.
54. Pepper J. Solving the traveling salesman problem with annealing-based heuristics: a computational Study / J. Pepper, B. Golden, E. Wasil // *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. — 2002. — A 32(1). — P. 72— 77.
55. Pfohl H. C. *Logistiksysteme: Betriebswirtschaftliche Grundlagen* / H. C Pfohl. — Berlin : Springer, 2004. — 406 p. : ill.
56. The Arthur D. Little survey of the product innovation process: results of the worldwide survey. — Cambridge : Arthur D. Little, 1991 — 16 p.
57. Tovey C. A. Local improvement on discrete structures // *Local search in combinatorial optimization* / ed. E. Aarts, J. K. Lenstra. — N. Y. : Wiley, 1997. — P. 57—90.
58. Wannenwetsch H. *Integrierte Materialwirtschaft und Logistic* / H. Wannenwetsch. — Berlin ; Hedelberg : Springer-Verlag, 2010. — 663 p.



ДОДАТКИ