

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

Обґрунтування структури парку магістральних автопоїздів при
обслуговуванні вантажопотоків на терміналі с.м.т. Краківець

Виконав: студент групи Ат-61
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Анатолій ГОЛУБ
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Мирослав ОЛІСКЕВИЧ
(Прізвище та ініціали)

Рецензент: _____
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.т.н., доцент Олег СУКАЧ

“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Голубу Анатолію Юрійовичу

1. Тема роботи: *Обґрунтування структури парку магістральних автопоїздів при обслуговуванні вантажопотоків на терміналі с.м.т. Краківець*

Керівник роботи: *Оліскевич Мирослав Стефанович, д.т.н., професор*
Затверджена наказом по університету б16/к-с від 12.09.2024

2. Строк здачі студентом закінченої роботи *15.11.2024 року.*

3. Початкові дані: *Огляд відомих досліджень за 5 останніх років. Методки формування структури парку. Функціональна схема ТСК „Краківець”. Вантажопотоки на терміналі за останній рік. Продуктивність і собівартість вантажних автомобілів „Кормотех”. Постійні і змінні витрати на перевезення. Параметри постійних маршрутів підприємства.*

4. Перелік питань, які необхідно розробити

1. *Стан питання в теорії і практиці вантажних автомобільних перевезень.*
2. *Теоретичні моделі формування структури парку.*
3. *Проведення експериментальних досліджень та верифікація моделі.*
4. *Охорона праці*
5. *Економічна частина*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) *1. Атрибути досліджень 2. Огляд відомих досліджень за 5 останніх років. Методки формування структури парку. Функціональна схема ТСК „Краківець”. Вантажопотоки на терміналі за останній рік. Продуктивність і собівартість вантажних автомобілів „Кормотех”. Постійні і змінні витрати на перевезення. Параметри постійних маршрутів підприємства.*

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 4,5	Оліскевич М.С., д.т.н., професор			
6	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 25.11.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Стан питання в теорії і практиці вантажних автомобільних перевезень»</i>	25.09-8.10.2024	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Теоретичні моделі формування структури парку»</i>	9.10-18.10.2024	
3.	<i>Виконання та аналіз експериментів</i>	18.10-14.11.2024	
4.	<i>Розроблення пропозицій</i>	14.11-21.11.2024	
5.	<i>Виконання п'ятого розділу: «Охорона праці»</i>	21.11-30.11.2024	
6.	<i>Написання розділу «Економічна частина»</i>		
5.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та мультимедійної презентації</i>	30.11-5.12.2024	
6	<i>Завершення роботи в цілому</i>	30.11-5.12.2024	

Студент _____ Анатолій ГОЛУБ
(підпис)

Керівник роботи _____ Мирослав ОЛІСКЕВИЧ

АНОТАЦІЯ

Голуб А.Ю. Обґрунтування структури парку магістральних автопоїздів при обслуговуванні вантажопотоків на терміналі с.м.т. Краківець. Магістерська кваліфікаційна робота. ЛНУП, кафедра “Автомобілів і тракторів”. Дубляни, 2024. 84 с.

Зроблено огляд наукових методик обґрунтування структури парку автотранспортних засобів. Проаналізовано особливості функціонування транспортного терміналу Краківець. Розв’язано задачі формування парку вантажних автомобілів при детермінованому і випадковому попиті. Розроблено імітаційну модель. Проведено дослідження вантажопотоків. Розроблено заходи з охорони праці в контейнерному пункті. Обчислено економічний ефект від впровадження рекомендацій.

Ключові слова: оперативне керування, вантажопотоки, розподільчі задачі, імітаційне моделювання.

ABSTRACT

Golub A.Yu. Justification of the structure of the fleet of mainline road trains when servicing freight flows at the terminal of the Krakivets urban-rural transport terminal. - LNUP, Department of "Cars and Tractors" - Dublyany, 2024. - 84 p.

An overview of scientific methods for substantiating the structure of the fleet of motor vehicles was made. The peculiarities of the functioning of the Krakow transport terminal were analyzed. The task of forming a fleet of trucks at a specified and random request has been solved. A simulation model has been developed. A study of cargo flows was carried out. Labor protection measures have been developed at the container point. The economic effect of the implementation of the recommendations was calculated.

Keywords: operational management, cargo flows, distribution problems, simulation modeling.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
1 СТАН ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	9
1.1 Аналіз публікацій.....	9
1.2 Аналіз діяльності транспортного терміналу.....	14
1.3 Аналіз виробничої діяльності підприємства	19
1.4 Формулювання задач досліджень	25
2 ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ПАРКУ	27
2.1 Вибір АТЗ за відомими детермінованими замовленнями	27
2.2 Формування раціональної структури парку АТЗ за їх вантажністю при умові випадкових гуртових замовлень	33
2.3 Застосування імітаційної моделі для формування структури парку для обслуговування терміналу.....	37
3 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВЕРИФІКАЦІЯ МОДЕЛІ	47
3.1 Аналіз динаміки зміни обсягу перевезень.....	47
3.2 Визначення характеристик вантажопотоків	51
3.3 Дослідження адекватності моделей	57
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	65
4.1 Умови праці на підприємстві	65
4.2 Техніка безпеки працівників	67
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	71
5.1 Розрахунок прямих витрат	71
5.2 Непрямі витрати	74
5.3 Фінансові результати	75

	6
5.4 Капіталовкладення	76
ВИСНОВКИ	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ

АТЗ – автотранспортний засіб

ТСК – транспортно-складський комплекс;

МП – матеріальний потік;

ЛВ – логістичні витрати

ВСТУП

Однією з важливих задач організації автомобільних перевезень є вибір ефективних АТЗ, які найповніше відповідають конкретним виробничим умовам. Ці умови оцінюють параметрами маршрутів (довжина ходки з вантажем (пасажирами), яловий пробіг, тривалість простоїв, коефіцієнти використання пробігу тощо) та обсягами вантажів, які підлягають перевезенням. Вони можуть бути випадковими через випадковість процесу виникнення попиту, а також сталими через те, що підприємства мають постійних клієнтів, за якими закріплюють певні виробничі потужності.

У цій магістерській роботі наведено типові виробничі задачі, які розв'язують методами лінійного, нелінійного і стохастичного програмування. Кількість відомих методів, а також програмних засобів розв'язання є такою великою, що важко зорієнтуватись у виборі раціонального. Важливішим для виконання роботи є правильне формулювання умов та обмежень задач.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств за рахунок використання раціональної структури парку вантажних автомобілів.

Об'єкт дослідження – процес формування раціональної структури парку рухомого складу сучасної автотранспортної фірми, призначеного для виконання замовлень на перевезення вантажів.

Предмет дослідження – вплив потоку заявок на структуру парку вантажних автомобілів.

1 СТАН ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Аналіз публікацій

Згідно з умовами використання, АТЗ поділяють на парк, постійно закріплений за певними об'єктами обслуговування і такий, який виконує випадкові замовлення. Наявні у перевізних фірмах ресурси – АТЗ – є, як правило, різнотипними. Різнотипність означає, що автомобілі відрізняються призначенням і вантажністю. Тому задача вибору ефективних АТЗ переростає в задачу розподілу наявних ресурсів для виконання відомих замовлень. Якщо йдеться про тривалий період планування (сезон, рік, декілька років), то постає інша задача - формування раціональної структури парку АТЗ.

Виділено дві основні групи методик визначення оптимальної структури автопарку – ті, що враховують стохастичні характеристики транспортного процесу, і ті, що визначають структуру без урахування імовірнісних факторів. До першої групи відносяться роботи Воркута А.І., Панова С.А., Поляка А.М. і Поносова Ю.К., до другої групи – роботи Бабушкіна Г.Ф., Шопіна А.Н., Тарасенко О.В. і Юдіна В.П., Кулешова А.А., Рабиновича Я.М., Агапітова В.В., Новікова В.Є. [6,13,17,29,31].

У цілому, існуючі методики розрахунку структури парку вантажних автомобілів мають ряд недоліків:

- не враховується стохастичний характер величин партії вантажу (крім методики А.І. Воркута), відстані доставки й інтервалу надходження заявки на перевезення вантажу, і як наслідок – імовірнісний характер величин обсягу

перевезень і сумарного пробігу транспортних засобів на запланований період;

- більшість методик є частковими і застосовуються для розрахунку структури автопарку в конкретних випадках (робота в кар'єрах, в умовах Крайньої Півночі, при транспортно-експедиційному обслуговуванні населення);

- існуючі методики спираються на більш точний розрахунок окремого показника (швидкість автомобіля, експлуатаційний пробіг, партія вантажу) і не враховують комплексного впливу експлуатаційних показників на структуру парку вантажних автомобілів.

Питання організації перевезень, логістичних операцій, вантажно - розвантажувальних робіт досліджувались рядом вчених, серед яких Афанасьєв Л.Л., Бідняк М.Н., Воркут А.І., Гриневич Г.П., Левковець П.Р., Маліков О.Б., Матюнін І.С., Мельниченко О.І., Міротін Л.Б., Нечаєв Г.І., Ніколаєнко І.В., Повороженко В.В., Правдін Н.В., Рижигов Ю.М., Скелею К.Ю., Смахов А.А., Хедлі Дж., Уайтін Т. та інші. Тим часом питання комплексного дослідження такого складного техніко-економічного об'єкта як транспортний термінал, де здійснюється взаємодія одного або кількох видів транспорту, зміна транспортної одиниці для подальшого транспортування вантажу, і зокрема питання вибору стратегії його розвитку, не знайшли досі відповідного висвітлення в наукових працях [1].

Суттєвий вклад Нечаєва Г.І. [1] в розробці заходів щодо оперативного планування і управління транспортно-складським комплексом в умовах нестійких виробничо – економічних відносин, який запропонував математичну модель оптимізації використання наявної вантажно – розвантажувальної техніки та транспорту у системі багатоміноменклатурного складу.

В роботі Курганова В.М. [2] розглянуті питання складської переробки товару: технологічні операції з товаром на складі, зберігання і відбір товару,

упаковка і маркування товару. Однак недостатньо уваги приділено розробці моделей, що описують транспортно-складські процеси.

В роботі Вільковського Є.К. [4] відзначені прогресивні методи організації перевезення різних видів вантажів, описані складові транспортного процесу, а саме: прийом вантажів для перевезення; навантаження і вивантаження вантажів; транспортування вантажів. При цьому не наведено математичну формалізацію розглянутих методів.

Воркут А.І. [7] запропонував теоретичні основи організації і технології транспортного процесу вантажних перевезень. Запропоновано класифікацію вантажу і циклів перевезень як складового елементу транспортного процесу. Однак в розробках не враховується імовірнісний характер транспортного процесу.

Дослідження Северина А.А. [30] містять комплекс основних відомостей з організації, технології. У роботі вирішена науково-технічна задача по формуванню раціональної структури парку вантажних автомобілів автотранспортних фірм, що працюють на сучасному ринку перевезень вантажів.

В роботах [6, 7] розглянуті методи, моделі для організації складської діяльності та вирішення логістичних питань, а саме: визначення координат розташування складу в регіоні, вибір складів, розрахунок технологічних зон складу, визначення оптимальної системи розподілу. Однак не розглянуто процес взаємодії з транспортом.

В [8] авторами розглянуто процеси управління транспорту з виділенням матеріальних і фінансових потоків. Але запропоновані підходи не охоплюють діяльність транспортно – складських комплексів.

Лукінський В.С. розглядає методи і моделі теорії логістики: заготовчої, виробничої, розподільчої. Однак запропоновані критерії не досить детально описують весь процес доставки вантажів з урахуванням особливостей функціонування окремих підсистем виробничо-транспортного комплексу.

Беляев В.М. [25] зазначив, що при оперативному плануванні роботи транспортної системи доставки вантажів з терміналів необхідно враховувати ряд особливостей. Вклад автора є істотним у проведених дослідженнях щодо ефективності термінальних систем, проте автором приділено недостатньо уваги питанням переробки вантажу на терміналі.

Аналіз існуючих розробок свідчить, що транспортно-складські комплекси розглядаються не як повноцінно функціонуючі транспортно – логістичні системи, а як можливі засоби щодо підвищення ефективності доставки вантажів, саме тому це питання потребує комплексного дослідження та подальшого розвитку.

Тому дослідження особливостей та виявлення тенденцій у розвитку транспортно – складських комплексів має значення для визначення факторів, що впливають на підвищення ефективності їх функціонування.

Імітаційне моделювання раніше часто застосовувалось у дослідженнях логістичних процесів [1]. Можна назвати успішні результати, які полягають в тому, що стохастичну природу матеріальних та інформаційних потоків вдавалося прогнозувати з високою точністю. Проте, коли мова зайшла про високий рівень інтеграції цих потоків, що має місце в логістичних центрах, то традиційна методика зайшла в глухий кут. Так, можна погодитись, що в багатьох працях визнано логістичний центр (ЛЦ) як складну систему. В деяких публікаціях вказано на недоступність застосувати до них параметричні моделі [2]. Такий висновок може бути результатом використання декомпозиції при аналізі складної системи. При цьому поза увагою залишається синергетичний ефект, який є головною перевагою ЛЦ.

Достатньо адекватними для дослідження властивостей складних дискретних систем, якими є логістичні ланцюги, є імітаційні дискретно-подійні моделі [3]. Оскільки ЛЦ – це вузловий пункт множини логістичних ланцюгів, то логічним є застосування таких моделей для його відображення.

Дехто з дослідників обмежується аналізом тих систем, які вже практично склалися через вплив фінансових потоків та інших суб'єктивних

чинників [4, 5]. Зокрема, чимало є сучасних публікацій, які не завжди об'єктивно виокремлюють переваги ЛЦ [5]. Приклади невдалої інтеграції, або несприятливих умов для користування послугами цих організаційних формувань в літературних джерелах оминаються.

В сучасних логістичних процесах інформаційні потоки відіграють ключову роль. Це підтверджено низкою публікацій. Доведено, наприклад, що синергетичний ефект великої системи, який характерний для ЛЦ – наслідок централізації та концентрації операцій інформаційно-аналітичного характеру [6]. Проте, зовсім мало праць, де такий ефект знайшов відображення в моделях і був відтворений за різних умов перебігу.

Зміст, джерела виникнення, класифікація логістичних витрат (ЛВ) досліджена в працях Воркута А. І., Міротіна Л. Б., Неруша Ю. М., Крикавського Є. В., Горяїнова А. М. та інших вчених. Їм надається чимало уваги, бо вони становлять основу управлінського обліку. Найбільше практичне застосування мають дослідження Воркута А. І., в яких деякі види ЛВ поділяються на два види: постійні та змінні [2]. Проте вплив структури ТТС на ЛВ досліджено неповно, а також не враховано, що процес постачання вантажів – дискретний, динамічний і циклічний. У публікаціях Куниці А.В. показано: для того, щоб встановити залежність витрат, що пов'язані з переміщенням вантажів, потрібно формалізувати взаємозв'язки між складовими цього процесу [3]. Але запропонована методика дає змогу тільки аналізувати витрати в дискретних матеріальних потоках апостеріорі. Для того, щоб синтезувати оптимальну за критерієм мінімуму витрат ТТС вона не може бути використана.

У деяких роботах враховано динамічність постачання: запропоновано методику організації поштучних дрібногуртових перевезень за умов коливання попиту [4]. Рациональна схема маршрутів може змінюватись залежно від потужності матеріального потоку. Це супроводжується зміною структури і розміру ЛВ. На основі складання найкоротших зв'язуючих мереж та розв'язування для них транспортних задач отримано транспортний процес

з гнучкою структурою. Але достатньої гнучкості лише маршрутизацією досягти неможливо. Адже при фіксованій кількості пунктів роздрібного споживання продукції, які потрібно обслужити, скоротити пробіг транспортних засобів за рахунок оптимізації черговості їх об'їзду по найкоротшій мережі можна зменшити на 15-20% лише транспортні витрати. При цьому не враховується, що гарантований термін доставки може не дотримуватись, а використання усіх інших ресурсів (складів, навантажувальних засобів, пакетів та пакетоформуючих засобів) не береться до уваги [5]. Нами взято також до уваги, що найбільш ефективний метод підвищення ефективності функціонування логістичних систем – це оптимізація ланцюгів постачань [6].

1.2 Аналіз діяльності транспортного терміналу

Сучасний транспортно-складський комплекс – це складна технічна споруда, яка складається із взаємопов'язаних елементів та взаємодіє із транспортом, а також має певну структуру та виконує ряд функцій з перетворення матеріальних потоків, а також накопичення, переробки та розподілу вантажів між споживачами [25].

В результаті проведеного аналізу розроблена структурна схема технології функціонування ТСК (рис. 1.1) – терміналу „Краківець”, що складається з трьох основних компонентів – матеріальний потік, інформаційна система та документообіг, які взаємодіють між собою.

1 Матеріальний потік (МП):

1.1 Ділянка розвантаження: механізоване розвантаження транспортних засобів; ручне розвантаження транспортних засобів.

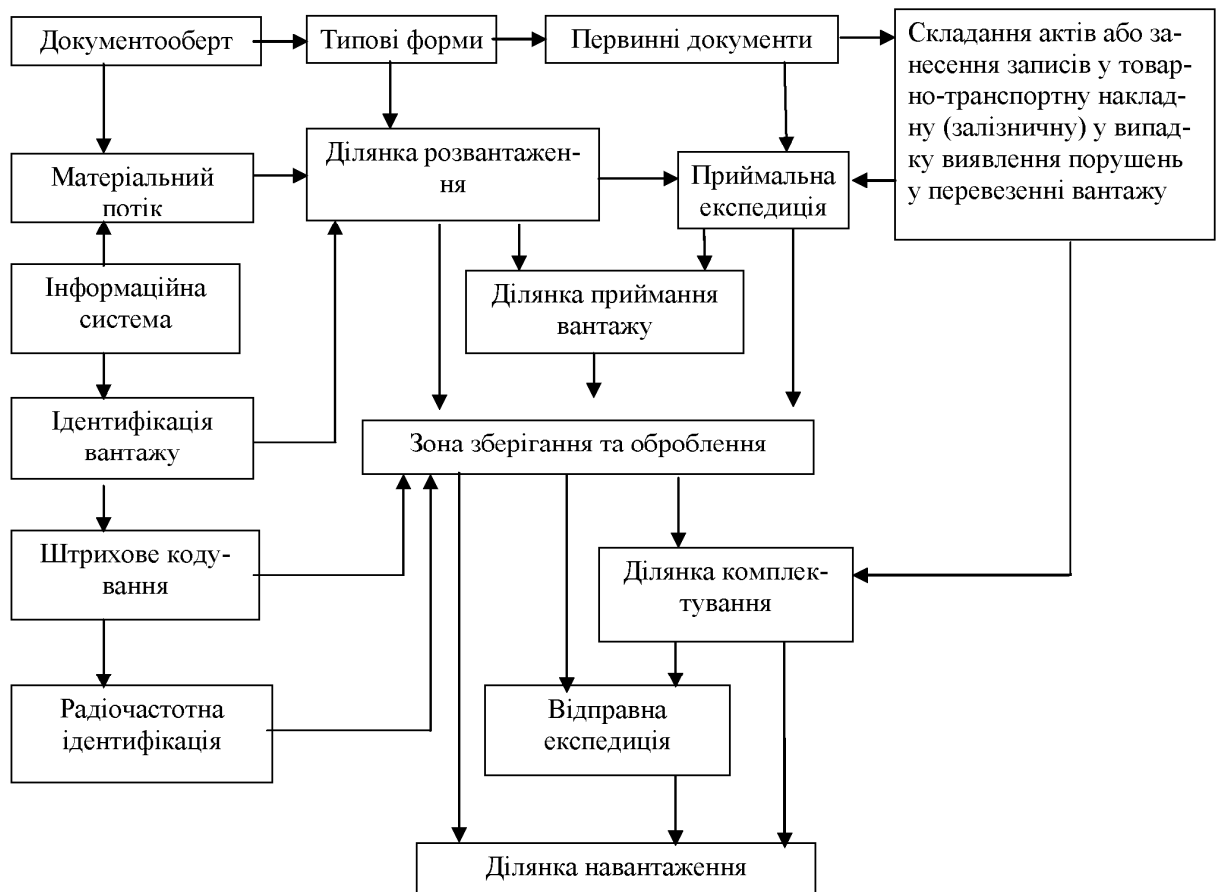


Рисунок 1.1 – Структурна схема технології функціонування транспортно-складського комплексу „Краківець-2”

1.2 Приймальна експедиція (розміщується в окремому приміщенні складу): приймання в неробочий час вантажу по кількості місць і його короткочасне зберігання до передачі в основний склад. Вантажі в приймальну експедицію надходять із ділянки розвантаження.

1.3 Ділянка приймання (розміщується в основному приміщенні складу): приймання товарів по кількості та якості. Вантажі на ділянку приймання можуть надходити з ділянки розвантаження та з приймальної експедиції.

1.4 Ділянка зберігання (головна частина основного приміщення складу): укладання вантажу на зберігання; відбір вантажу з місць зберігання.

1.5 Ділянка комплектування (розміщується в основному приміщенні складу): формування вантажних одиниць.

1.6 Відправна експедиція: короткочасне зберігання підготовлених до відправлення вантажних одиниць, організація їхньої доставки замовникові.

1.7 Ділянка навантаження: навантаження транспортних засобів (ручна й механізована).

2 Документообіг. Первинні облікові документи повинні відповідати типовим формам і тільки якщо на оформлення якоїсь операції відсутні типові форми, допускається використати документи, форми яких розроблені організацією самостійно. При прийомі й комплектуванні вантажу складаються акти або вносяться зміни в товарно-транспортну накладну у випадку виявлення порушень у перевезенні вантажу.

3 Інформаційна система. Основна операція, на якій базуються інформаційні технології керування транспортно-складським комплексом - ідентифікація вантажу. Автоматична ідентифікація вантажу операцією зчитування контактними або безконтактними сканерами штрих-коду з етикетки, на якій він надрукований, різко знижує ймовірність помилки на етапі введення інформації про товар. Штрихове кодування має переваги: виключення випадків зчитування інформації з іншого носія; низька вартість носія інформації; нечутливість до електромагнітних перешкод; відсутність електромагнітного випромінювання, що діє на людину.

Альтернативою штриховому кодуванню є радіочастотна ідентифікація.

Радіочастотна ідентифікація в порівнянні зі штриховим кодуванням має інші позитивні якості:

можливість коректування інформації, нанесеної на товарну одиницю; великий об'єм і більше висока швидкість занесення інформації; можливість засекречування інформації; більша довговічність носія інформації; відсутність вимог до місця розміщення носія інформації; найкращий захист від впливу навколишнього середовища.

До основних функцій ТСК належать:

- перетворення виробничого асортименту вантажів у споживчий асортимент відповідно до попиту;
- приймання, складування та зберігання матеріальних цінностей;

- унітизація та транспортування вантажів. Для скорочення транспортних витрат склад може здійснювати функцію об'єднання (унітизацію) невеликих партій для декількох замовників, до повного завантаження транспортного засобу;
- надання різноманітних послуг: підготовка товарів для продажу (фасування продукції, заповнення контейнерів, розпакування, перепакування та ін.);
- контроль за функціонуванням пристроїв та обладнання, монтаж; надання товарного вигляду продукції, необхідна обробка; надання транспортно-експедиційних послуг та ін.

Отже, виявлено, що переміщення вантажу через транспортно – складський комплекс пов'язано з рядом проблем (рис. 1.1). Визначені проблеми, які пов'язані з функціонуванням транспортно – складського комплексу, чинять значний вплив на ефективність обслуговування та переробки МП.

Новий контейнерний термінал „Краківець” розташований у західній частині станції Краківець-II між Яворівським парком №2 (колії 1435 мм) та Яворівським парком №3 (колії 1520 мм). Починаючи з 2005 року, на терміналі було споруджено дві пари перевантажувальних колій: 1435 мм, 1520 мм та підкранову колію для козлового безконсольного крана КС-50 з комплектом пристроїв для роботи з контейнерами різних модифікацій, прогоном 26 метрів, корисною довжиною 700 м із залізобетонних балок. Тут із плит влаштовано технологічні доріжки зі сторони перевантажувальних колій, а під нитками кранової колії було вирізано заторфований суглинок. Траншеї засипані щебенем.

Електрифіковано тролейну лінію.

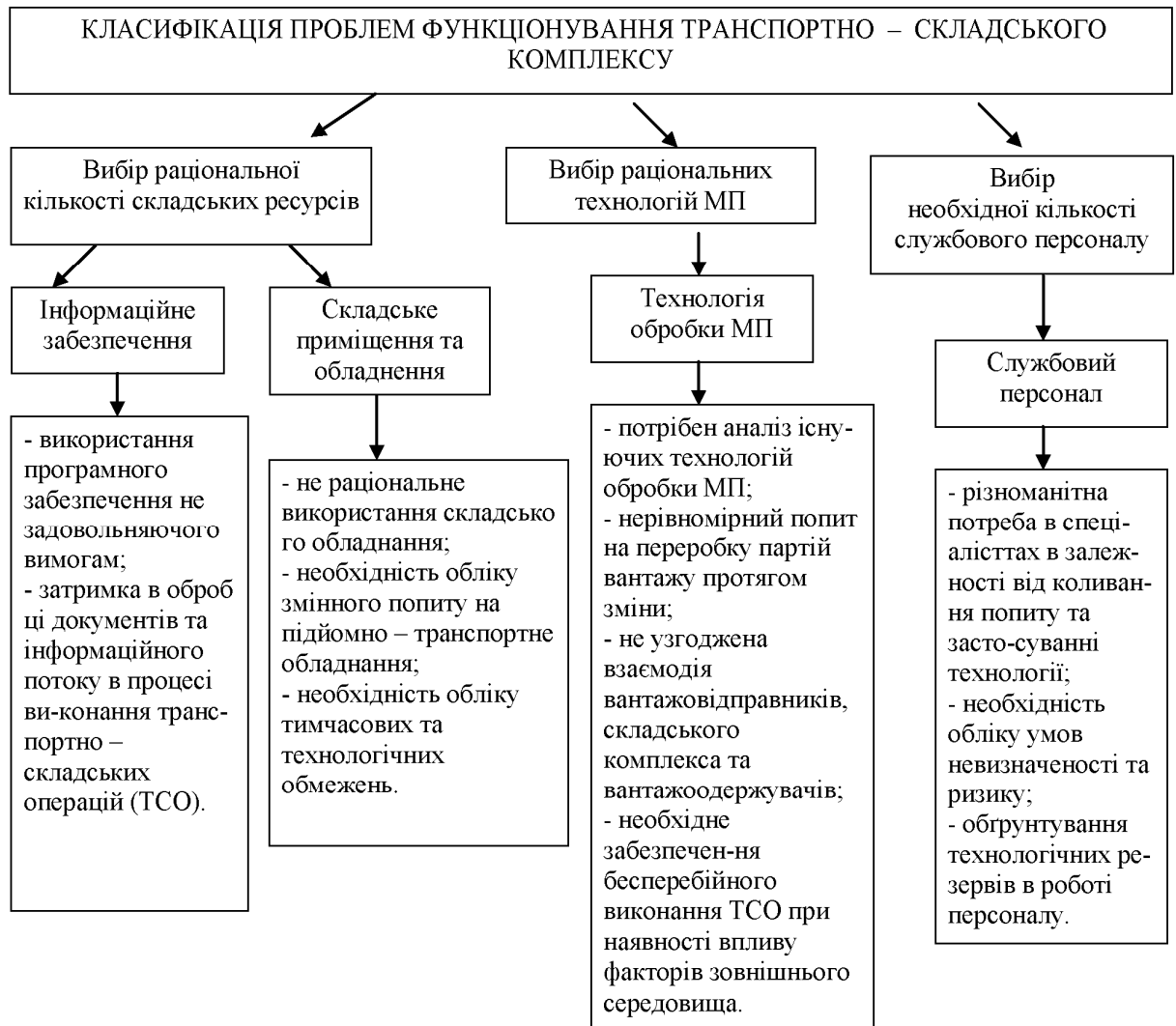


Рисунок 1.2 – Відображення проблем функціонування ТСК „Краківець”

До кінця 2024 року у терміналі буде встановлено ще один електрокозловий кран вантажопідйомністю 50 тонн, що дозволить удвічі збільшити вантажопереробку контейнерів.

За попередні роки на Краківецькому терміналі багато зроблено в технічному та технологічному планах для збільшення обсягів перевезення вантажів, скорочення простою автомобілів і залізничних вагонів на прикордонних станціях і робота в цьому плані продовжується. Комплекс заходів з розвитку як Львівської, так і залізниць України в цілому сприяє збільшенню товарообігу між Україною, країнами Західної Європи, що є одним із головних критеріїв, які полегшать інтеграцію України до Євросоюзу.

В наступному році на станції Краківець-II буде споруджуватися крита перевантажувальна платформа, а разом з нею і санітарно-побутові приміщення та відбуватиметься бетонування контейнерного майданчика. У перспективі на станції збільшиться кількість прийомо-відправочних колій.

1.3 Аналіз виробничої діяльності підприємства

ТОВ «Кормотех» є першим вітчизняним виробником сухих екструдованих кормів для домашніх тварин такого високого класу. Компанія має всі можливості для виготовлення будь-якого виду корму. Команда технологів та консультантів щоденно працює над створенням нових рецептур.

Компанія належить до трійки лідерів українського ринку кормів для котів та собак. Компанія «Кормотех» виготовляє корми для різних сегментів в різних цінових категоріях.

Рухомий склад:

DAF – 5 автопотягів,

RENAULT – 3 автопотяги,

MAN – 2 автопотяги.

Перевозиться вантаж по всіх обласних центрах України. В середньому здійснюється 4 рейси на тиждень. Кількість вантажу що перевозиться складає 19 тонн.

Експортні ринки

В 2008 році компанія “Кормотех” виходить на міжнародний рівень та починає експортувати свої продукти закордон.

- У 2008 розпочато налагодження дистрибуції в Молдові
- У 2010 в Азербайджані
- В 2023 компанія увійшла на ринки Угорщини.

На підприємстві є 10 автопоїздів. Вони є власністю підприємства. Це - тягачі Рено, Вольво, Даф та тентовані напівпричепи Шмітц, Кроне, Когель. Характеристика рухомого складу подана в табл. 1.2.

Автомобіль може виконувати міжнародні перевезення, якщо він відповідає вимогам екологічних показників вантажних автомобілів, що використовуються для міжнародних перевезень.

Для здійснення міжнародних перевезень підприємство має сертифікати відповідності вимогам безпеки для "більш зелений і безпечний" вантажний автомобіль. Сертифікат відповідності вимогам до шуму і шкідливості викидів Євро-6, видається один раз на весь термін експлуатації автомобіля. Щорічно автомобілі фірми проходять в Києві обов'язкову сертифікацію для того, щоб отримати сертифікат безпеки, який виписується окремо на автомобіль-тягач і на напівпричіп.

Усі ці сертифікати дають можливість фірмі отримати разові дозволи для здійснення міжнародних перевезень вантажів, а також взяти участь в тендері на отримання багаторазових дозволів.

Підприємство працює на ринку транспортних послуг вже 8 років. На даний час підприємство займається транспортно-експедиторською діяльністю, що включає в себе організацію та виконання доставки вантажів від початкового до кінцевого пунктів, виконання митних формальностей, страхування вантажів тощо.

Фірма може здійснювати перевезення вантажів різних партій - до 25 т та різної кубатури. Парк транспортних засобів має 10 автомобілів з напівпричепами від 86 м³ до 92 м³.

Деякі автомобілі мають дозвіл на перевезення швидкопсувних вантажів.

Таблиця 1.1 – Кількість рухомого складу на ТзОВ «Кормотех» станом на 01.10.2024 р.

№	Модель	Номерний знак	Рік випуску	Марка натвпричепа	Номерний знак	Рік випуску	Об'єм, м.куб.
1	Renault magnum	BO 0317 AA	2006	SCHMITZ S 01	BO 7989 XX	2002	13,6*2,5*2,75 93,5
2	Renault magnum :T magnum	BO 0256 AP	2006	SCHMITZS01	BO7918XX	2003	13,6*2,5*2,75 93,5
3	Renault magnum	BO 6825 AI	2006	LECITRAILER	BO 7768 XX	2006	91,37 2,47×13,6×2,72
4	Renault magnum	BO 6278 AO	2000	KRONE SDP-27	BO 0007 XX	2007	93,04 2,47×13,6×2,80
5	Volvo FH12380	BO 2579 AI	2001	SAMROVK12	BO 4655 XX	2006	120 8,03×2,48×3,06
6	DAF95 XF380	BO 9961 AH	2001	KOGELYWE 18 P	BO 4561 XX	2000	110 7,67*2,46*2,83
7	DAFTE 95 XF	01 846 TE	1997	SCHMITZ SOI	03230 TI	2008	86 13,6*2,50*2,56
8	Renault Premium 400	BO 4890 AC	2000	KRONT SDP-24 1995	BO 2224 XX	2005	93
9	DAF95 430	BO 5736 AK	2001	GARGOMASTER	BO 0503 XX	1997	91,37 13,6*2,47*2,72
10	DAF95 XF380	BO 1814 AK	2001	SCHMITZ SOI	BO 5275 XX	1997	92 13,6*2,47*2,72

Середній річний пробіг автомобіля-тягача складає 65,0 тис. км.

Станом на 01.10.2024 р. на підприємстві працює 10 водіїв далекобійників. Вартість 1 км пробігу з вантажем динамічна, залежить від ціни на дизпаливо(коливається по Україні в межах 6-8 грн./км, за кордоном - 8-10 грн. /км).

Структура транспортного процесу підприємства включає:

1. Управління рухом транспортних засобів.
2. Координацію роботи автомобільного транспорту з іншими видами транспорту.
3. Вибір типу і визначення необхідної кількості рухомого складу для перевезень.
4. Нормування швидкостей руху автотранспорту.
5. Визначення сфери доцільності використання автомобілів і автопоїздів залежно від конкретних умов перевезень, вигляду і властивостей вантажів, експлуатаційних показників вантажного транспорту.
6. Забезпечення ефективних і безпечних перевезень вантажів автомобільним транспортом.
7. Оперативний контроль над роботою автомобільного рухомого складу і його використанням.
8. Маркетинг вантажопотоків.
9. Застосування економіко-математичних методів і розрахунків для підвищення ефективності використання рухомого складу і зниження витрат на перевезення.
10. Розробку на основі матеріалів обстежень вантажопотоків: раціональних маршрутних схем, що передбачають при відкритті нових і зміна напрямку існуючих маршрутів.
11. Аналіз дорожніх умов в цілях розробки ефективних і безпечних маршрутів руху рухомого складу.

Особливе місце в транспортному процесі приділяється використанню різних методів, що забезпечують:

- економію палива;
- збереження якості і кількості вантажу;
- виконання вимог техніки безпеки і вимог безпеки руху;
- охорону навколишнього середовища; виконання вимог трудового законодавства;

- своєчасність доставки вантажів партіями необхідних розмірів.

Правильна організація транспортного процесу підприємства «Кормотех» припускає:

скорочення наднормативних витрат часу на простій автомобілів під вантаженням і розвантаженням вантажів за рахунок: розширення фронту навантажувально-розвантажувальних робіт і застосування їх комплексної механізації; складання і строго дотримання графіків подачі і роботи автомобілів; створення під'їзних шляхів і майданчиків для маневрування автомобілів, особливо автомобілів з причепами; попередньої підготовки вантажів і ін.

правильне розміщення вантажів в кузові, сприяючих рівномірному розподілу вагового навантаження на ходову частину транспортного засобу і полегшенню управління ним;

оптимальні режими руху автомобілів на відповідних ділянках шляху з урахуванням стану дорожнього покриття, оглядовості, інтенсивності руху і інших чинників при строгому дотриманні Правил дорожнього руху, а також знання водіями основних технічних характеристик і правил експлуатації, різних марок рухомого складу автомобільного транспорту при перевезенні відповідних вантажів;

перевезення вантажів повинне здійснюватися по раціонально побудованих маршрутах з урахуванням найкоротших відстаней, режимів руху на кожній ділянці шляху, із забезпеченням завантаження автомобілів в обох напрямках;

раціональне укладання вантажів, застосування знімних щитів і ін., що дозволяють максимально використовувати вантажопідйомність і місткість рухомого складу;

максимальне використання робочого часу водіїв в рамках законодавства, за рахунок ущільнення режиму роботи автомобілів шляхом організації бригадного методу роботи.

Основними завданнями підприємства «Кормотех» при організації перевезень вантажів є:

- § забезпечення високого рівня обслуговування замовників;
- § виконання існуючих планів перевезень;
- § повне задоволення потреб замовників в автомобільних перевезеннях;
- § ефективне використання транспортних засобів, підвищення продуктивності праці, максимальне зниження транспортних витрат;
- § систематичне отримання прибутку.

Результати ефективної роботи підприємства по складанню транспортного процесу деяких маршрутів за рік за станом на 2013 рік приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати роботи автопоїздів

Напрямок рейса	Львів- Польща- Київ - Польща - Львів	Львів - Угорщина- Луцьк - Тернопіль	Львів- Німеччина- Польща- Львів	Львів- Брно- Сірет- Львів
Середня відстань, км.	3200	4100	5600	2200
Витрати на паливо, євро	380	490	780	230
Витрати на відрядження, євро	360	380	750	150
Збори на дозволи, євро	660	570	960	
Ремонт, обслуговування, євро	200	300	400	100
Інші витрати, євро	590	680	860	260
Ставка перевезень, євро	4000	4200	7000	1800
Результат від перевезення, євро	1810	1780	3250	1060

Як видно з таблиці підприємство не забезпечує достатній організаційний рівень використання автомобілів. Про це свідчить низька продуктивність автомобілів, виражена в км оплаченого пробігу на годину. Низьким є також коефіцієнт випуску автомобілів на лінію - 0,66.

Таблиця 1.3 – Виробнича програма по експлуатації рухомого складу підприємства ТОВ "Кормотех"

Показник	Од. вимір.	Умовн. позн.	Разом по АТП
1.Спискова кількість автомобілів	од	A_c	10
2.Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію	-	a_v	0,66
3.Середній час в наряді	год.	T_n	18,5
4.Середня довжина їздки з вантажем	км	L_v	1630
5.Експлуатаційна швидкість руху	км/год.	V_e	39,7
6.Технічна швидкість руху	км/год.	V_t	59,2
7.Середня вантажність	тонн	q_{cp}	16
8.Річний пробіг одного автомобіля	тис. км	L_p	742
9.Загальний річний пробіг всіх автомобілів	тис. км	L_z	4593
10.Число їздок з вантажем	-	Z_e	2416
11.Автомобіле-дні експлуатації рухомого складу за рік	ав.дн	A_{D_e}	2349
12.Автомобіле-години експлуатації рухомого складу за рік	ав. год.	A_{G_e}	199680
13. Річний обсяг перевезень вантажів	тонн	Q_t	39400
14. Загальна вантажність автомобілів	тонн	q_o	240
14. Продуктивність (тис. км пробігу з вантажем на автомобіле-годину)		$W_{км}$	197,54

Таким чином, ТзОВ «Кормотех» є одним з типових представників підприємств, які, маючи власний парк, співпрацюючи з ТСК, не обґрунтовують його структуру.

1.4 Формулювання задач досліджень

Для досягнення мети дослідження в магістерській роботі необхідно вирішити наступні задачі:

1) визначити найбільш відповідний умовам роботи сучасного автотранспортного підприємства критерій ефективності використання вантажних автомобілів;

2) дослідити ефективність використання вантажних автомобілів;

- 3) розробити математичні моделі для розрахунку раціональної структури автопарку;
- 4) проаналізувати вплив характеристик потоку разових замовлень на структуру автопарку;
- 5) визначити економічний ефект від експлуатації парку рухомого складу з розрахованою структурою;
- 6) оцінити ризики використання автопарку з заданою структурою.

2 ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ПАРКУ

2.1 Вибір АТЗ за відомими детермінованими замовленнями

2.1.1 Формулювання і модель задачі. Продуктивність АТЗ, які можуть входити до складу парку, за період T задана рядом w_1, w_2, \dots, w_m , де для будь-яких $i > j$, $w_i < w_j$, $i, j = 1 \dots m$. Передбачається, що впродовж майбутнього планового періоду T існуватиме попит на виконання транспортної роботи x , який є випадковою величиною і виражається законом розподілу $F(p) = P(x < p)$ і густиною $f(p) = \frac{dF(p)}{dp}$. Для утримання одного автомобіля j -го типу впродовж T потрібні постійні витрати c_{nj} , а для виконання ним одиниці транспортної роботи – змінні витрати c_{zmj} .

Потрібно так сформувати парк, щоб при умові максимального задоволення попиту сумарні витрати на перевезення були мінімальними.

Раціональний розподіл різнотипного рухомого складу за різними завданнями належать до розподільчих задач. Якщо при цьому попит на перевезення є детермінованим, а ефект використання АТЗ - пропорційний їх кількості, то такий розподіл здійснюють методами лінійного програмування (ЛП) [18]. У загальному випадку ця задача формулюється так. Задано m типів АТЗ, яких є на підприємстві в кількості $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m$. Відомі також замовлення на перевезення однорідних вантажів, які з різною ефективністю можна виконувати кожним із заданих типів АТЗ. Ефект від застосування автомобіля i -го типу для виконання j -го завдання можна подати у різних величинах: продуктивність – w_{ij} , витрати часу t_{ij} і коштів c_{ij} , прибуток p_{ij} . Потрібно скласти план використання АТЗ за умови, що загальна кількість транспортних засобів j -го типу є обмеженою, тобто

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \in A_j, j=1, 2, \dots, m. \quad (2.1)$$

План використання АТЗ позначають матрицею $\|x_{ij}\|$, де елементом матриці x_{ij} , як правило, позначають кількість автомобілів i -го типу, які використовуються на j -му завданні (маршруті, ходці тощо).

Якщо АТП складається з однотипних автомобілів з обумовленим річним фондом часу, то обмеження стосуються загальної кількості ходок, які автомобілі цього типу можуть виконати на кожному з маршрутів

$$\sum_{i=1}^n z_{ik} \times x_i \in Z_k, \quad (2.2)$$

де z_{ik} – кількість поїздок, які за відведений термін може виконати автомобіль на i -му маршруті до k -го споживача; x_i – кількість автомобілів, які працюють на i -му маршруті; Z_k – запланована кількість поїздок на k -му маршруті.

Обмеження можуть також стосуватись обсягу перевезень, наприклад, того, що попит повинен бути задоволений повністю

$$\sum_{j=1}^m q_{ij} \times x_{ij} \geq Q_i, i=1, 2, \dots, n, \quad (2.3)$$

де q_{ij} – кількість вантажу, яку може перевезти автомобіль j -го типу на i -му маршруті, т; Q_i – запланована до перевезення кількість вантажів (пасажирів) на i -му маршруті, яка, наприклад, продиктована нижньою межею безбитковості (мінімальним обсягом перевезень, який обмежує безбитковість підприємства).

План перевезень повинен задовольняти один з можливих критеріїв: мінімальні витрати на виконання усього обсягу перевезень

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \times x_{ij} \rightarrow \min, \quad (2.4)$$

максимальний загальний прибуток

$$\Pi = \underset{i=1}{\overset{n}{\mathbf{a}}} \underset{j=1}{\overset{m}{\mathbf{a}}} p_{ij} \times q_{ij} \times x_{ij} \text{ } \textcircled{R} \text{ } \max, \quad (2.5)$$

максимальна продуктивність усього парку АТЗ

$$W = \underset{i=1}{\overset{n}{\mathbf{a}}} \underset{j=1}{\overset{m}{\mathbf{a}}} w_{ij} \times x_{ij} \text{ } \textcircled{R} \text{ } \max \quad (2.6)$$

На практиці вибір критерію оптимального плану розподілу наявних ресурсів (автомобілів) залежить від конкретних виробничих умов. Якщо провізна спроможність парку є надлишковою або достатньою щодо всіх замовлень, а перевізницька фірма зазнає відчутну конкуренцію, то використовують критерій (2.4). Якщо провізна спроможність АТЗ є недостатньою, а фірма є монополістом на ринку перевезень, то використовують критерій (2.5). Якщо ж при недостатній провізній спроможності парку фірма зазнає конкуренції, то для утримання на ринку перевезення потрібно якнайповніше задовольняти попит, отже, розвивати максимальну продуктивність парку – використовувати критерій (2.6).

Математично задачу ЛП можна подати так.

Задана функція мети

$$z = p_1 x_1 + p_2 x_2 + \mathbf{K} + p_n x_n \quad (2.7)$$

і задана система $m > n$ лінійних нерівностей (обмежень)

$$\begin{cases} a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \mathbf{K} + a_{in}x_n \leq a_i \\ \text{LLLLLLLLLLLLLLLL} \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \mathbf{K} + a_{mn}x_n \leq a_m \end{cases}, i = 1, \mathbf{K}, m,$$

яку можна переписати у вигляді

$$\begin{cases} y_1^0 - a_{i1}x_1 - a_{i2}x_2 - \dots - a_{in}x_n - a_i^3 \leq 0 \\ \dots \\ y_m^0 - a_{m1}x_1 - a_{m2}x_2 - \dots - a_{mn}x_n - a_m^3 \leq 0 \end{cases}, \quad (2.8)$$

Знайти максимум функції (2.7) при виконанні умов (2.8).

Якщо критерій розв'язання задачі – мінімальне значення, то, користуючись виразом $\max Z = -\min Z$, функцію мети (2.8) переписують із зміненими знаками. Часто замість нерівностей (2.8) обмеження в задачі ЛП задають у вигляді змішаної системи нерівностей і рівнянь, наприклад,

$$\begin{aligned} a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n &\leq a_i \quad i=1, \dots, r \\ a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n &= a_i \quad i=r+1, \dots, m, \quad x_1 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \quad s \in n. \end{aligned} \quad (2.9)$$

2.1.2 Приклад розв'язування. Задано 3 типи вантажних автомобілів, які потрібно розподілити між 4-ма відомими маршрутами. У табл. 2.1 наведено кількість автомобілів кожного типу - A_i , $i=1, 2, 3$; обсяг перевезення на кожному маршруті - Q_j , який потрібно виконати за робочий день; обсяг перевезення w_{ij} , який автомобіль i -ї марки може перевезти на j -му маршруті за той самий період, а також експлуатаційні витрати c_{ij} , пов'язані з перевезенням 1 т вантажу автомобілем j -го типу на i -му маршруті.

Розподілити автомобілі за маршрутами так, щоб сумарні витрати на перевезення були мінімальними, а весь запланований обсяг вантажу був перевезений вчасно. Розв'язування.

Позначивши x_{ij} – кількість автомобілів j -го типу, які планують закріпити за i -м маршрутом, запишемо функцію мети

$$z = 15x_{1,1} + 20x_{2,1} + 25x_{3,1} + 40x_{4,1} + 70x_{1,2} + 28x_{2,2} + 15x_{3,2} + 45x_{4,2} + 40x_{1,3} + 70x_{2,3} + 40x_{3,3} + 65x_{4,3}$$
 з обмеженнями

$$15x_{1,1} + 30x_{1,2} + 25x_{1,3} \leq 300$$

$$10x_{2,1} + 25x_{2,2} + 50x_{2,3} \leq 200$$

$$20x_{3,1} + 10x_{3,2} + 30x_{3,3} \leq 1000$$

$$50x_{4.1} + 17x_{4.2} + 45x_{4.3} \leq 500$$

$$x_{1.1} + x_{2.1} + x_{3.1} + x_{4.1} \leq 50$$

$$x_{1.2} + x_{2.2} + x_{3.2} + x_{4.2} \leq 20$$

$$x_{1.3} + x_{2.3} + x_{3.3} + x_{4.3} \leq 30$$

$$x_{ij} \geq 0$$

Таблиця 2.1 – Початкові дані для розподілу автомобілів

Маршрути, j	Техніко-економічні показники для типу автомобіля						Обсяг перевезення, Q_j т
	$i = 1$		$i = 2$		$i = 3$		
	витрати, c_{1j} грн.	продуктивність, w_{1j} , т/день	витрати, c_{2j} , грн.	продуктивність, w_{2j} , т/день	витрати, c_{3j} , грн.	продуктивність, w_{3j} , т/день	
1	15	15	70	30	40	25	300
2	20	10	28	25	70	50	200
3	25	20	15	10	40	30	1000
4	40	50	45	17	65	45	500
К-сть АТЗ	$A_1 = 50$		$A_2 = 20$		$A_3 = 30$		-

Переписавши обмеження у вигляді

$$y_1 = 15x_{1.1} + 30x_{1.2} + 25x_{1.3} - 300 \leq 0$$

$$y_2 = 10x_{2.1} + 25x_{2.2} + 50x_{2.3} - 200 \leq 0$$

$$y_3 = 20x_{3.1} + 10x_{3.2} + 30x_{3.3} - 1000 \leq 0$$

$$y_4 = 50x_{4.1} + 17x_{4.2} + 45x_{4.3} - 500 \leq 0$$

$$0 = -x_{1.1} - x_{2.1} - x_{3.1} - x_{4.1} + 50$$

$$0 = -x_{1.2} - x_{2.2} - x_{3.2} - x_{4.2} + 20$$

$$0 = -x_{1.3} - x_{2.3} - x_{3.3} - x_{4.3} + 30,$$

складемо симплекс-таблицю (табл. 2.2). Виконавши крок 2, виключаємо з таблиці 0-рядки. Отримуємо новий вигляд симплекс-таблиці (табл. 2.3). У правому стовпці цієї таблиці є від'ємні вільні члени, тому, виконавши 4-й крок алгоритму, вибираємо провідний член (виділений жирним в рамочці в табл. 2.4). Відносно нього здійснюємо один крок Жорданових виключень.

Після цього знову перевіряємо базовий розв'язок; загалом після двох кроків Жорданових виключень отримуємо табл. 2.4.

Таблиця 2.2 – Початкова симплекс-таблиця

	$-x_{1,1}$	$-x_{2,1}$	$-x_{3,1}$	$-x_{4,1}$	$-x_{1,2}$	$-x_{2,2}$	$-x_{3,2}$	$-x_{4,2}$	$-x_{1,3}$	$-x_{2,3}$	$-x_{3,3}$	$-x_{4,3}$	1
$y_1=$	-15	0	0	0	-30	0	0	0	-25	0	0	0	-300
$y_2=$	0	-10	0	0	0	-25	0	0	0	-50	0	0	-200
$y_3=$	0	0	-20	0	0	0	-10	0	0	0	-30	0	-1000
$y_4=$	0	0	0	-50	0	0	0	-17	0	0	0	-45	-500
$0=$	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	50
$0=$	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	20
$0=$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	30
$z=$	-15	-20	-25	-40	-70	-28	-15	-45	-40	-70	-40	-65	0

Таблиця 2.3 – Симплекс-таблиця після виключення 0-рівнянь

	$-x_{2,1}$	$-x_{3,1}$	$-x_{4,1}$	$-x_{1,2}$	$-x_{2,2}$	$-x_{4,2}$	$-x_{1,3}$	$-x_{2,3}$	$-x_{4,3}$	1
$y_1=$	15	15	15	-30	0	0	-25	0	0	450
$y_2=$	-10	0	0	0	-25	0	0	-50	0	-200
$y_3=$	0	-20	0	10	10	10	30	30	30	100
$y_4=$	0	0	-50	0	0	-17	0	0	-45	-500
$x_{1,1}=$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	50
$x_{3,2}=$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	20
$x_{3,3}=$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	30
$z=$	-5	-10	-25	-55	-13	-30	0	-30	-25	2250

Таблиця 2.4 – Остаточна симплекс-таблиця

	$-y_2$	$-x_{3,1}$	$-y_4$	$-x_{1,2}$	$-x_{2,2}$	$-x_{4,2}$	$-x_{1,3}$	$-x_{2,3}$	$-x_{4,3}$	1
$y_1=$	1,5	0	0	0	0,75	0	-25	-7,5	0	45
$x_{2,1}=$	-0,1	0	0	0	+2,5	0	0	+5,0	0	20
$y_3=$	0	-20	0	20	20	20	30	30	30	100
$x_{4,1}=$	0,1	1	-0,02	0	0	-0,34	0	0	-0,9	10
$x_{1,1}=$	-0,1	1	0,02	0	-0,25	-0,34	0	0	-50	45
$x_{3,2}=$	0	0	0	1	1	1	0	0	0	20
$x_{3,3}=$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
$z=$	-0,5	-10	-0,5	-55	-0,5	-21,5	0	-5	-2,5	2600

Розв'язок задачі – опорний план

$$x_{31} = x_{12} = x_{22} = x_{42} = x_{13} = x_{23} = x_{43} = 0$$

$x_{11} = 20$, $x_{21} = 20$, $x_{32} = 20$, $x_{41} = 10$, $x_{33} = 30$, для якого $z = 20 \times 15 + 20 \times 20 + 20 \times 15 + 30 \times 40 = 2600$ грн., є оптимальним, оскільки всі коефіцієнти індексного рядка є від'ємними. Отже, автомобілі потрібно розподілити так: на перший маршрут - 20 автомобілів 1-го типу; на другий - 20 автомобілів

першого типу; на третій - 20 автомобілів 2-го типу і 30 - третього; на четвертий - 10 автомобілів 1-го типу.

2.2 Формування раціональної структури парку АТЗ за їх вантажністю при умові випадкових гуртових замовлень

2.2.1 Формулювання задачі. Структура парку автомобілів повинна якнайповніше відповідати розподілу гуртових замовлень, які є нероздільними. Тип автомобілів задано рядом за їх вантажністю q_1, q_2, \dots, q_m . Крім того, відомими є розподіл розмірів вантажів, заданий функцією густини $f(x)$ і їх середньодобова кількість - N_{cd} . Режим роботи підприємства є такий, що час перебування в наряді кожного автомобіля дорівнює T_n . Середня тривалість виконання замовлення автомобілем j -го типу (при умові відповідності його вантажності розміру гурту вантажу) – t_j .

Сформувані раціональну структуру парку, тобто знайти таку кількість автомобілів j -го типу – $A_j, j=1,2,\dots,m$, щоб кожен з них і парк в цілому були максимально завантажені на гуртових перевезеннях.

2.2.2. Методика розв'язування. Ймовірність надходження в АТП замовлення на перевезення гурту вантажу, для якого потрібен автомобіль вантажністю $q_j (j=1, 2, \dots, m-1)$ становить

$$P_j = \begin{cases} \int_0^{q_j} f(x) dx, & j=1 \\ \int_{q_{j-1}}^{q_j} f(x) dx, & j>1 \end{cases}, \quad (2.10)$$

де $f(x)$ – густина розподілу розмірів гуртів вантажів.

Ймовірність надходження замовлень на перевезення гурту вантажу, для чого потрібен автомобіль вантажністю q_m , який виконає замовлення за i ходок становитиме

$$p_{m,i} = \begin{cases} \int_{q_m}^{q_m} f(x) dx, & i=1 \\ \int_{q_m}^{q_{m-1}} f(x) dx, & i > 1 \end{cases}, \quad (2.11)$$

Потрібну кількість автомобілів j -го типу ($j=1, 2, \dots, m-1$) визначають за формулою

$$A_j = \frac{N_{cd} \cdot p_j \cdot t_j}{T_H}, \quad (2.13)$$

Потрібна кількість автомобілів вантажності q_m дорівнює

$$A_j = \frac{N_{cd} \cdot \sum_{i=1}^m p_{m,i} \cdot q_m}{T_H}, \quad (2.14)$$

Загальна чисельність парку дорівнює

$$A_e = \sum_{j=1}^m A_j \quad (2.15)$$

Для експоненційного закону розподілу гуртів вантажу за розмірами, тобто заданого функцією

$$f(x) = \frac{1}{\bar{g}} e^{-\frac{x}{\bar{g}}}, \quad (2.16)$$

де \bar{g} - середній розмір гурту вантажів, т, ймовірності, виражені формулами (2.15), (2.16) набудуть виду

$$p_1 = 1 - e^{-\frac{q_1}{\bar{g}}}, \quad (2.17)$$

$$p_j = e^{-\frac{q_{j-1}}{\bar{g}}} - e^{-\frac{q_j}{\bar{g}}}, \text{ для } 1 < j < m, \quad (2.18)$$

$$p_{m,i} = e^{-\frac{(i-1)q_m}{\bar{g}}} - e^{-\frac{iq_m}{\bar{g}}}, \quad (2.19)$$

Якщо розміри гуртів вантажу підпорядковані нормальному закону розподілу, то інтервальна оцінка частоти випадкової величини – гурту вантажів розміром g_j можна знайти за формулою

$$p_j = \Phi\left(\frac{q_j - \bar{g}}{s_g}\right) - \Phi\left(\frac{q_{j-1} - \bar{g}}{s_g}\right), \quad (2.20)$$

де $\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ - функція стандартного нормального розподілу, яка є табульованою.

Тоді

$$p_{m,i} = \begin{cases} \Phi\left(\frac{q_m - \bar{g}}{s_g}\right) - \Phi\left(\frac{q_{m-1} - \bar{g}}{s_g}\right), & i = 1 \\ \Phi\left(\frac{iq_m - \bar{g}}{s_g}\right) - \Phi\left(\frac{(i-1)q_m - \bar{g}}{s_g}\right), & i > 1 \end{cases}, \quad (2.21)$$

2.2.3 Приклад задачі стохастичного програмування. Розміри гуртів однорідного вантажу є випадковою величиною і підпорядковуються експоненційному закону $f(x) = 0,0675e^{-0,0675x}$. Середня вага гурту вантажу $\bar{g} = 1/0,0675 = 14,8$ т. Для перевезення річного обсягу $Q_p = 300$ тис. т на підприємстві можна використовувати три типи автомобілів з вантажностями $q_1 = 7,5$ т, $q_2 = 12,5$ т, $q_3 = 14$ т. Тривалість навантаження й розвантаження автомобілів є, відповідно, $t_{np1} = 1,47$ год., $t_{np2} = 1,58$ год., $t_{np3} = 1,58$ год. Інші

показники є однаковими для всіх автомобілів: середня технічна швидкість – $V_t = 22$ км/год.; середня довжина ходки з вантажем – $l_g = 10$ км; коефіцієнт використання пробігу $b = 0,5$; час перебування в наряді $T_n = 12$ год. Визначити потрібну кількість автомобілів вантажністю q_1, q_2, q_3 , які можна було б найефективніше використати впродовж планового року.

Розв'язання. Якщо параметри маршрутів і всі інші експлуатаційні параметри автомобілів, крім коефіцієнта використання їх вантажності відомі, то задача зводиться до вибору автомобілів за вантажністю.

Знайдемо ймовірність того, що впродовж року на підприємство надійде замовлення, для виконання якого найраціональніше використовувати автомобіль вантажністю q_1 за формулою (2.17)

$$p_1 = 1 - e^{-\frac{q_1}{s}} = 1 - e^{-\frac{7,5}{14,8}} = 0,4;$$

вантажністю q_2

$$p_2 = e^{-\frac{q_1}{s}} - e^{-\frac{q_2}{s}} = e^{-\frac{7,5}{14,8}} - e^{-\frac{12,5}{14,8}} = 0,17.$$

Ймовірність $p_{3,i}$ надходження гуртів вантажу, які доцільно перевозити автомобілями максимальної вантажності q_3 за i ходок, визначають за формулою (2.18)

$$p_{3,1} = e^{-\frac{12,5}{14,8}} - e^{-\frac{14,0}{14,8}} = 0,05;$$

$$p_{3,2} = e^{-\frac{14,0}{14,8}} - e^{-\frac{2 \times 4,0}{14,8}} = 0,24;$$

$$p_{3,3} = e^{-\frac{2 \times 4,0}{14,8}} - e^{-\frac{3 \times 4,0}{14,8}} = 0,13;$$

$$p_{3,4} = e^{-\frac{3 \times 4,0}{14,8}} - e^{-\frac{4 \times 4,0}{14,8}} = 0,01;$$

$$p_{3,5} = e^{-\frac{4 \times 4,0}{14,8}} - e^{-\frac{5 \times 4,0}{14,8}} \approx 0.$$

Тривалість однієї поїздки, яку здійснює автомобіль j -го типу, визначають за формулою

$$t_j = \frac{l_g}{b \times V_t} + t_{np.j}, \text{ год.}, \quad (2.22)$$

Так, для автомобіля першого типу вона становитиме

$$t_1 = \frac{10}{0,5 \times 22} + 1,47 = 2,38 \text{ год.}; \text{ другого і третього } t = \frac{10}{0,5 \times 22} + 1,58 = 2,49 \text{ год.}$$

Середньодобову кількість замовлень визначимо за формулою

$$N_{cd} = \frac{Q}{\bar{g} \times D_i}, \quad (2.23)$$

де D_i – кількість днів роботи підприємства впродовж року (приймають 255 днів).

$$N_{\text{нв}} = \frac{3 \times 10^5}{14,8 \times 255} = 79,49.$$

Заокругливши до цілого, отримаємо 80 замовлень. За формулами (2.17), (2.18) визначимо почергово потрібну кількість автомобілів:

вантажністю 7,5 т:

$$A_1 = \frac{80 \times 0,4 \times 2,38}{12} = 6,36, \text{ приймаємо 7 автомобілів};$$

вантажністю 12,5 т:

$$A_2 = \frac{80 \times 0,17 \times 2,49}{12} = 2,82, \text{ приймаємо 3 автомобілі};$$

вантажністю 14,0 т:

$$A_3 = \frac{80 \times (0,05 + 0,24 + 0,13 + 0,01) \times 2,38}{12} = 7,138, \text{ приймаємо 8 автомобілів.}$$

Отже, потрібна експлуатаційна кількість автомобілів для виконання замовлення, яке має випадковий характер і підпорядковується експоненційному закону, становить $A_1 = 7$, $A_2 = 3$, $A_3 = 8$ автомобілів.

2.3 Застосування імітаційної моделі для формування структури парку для обслуговування терміналу

2.3.1 Постановка задачі. Сьогодні зусилля багатьох підприємств України скеровані на створення власних фірмових, або інтеграцію в регіональні

логістичні центри. Переважно, це впливає з економічної необхідності. Але є й намагання перейняти позитивний досвід європейських країн, коли такі центри допомогли врятуватись дрібним і середнім підприємствам від банкрутства. Найбільших успіхів, як правило, домагаються великі фірми, що використовують сучасні методи керування. Позитивні ж результати інших підприємств, очевидно залежать від змісту процесів об'єднання та перероблення матеріальних, грошових та інформаційних потоків. Оскільки ці процеси в логістичних центрах характеризуються високим рівнем складності, то до аналітичного описання вони не придатні. Це означає, що існує потреба відобразити їх з допомогою імітаційних моделей та знайти їх оптимальний варіант перебігу.

Ставилась мета – встановити залежність сукупних питомих витрат збуту продукції у фіксованій торговій мережі від потужності матеріального потоку і структури ТТС. Об'єктами досліджень були логістичні ланцюги (ЛЛ), які у цій роботі розглядалися як послідовності залежних детермінованих за граничним терміном завершення елементарних логістичних операцій [6, 8]. Власне детермінованість – граничний стан ланцюга, який дає змогу скласти аналітичну залежність від джерел до стоків матеріальних потоків. Поділ логістичних операцій на найдрібніші елементарні логістичні операції (ЕЛО) дало змогу, при скінченній мінімальній їх кількості, синтезувати, практично, будь-яку модель фізичної операції. Для того, щоб змодельовати декілька логістичних ланцюгів, які інтегровані в ЛЦ, використана методика дискретно-подійного моделювання, а також комп'ютерна програма, що базується на ньому і моделює матеріальні та інформаційні потоки. Потік (з точки зору програми) – передача даних із заданим кроком моделювання Δt – додатнім дійсним числом, в напрямку від блоку вхідного потоку (БВП) до інших блоків. Є можливість змінювати крок моделювання так, щоб відобразити детальні зміни ЛЛ в режимі модельного часу. Попередньо розроблено головну процедуру – систему керування потоками, яка складається з блоків керування потоками (БКП) трьох видів:

1) сповільнення/пришвидшення потоку (С/П); 2) розгалуження/сполучення потоку (Р/С); 3) позиціонування потоків (П). Блоки 1-го і 2-го типів мають два підвиди, які є обернено протилежними.

2.3.2 Побудова моделі. Загалом імітаційна система являє собою дерево, коренем якого є БВП, а розгалуження складають блоки С/П, Р/С, П. У дереві існують ще такі блоки, які називаються кінцевими, бо до них входять, але не виходять потоки. Кінцевим може бути кожен з блоків С/П, Р/С, П. Це дерево може міняти свою структуру залежно від параметрів потоків між блоками, які, в свою чергу, залежать від параметрів БВП та від параметрів БО і БУ. У дереві можна знайти скінчену кількість ланцюгів від БВП до кінцевих блоків. Таким чином, програма може бути пристосована для імітаційного моделювання будь-якої транспортно-технологічної системи, у тому числі – з декількома ЛЦ. Потоки перетворюються всередині кожного з блоків і залишаються без змін поза межами блоків. Кожен потік, незалежно від того, де він протікає характеризується такими параметрами: 1) такт τ – дійсна додатна величина; 2) розмір гурту матеріальних елементів в потоці k – ціле додатне число; 3) витрати коштів на виконання логістичної операції – дійсне число.

Характер перетворення цих параметрів залежить від виду блоку і це представлено в опублікованій раніше методиці [9]. БКП характеризуються двома параметрами, які не передаються від блоку до блоку – це фронт f – ціле додатне число, та внутрішня тривалість перетворення потоку всередині блоку – t_e . Внутрішню тривалість блоку обчислюють як лінійну функцію від розміру гурту k_j із відомими коефіцієнтами а фронт – за виразом:

$$f = \text{round} \frac{\hat{e}_t^e \hat{u}}{\hat{e}_i^t \hat{u}}, \quad (2.24)$$

де round – заокруглення до більшого цілого. Проте, фронт залежить від характеру перетворень операцій всередині блоку. Так, якщо $\tau_i \neq \tau_j$, і $k_i \neq k_j$, то

$f=\{0,1\}$ де i, j – тут і далі, індекси параметрів, відповідно, вхідного і вихідного потоків.

2.3.3 Обчислення логістичних витрат. Логістичні витрати у цій роботі обчислювались так. Спершу виокремлено лише ті витрати, які залежать від параметрів матеріальних потоків у транспортно-технологічній системі: а) транспортні – $C_{\delta\delta}$; б) навантаження-розвантаження – C_{np} ; в) складські – $C_{скл.}$; г) пакування – $C_{пак.}$; д) $C_{втр.}$ – вартість втраченої внаслідок перевищення термінів доставки продукції; е) $C_{инф.}$ – інформаційні витрати, пов'язані з обробленням замовлень, помилковою адресацією матеріальних потоків, страхуванням ризиків, дефіциту (коливання) продукції на складі, що залежать від процесу реалізації продукції, і визначаються інформаційними потоками [10]. Для того, щоб пов'язати логістичні витрати з матеріальними потоками й обчислити у моделі, їх було розподілено між категоріями, а категорії – за елементами, що залежать від параметрів блоків імітаційної моделі (табл. 1). Зроблено це на основі обґрунтованих класифікацій логістичних витрат [6,10].

Таблиця 2.7 – Класифікація логістичних витрат в імітаційній моделі терміналу

Позначення і категорія логістичних витрат	Індекс та назва складових частин категорії, що залежать від
А, транспортні	1) тривалості руху
	2) фактичного вантажообігу
	3) часу використання транспортних засобів
Б, навантажувально-розвантажувальні	1) кількості оброблених пакетів
	2) тривалості циклу
В, пакування, Г, складування	1) розміру упаковки
	2) тривалості циклу зберігання
Д, втрати продукції	1) тривалості транспортування
	2) тривалості зберігання
Е, інформаційні витрати	1) об'єму переданої інформації
	2) швидкості передачі даних

Імітаційну модель побудовано на основі реального логістичного центру у Львівській області підприємства „Краківець-2”, яке займається постачанням продуктів харчування, кормів для тварин, хімічної продукції. Спрощену схему моделі подано на рис. 2.1. Зміст процесів зі схеми відображається так. Декілька виробництв (на рис. їх показано тільки 3) відправляють свою продукцію періодично зі складу малими гуртами на термінали ЛЦ. Кількість вантажних терміналів у цій моделі не було обмеженням, тобто вона співпадала з кількістю ланцюгів постачань. На складі ЛЦ гурти продукції нагромаджуються і відправляються за напрямками до відповідних кінцевих споживачів 15-17, де розвантажуються. Обмеження накладаються на параметри останніх в логістичних ланцюгах операцій: споживання продукції кожного споживача характеризується середньою інтенсивністю μ_i , яка визначається зі співвідношення

$$m_i = \frac{k_i}{t_i}, \quad (2.25)$$

де $k_i \in k_{\max}$ – обмежений зверху розмір гурту постачання продукції i -го споживача; $t_i \in t_{\max}$ – обмежений зверху такт споживання продукції i -го споживача.

З допомогою такої моделі розв’язувались такі задачі. 1) встановити, при яких умовах логістичний ланцюг збуту доцільно провести через ЛЦ; 2) при якій структурі і організаційних параметрах ЛЦ дає максимальний ефект?

Виходячи зі схеми моделі, формальний зміст усіх матеріальних потоків можна звести до двох варіантів (рис. 2.2).

Якщо підприємство постачає вантажі через ЛЦ, то воно очікує на певні економічні вигоди, які можуть бути такими, залежно які елементарні процеси мають місце в загальній транспортно-технологічній схемі. При кожному з двох варіантів (див. рис. 2) можливі вигоди і програди:

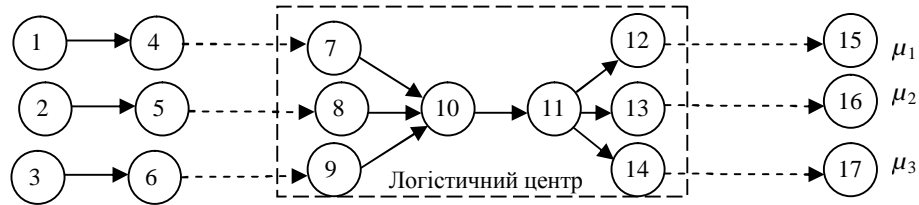


Рисунок 2.1 – Схема постачання вантажів через термінал: 1-3 – виробництво продукції; 4-6 – відправлення укрупнених гуртів вантажів зі складів виробників; 7- 9 – приймання продукції на вантажні термінали ЛЦ;

10 – складування продукції в ЛЦ; 11 – розподіл гуртів вантажів за напрямками; 12-14 – навантаження вантажів на автомобілі; 15-17 –

- варіант (а) – виграші: A_2, B_2, V_1, Γ_1 ; програші: A_1, B_1, Γ_2, D_1 ;

- варіант (б) – виграші: $A_1, A_3, B_2, V_2, \Gamma_2, D_2$; програші: A_1, B_1 .

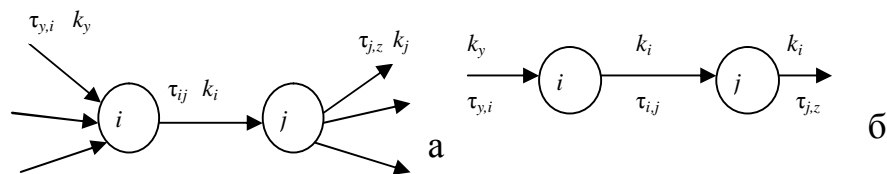


Рисунок 2.2 – Схеми елементарних процесів, які відбуваються в логістичному центрі: а) об'єднання та розподіл матеріальних потоків за напрямками; б) нагромадження матеріальних потоків по кожному напрямку зокрема: $\tau_{y,i}$ – такт вхідного дискретного матеріального потоку; k_y – розмір гурту вхідного матеріального потоку; τ_{ij} – такт елементарного процесу; k_j – розмір гурту вихідного матеріального потоку; $\tau_{j,z}$ – такт вихідного матеріального потоку

Якщо термінал містить елементарні процеси двох типів, то це приводить до компенсації втрат виграшами, яка залежить від оптимального співвідношення і структури цих процесів. Оптимальні варіанти було знайдено з допомогою процедури нелінійного програмування. З допомогою

неї знайдено залежності сукупних логістичних витрат та максимальної гарантованої тривалості від потужності ЛЦ (рис. 2.3, 2.4).

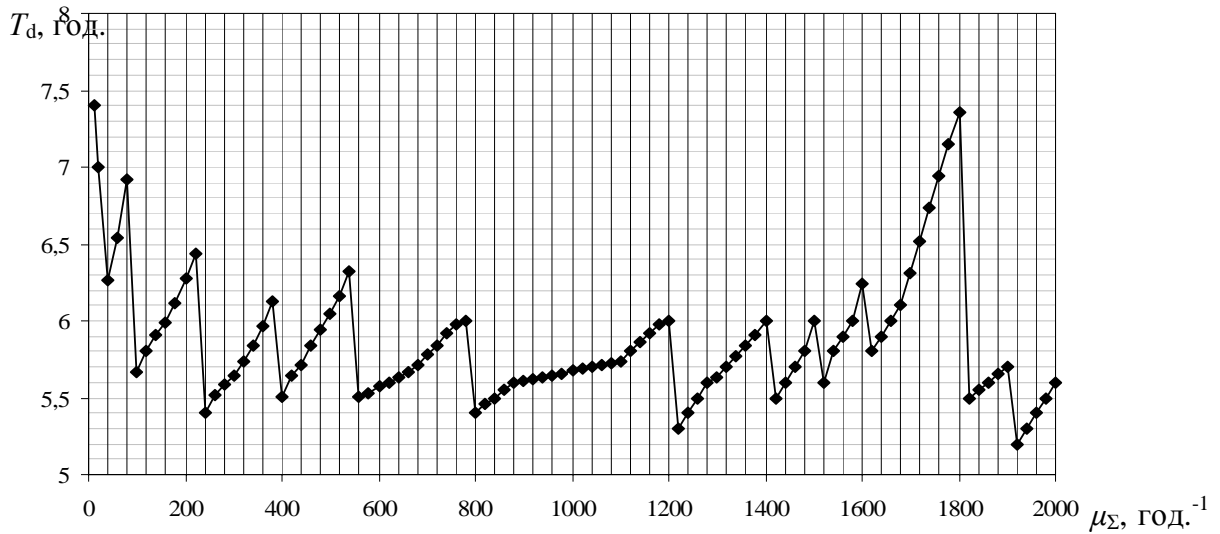


Рисунок 2.3 – Залежність гарантованої тривалості доставки продукції від сумарного попиту на неї через термінал

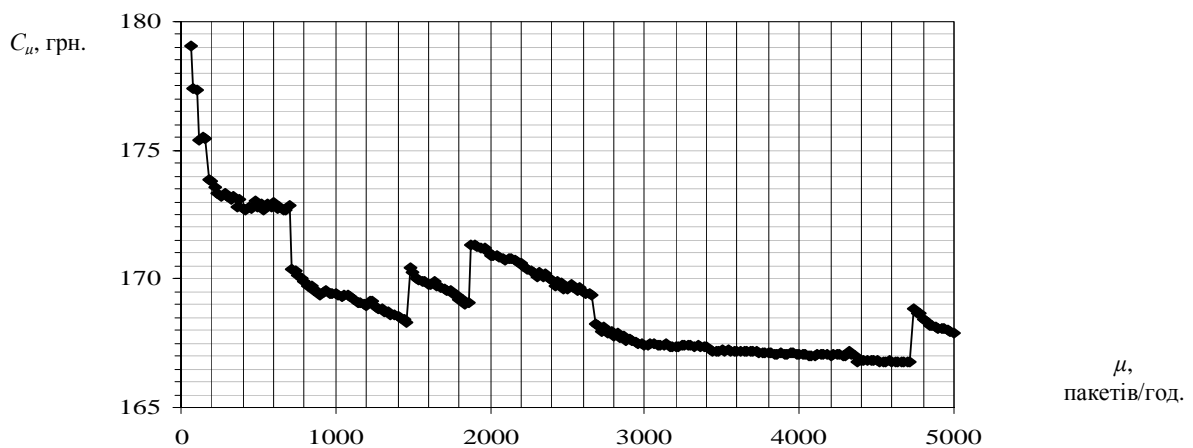


Рисунок 2.4 – Залежність сукупних логістичних витрат від середньої інтенсивності матеріальних потоків терміналу

2.3.4 Розгляд структури логістичних витрат. Попит на вантажні перевезення в загальному випадку є випадковою величиною: транспортною роботою, обсягом перевезень вантажів, або пасажирів тощо. Отже, до

моменту планування структури і використання парку АТЗ нема точної інформації про нього. Є лише відомим закон розподілу випадкової величини, який виражається функцією густини розподілу $f(x)$. Задача обґрунтування структури парку формулюється так.

Для розв'язання використовувались методи математичного програмування. Для прикладу було розглянуто частину мережі збуту продукції переробного підприємства на території сусідньої з виробництвом адміністративної області. Виробничі потужності підприємства – розташовані в одній області. В сукупності вони дають змогу забезпечувати випуск з середньою інтенсивністю в межах $m_{\Sigma} = 40 \dots 5000$ споживчих упаковок за годину. Постачання в сусідню область здійснюється через термінал. Перевезення між областями – магістральним транспортом. Збір і розвезення продукції в кожній області виконують за кільцевими маршрутами. Розміри транспортних пакетів, кількість, рівень завантаження АТЗ, обсяги продукції на проміжних складах – змінні величини. Встановлені обмеження на мінімальний розмір гурту для перевезення – 5 пакетів. Дозволений час доставки – не більше 8 год. при заданих технологіях перевезення і зберігання продукції. Використовуючи описану методику, побудовано залежність питомих ЛВ від загального обсягу виробництва (рис. 2.5).

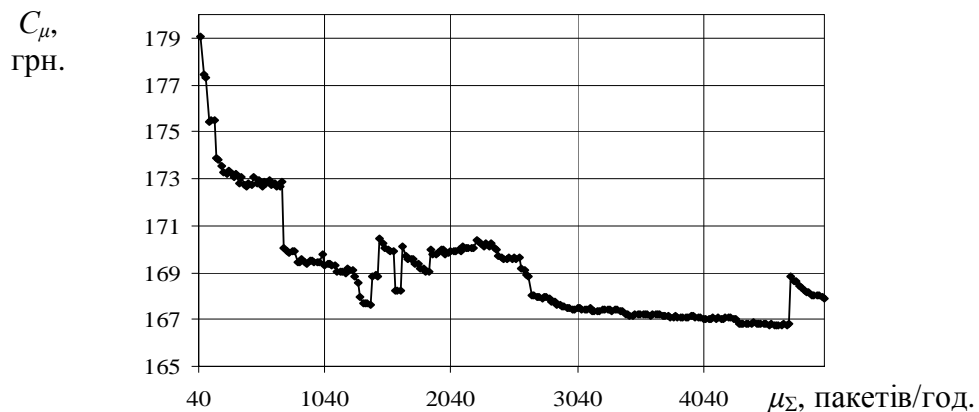


Рисунок 2.5 – Залежність сукупних ЛВ від середньої інтенсивності виробництва продукції

Як видно з діаграми, ЛВ з ростом виробництва знижуються.

Кожен розрив діаграми означає перехід на ТТС з новими якісними відмінностями. При цьому зростання μ_{Σ} не завжди сприяє оптимізації ЛВ. Складає окремий інтерес структура ЛВ: частка транспортних (рис. 2.6) та витрат, пов'язаних з псуванням продукції (рис. 2.7).

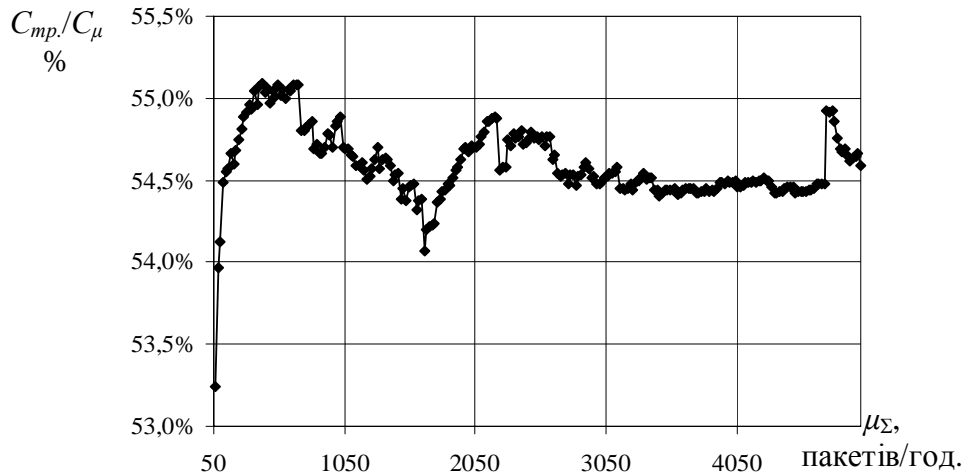


Рисунок 2.6 – Залежність частки транспортних витрат від середньої інтенсивності виробництва продукції

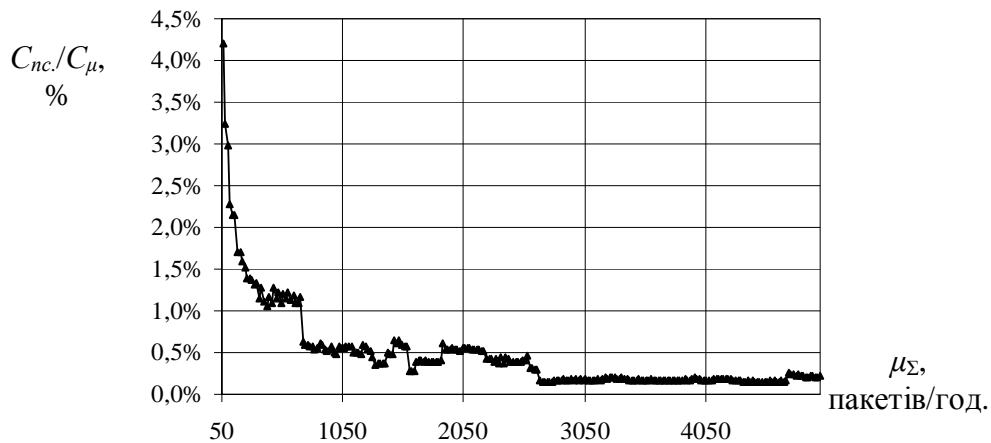


Рисунок 2.7 – Залежність частки витрат через псування вантажів від середньої інтенсивності їх виробництва

Для транспортних витрат не можна однозначно стверджувати, що із зростанням обсягів перевезень за заданою ТТС частка їх монотонно зростає, або зменшується. З рис. 2.6 видно, що існує декілька видів ТТС, які є

сприятливими щодо витрат на транспорті. Зокрема, одна з них, – що відповідає $\mu_{\Sigma}=1660$ пакетів/год. Вона ж є оптимальною за сумарними питомими ЛВ (див. рис.2.4) і за рівнем втрат продукції (рис.2.7). У діапазоні досліджених ТТС таких збігів було ще декілька, що може свідчити про визначальну роль транспортних витрат у структурі логістичних. В свою чергу транспортні витрати є найменші, якщо ритмічність подачі АТЗ та їх вантажомісткість узгоджені з процесом формування замовлень, утворення гуртів відправлення, розміром пакетів та обсягом зберігання.

3 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ВЕРИФІКАЦІЯ МОДЕЛІ

3.1 Аналіз динаміки зміни обсягу перевезень

На підприємство для подальшої доставки одержувачам надходять дрібні відправки. У табл. 3.1 представлена кількість вантажів X_{ij} в тоннах по місяцях ($i=1, 2 \dots, 12$), що поступає в j -і триденні періоди місяця ($j=1, 2 \dots, 10$). Оскільки загальні об'єми надходжень по місяцях не співвідносяться унаслідок різної кількості днів в них, то кожного місяця умовно приведений до 30 днів: у місяцях, що складаються з 31 дня, один день виключений, а лютий доповнений за рахунок першого дня березня.

Таблиця 3.1 – Надходження для перевезень вантажів по підприємству за
2024 р.

Місяць	i	Період j										Середня кількість
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
січень	1	0,1	0,5	2,8	4,5	0,4	6,5	1,3	4,5	2,3	2,3	2,5
лютий	2	0,1	0,8	4,5	7,2	0,2	10,4	3,2	7,2	3,6	3,6	4,1
березень	3	0,3	2,0	11,1	17,8	1,5	25,7	5,0	17,8	8,9	8,9	9,9
квітень	4	0,5	3,4	19,3	31,0	2,6	44,7	8,6	31,0	15,5	15,5	17,2
травень	5	0,5	3,2	17,9	28,8	2,4	41,6	8,0	28,8	14,4	14,4	16,0
червень	6	0,5	3,1	17,5	28,1	2,3	40,6	7,8	28,1	14,0	14,0	15,6
липень	7	0,4	2,8	15,6	25,0	2,1	36,1	7,0	25,0	12,5	12,5	13,9
серпень	8	0,3	1,9	10,8	17,3	1,4	25,0	4,8	17,3	8,6	8,6	9,6
вересень	9	0,2	1,5	8,5	13,7	1,1	19,8	3,8	13,7	6,8	6,8	7,6
жовтень	10	0,2	1,1	6,3	10,1	0,8	14,6	2,8	10,1	5,0	5,0	5,6
листопад	11	0,1	0,9	5,0	8,1	0,7	11,7	2,3	8,1	4,1	4,1	4,5
грудень	12	0,1	0,7	4,0	6,5	0,5	9,4	1,8	6,5	3,2	3,2	3,6

Ці дані подані на діаграмі (рис. 3.1). Ступінь розсіювання випадкової величини характеризується її дисперсією. Є завдання порівняти вибіркові дисперсії. Основне питання, що з'ясується при цьому, — чи можна вважати порівнювані вибіркові дисперсії дисперсіями однієї і тією ж генеральною сукупністю [2]?

Частинні незміщені оцінки дисперсії $S_1^2, S_2^2, \dots, S_k^2$ для кожної малої вибірки визначають по формулі:

$$S_i^2 = \frac{1}{f_i - 1} \sum_{j=1}^{f_i} x_{ij}^2 - \frac{\sum_{j=1}^{f_i} x_{ij}}{f_i}, \quad (3.1)$$

де x_{ij} — кількість вантажів в i -й вибірці, $i=1, 2, \dots, k$ для кожного j -го періоду ($j = 1, 2, \dots, k$); f_i — об'єм частинних вибірок.

За формулою (3.1) обчислюємо, що числові значення частинних незміщених дисперсій для місяців року становлять, відповідно: 1 — 4,5; 2 — 11,3; 3 — 70,0; 5 — 211,3; 6 — 182,8; 7 — 173,8; 8 — 138,0; 9 — 65,8; 10 — 41,3; 11 — 14,5; 12 — 9,3.

Загальна дисперсія всіх спостережень дорівнює середньозваженому значенню частинних дисперсій (як ваги беруться міри свободи):

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (f_i - 1) S_i^2}{f_1 + f_2 + \dots + f_k}, \quad (3.2)$$

$$S^2 = 944,9.$$

Оскільки міри свободи у вибірках рівні між собою (кількість періодів в кожному місяці — 3), для порівняння дисперсій використано критерій Кохрена [2]:

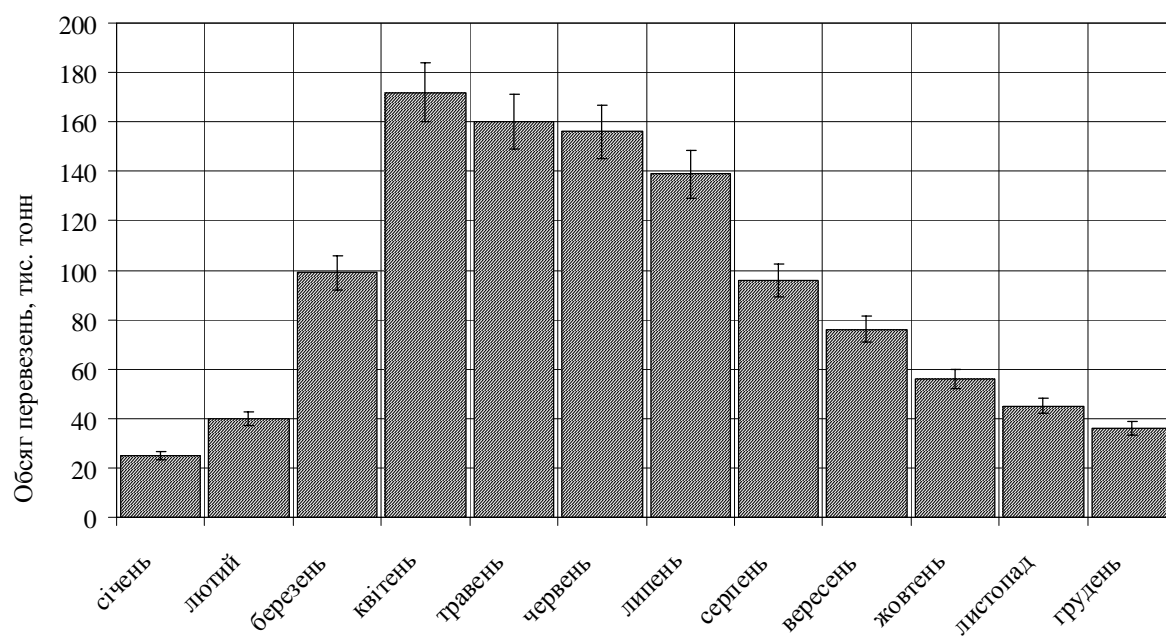


Рисунок 3.1 – Часові ряди обсягів перевезення вантажів за 2024 рік

$$G_{kf} = \frac{\max S_i^2}{S_1^2 + S_2^2 + \mathbf{K} + S_k^2}, \quad (3.3)$$

$$G_{kf} = 0,2236.$$

Розподіл G_{kf} залежить тільки від кількості частинних вибірок k і числа мір свободи по яких визначена кожна дисперсія S . Вибираємо квантилі G_{kf} для $p = 0,05$ і $0,01$. Якщо знайдене по заданих дисперсіях значення G_{kf} більше, ніж G_p , то розбіжність між дисперсіями слід вважати значущим.

У даному аналізі $G = 0,2236$. По таблицях довідника [2] знаходимо

$G_{1-p} = 0,2419 > G_{kf}$. Це означає, що в 1 %-й зоні істотності розбіжність між дисперсіями є незначущою. Проте в 5 %-й зоні істотності, для якої $G_{1-p} = 0,95 < G_{kf}$, розбіжність слід вважати значущою.

Слайд 20

Гіпотеза про рівність середніх n -ї і m -ї вибірок відкидається при двосторонньому критерії:

$$|\bar{x}_n - \bar{x}_m| \geq t_{1-p/2} S \sqrt{\frac{1}{f_n} + \frac{1}{f_m}}, \quad (3.4)$$

тут S – середньозважена дисперсія двох вибірок, визначувана по формулі (3.2); $t_{1-p/2}$ - квантиль розподілу Стьюдента, який приймається з врахуванням довірчої ймовірності 0,05, або 0,1.

У даному прикладі найбільша середня кількість вантажів характерна для місяця квітень ($x_n = 17,20$ т), а найменша — січень ($x_m = 2,50$ т). Оцінімо різницю між ними за допомогою розподілу Стьюдента (при $t = 2,55$).

$$|\bar{x}_n - \bar{x}_m| = 14,7 > t_{1-p/2} S \sqrt{\frac{1}{f_n} + \frac{1}{f_m}} = 8,2 \text{ т.}$$

Отже, навіть при 5 %-му рівні значущості різниця між середніми об'ємами перевезень в цих двох місяцях є незначущою. Відповідні відхилення середньої кількості вантажів, що поступають в різні місяці, в

тоннах при 1%-му рівні значущості повинні розглядатися не як сезонна зміна, а як результат варіювання випадкової величини (кількості вантажів, що поступають).

Оскільки для будь-якої іншої пари вибірок (місяців) різниця середніх значень менша, то порівнювати їх немає необхідності.

Якщо об'єми вимог на перевезення істотно варіюють під впливом чинників, які не піддаються попередньому врахуванню, то практичний інтерес представляє аналіз розподілу загальних об'ємів вимог протягом періодів, коли потік вимог може розглядатися як стаціонарний.

3.2 Визначення характеристик вантажопотоків

3.2.1 Методика збору і опрацювання статистичних даних. Обсяг пробігу з вантажем знаходиться в прямій залежності від величини вантажопотоків і характеру їхнього коливання [2]. Для дослідження вантажопотоків використано *статистичний* метод, що спирається на дані прямого обліку – безпосереднього дослідження вантажоутворювальних і вантажоспоживчих пунктів і минулих транспортних документів, заповнюваних водіями автомобілів [10]. Запис робився по кожному рейсі.

3.2.2 Подання статистичних даних. Кількісна оцінка провізних можливостей підприємства була проведена з використанням методу прогнозування по динамічних рядах об'єму перевезень (Q_i) і пробігу з вантажем (L_g). Даний метод прогнозування провізних можливостей володіє певними перевагами і недоліками з погляду їх точності і достовірності [2]. Точність прогнозу є оцінкою довірчого інтервалу прогнозу для заданої вірогідності його здійснення. Достовірність прогнозу - оцінка вірогідності здійснення прогнозу для заданого довірчого інтервалу. Прогнозування за допомогою методів екстраполяції включало наступні етапи робіт [10].

1. Встановлення мети і задач дослідження, аналіз об'єкту прогнозування. Мета даного дослідження – прогнозування розвитку підприємства.

Проведено детальне логічне вивчення системи: залежність даного об'єкта від інших систем одного рівня і підсистеми (системи вищого рівня); взаємозв'язки між даним об'єктом і іншими об'єктами системи; встановлення характеру надання статистичних даних про об'єкт.

2. Підготовка початкових даних. Роботи по цьому етапу полягали у перевірці часового ряду, в результаті якої встановлено повноту ряду (наявність даних за кожний рік, місяць, квартал ретроспективного періоду), зіставність даних і здійснено перевірку методики приведення даних до зіставного вигляду. Брак даних визначено за допомогою методу інтерполяції.

3. Фільтрація початкового часового ряду. В результаті цієї процедури усунуто випадкові збурення, що виникли в результаті дії неврахованих чинників і помилок вимірювання щодо найвірогіднішого протікання процесу, і тим самим виключено спотворюючий вплив випадкових коливань на вибір виду регресії. Фільтрація початкового динамічного ряду включає його згладжування і вирівнювання.

4. Логічний відбір видів апроксимуючої функції. На підставі вивчення статистичних даних і логічного аналізу протікання процесу, що вивчається, із заданого масиву функцій вибрано поліноміальні моделі. На цьому етапі було вирішено такі факти:

а) досліджуваний показник є величиною стабільною, неперіодичною, має декілька екстремумів;

б) показник обмежений зверху і знизу;

в) функція не має точок перегину;

г) функція не є симетричною;

д) процес не має чіткого обмеження розвитку в часі.

5. Оцінка математичної моделі прогнозування. На цьому етапі дослідження визначено параметри різних видів апроксимуючих функцій за методом найменших квадратів [19].

6. Вибір моделей прогнозування базується на оцінці їх якості на основі дослідження властивостей залишкової компоненти - $(y_i - y_{m,i})$, $i=1-n$, тобто

величини розбіжностей на ділянці апроксимації (побудови моделі) між фактичними рівнями і їх розрахунковими значеннями. Модель прогнозування вважалася адекватною, оскільки вона враховує істотну закономірність досліджуваного процесу. Для виявлення ступеня впливу окремих факторів на вантажопотоки використано початкові часові ряди (табл. 3.2, 3.3).

Таблиця 3.2 – Початкові дані для прогнозування (динамічні часові ряди по місяцях 2024 року)

Місяць	Змінна x	Обсяг перевезень, тис. тон	Пробіг з вантажем, тис. км	Загальний пробіг, км
січень	1	45	489	815
лютий	2	33	326	429
березень	3	34	326	501
квітень	4	61	652	973
травень	5	45	489	709
червень	6	45	489	575
липень	7	12	163	185
серпень	8	19	326	375
вересень	9	32	326	354
жовтень	10	84	815	895
листопад	11	115	1141	1783

Таблиця 3.3 – Початкові дані для прогнозування (динамічні часові ряди по роках)

Рік	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 прогноз
Змінна x	1	2	3	4	5	6	7	8
Пробіг з вантажем, тис. км	10,2	12,5	25	37	48	56	89,0	103,3
Обсяг перевезень, тис. т	103	124	206	302	470	600	642	819

Прогнозування обсягу перевезень здійснювалось на основі кореляційно-регресійного аналізу [19]. Значення аргументу відповідають рокам (табл.3.1,

рис.3.1), або місяцям (табл.3.2, рис.3.2) що враховуються за прогнозуванням. Значення функції – обсяг перевезень, або пробіг з вантажем.

Аналіз динаміки певних техніко-економічних і техніко-експлуатаційних показників роботи підприємства дозволяє описати характер їх зміни аналітичними залежностями (рис. 3.3).

Згідно отриманих значень функції будуються графіки, а за вихідними даними – гістограма зміни обсягу перевезень (рис. 3.1).

Поліноміальна формула для розрахунку ліній тренда використовується для апроксимації даних по методу найменших квадратів відповідно до рівняння:

$$y = b + c_1x + c_2x^2 + c_3x^3, \quad (3.1)$$

де y - залежна змінна (обсяг перевезення, або пробіг з вантажем); x - незалежна змінна (місяць календарного періоду, або рік); c - постійний коефіцієнт, що визначається обчисленнями. Величина R -квадрат визначалась з виразу [6]:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}, \quad (3.2)$$

де

$$SSE = \sum_i \dot{\mathbf{a}} (Y_i - \tilde{Y}_i)^2, \quad (3.3)$$

Y, \tilde{Y} - відповідно теоретичне й емпіричне значення залежної змінної;

$$SST = \sum_i \dot{\mathbf{a}} (Y_i)^2 - \frac{\sum_i \dot{\mathbf{a}} (\tilde{Y}_i)^2}{n}, \quad (3.4)$$

n - кількість емпіричних даних.

Оскільки найбільшому коефіцієнту кореляції відповідає функція, яка найкраще відображає зміну приросту обсягу перевезень, то приймаємо за

основну залежність ту, для якої коефіцієнт кореляції дорівнює 0,91, і відповідає тісному зв'язку.

3.2.3 Аналіз результатів статистичних досліджень. Отже: прогнозований обсяг перевезень автомобілями на планований 2025 рік становитиме 2600 тис. тон, а плановий пробіг з вантажем – 103,3 тис. км.

В розрізі поточного 2024 року обсяг перевезення також має коливання, що не пов'язано із сезонними особливостями (табл.3.2.). Коефіцієнт нерівномірності обсягів перевезень обчислюють за формулою:

$$h_Q = \frac{Q_{\max}}{Q_{\max} - Q_{\min}}, \quad (3.5)$$

де Q_{\max} , Q_{\min} - відповідно, максимальний і мінімальний обсяги перевезення, тон.

Для звітнього 2024-го року коефіцієнт нерівномірності становив $h_Q = 2,52$, а для прогнозованого 2025 - 2,29. Діаграма прогнозованих даних - на рис. 3.2.

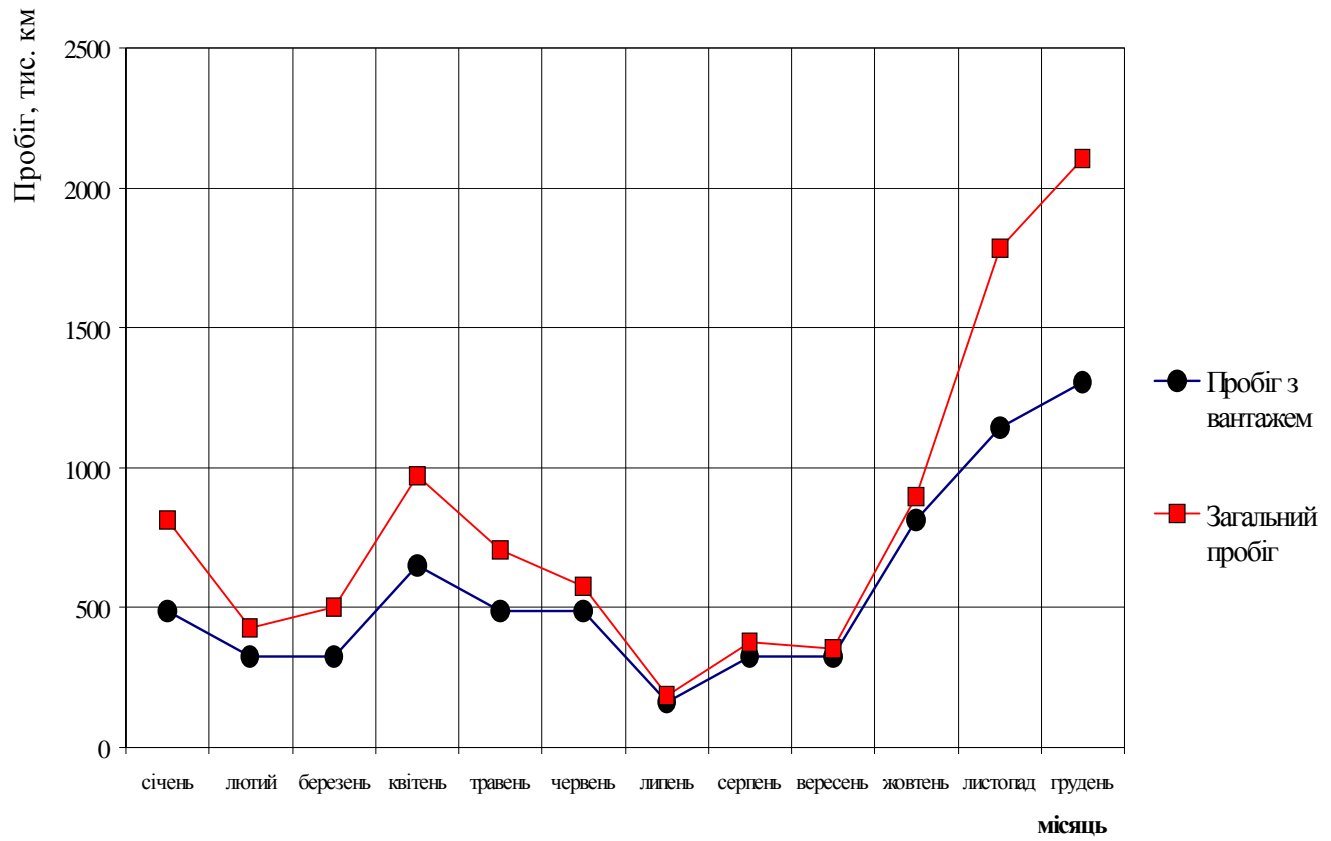


Рисунок 3.2 – Емпіричні дані та теоретична крива пробігу з вантажем за 2024 рік

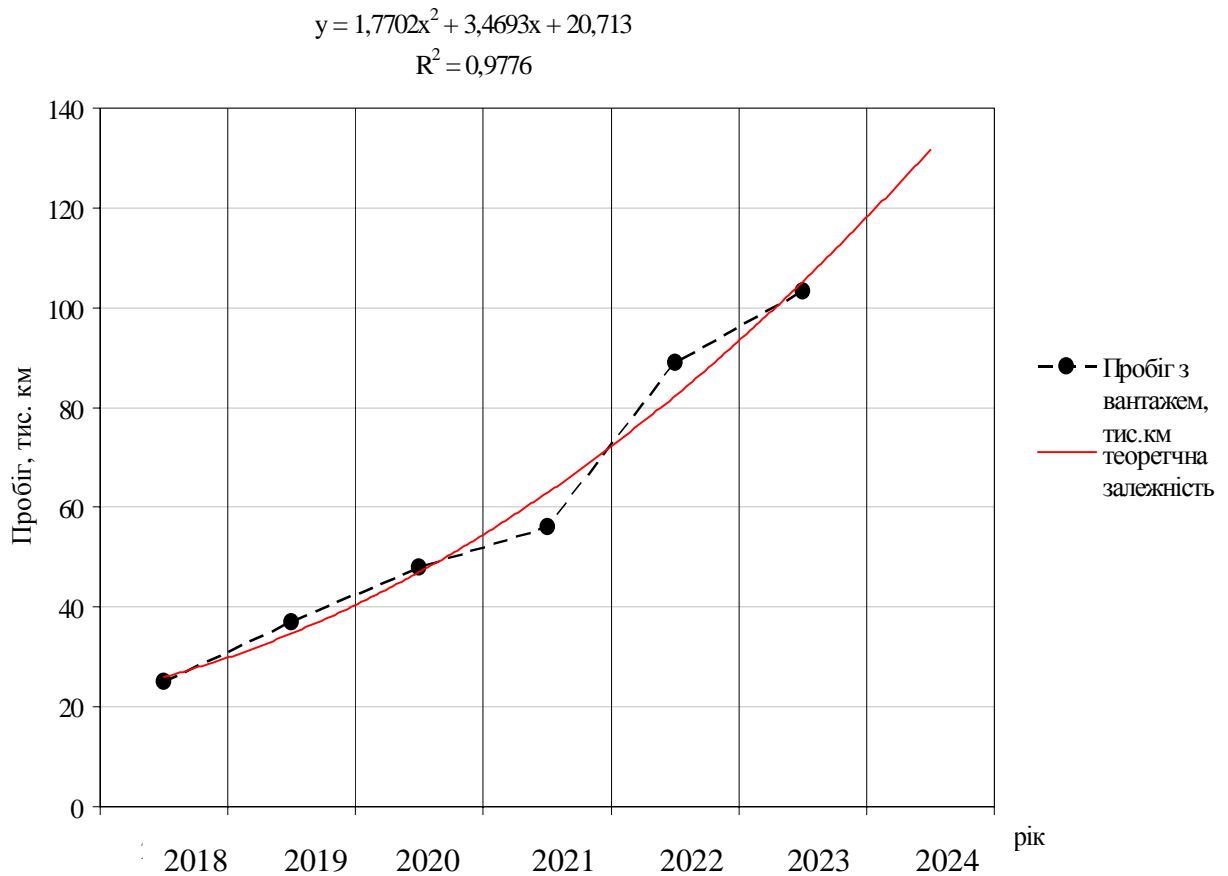


Рисунок 3.3 – Емпіричні дані та теоретична крива пробігу з вантажем за 2018-2023 та за 2024 роки

3.3 Дослідження адекватності моделей

Розроблена структура проведення дослідження представлена в табл. 3.4. Застосування зазначених методів і принципів рішення поставлених задач спрямовано на одержання коректних результатів і адекватних моделей.

У цьому розділі приведені розроблені модель оцінки параметрів нестационарного попиту на перевезення вантажів для прогнозування обсягів перевезень, математична модель оцінки якісної структури парку вантажних автомобілів, імітаційна модель транспортного процесу для визначення раціональної структури автопарку.

Таблиця 3.1 – Структура і методи дослідження

Етапи	Методи	Результат
Теоретичні дослідження		
1.1 Удосконалення моделі прогнозування нестационарного попиту	Методи теорії прогнозування	Алгоритм моделі і програмне забезпечення для прогнозування попиту
1.2. Розробка математичних моделей по формуванню якісного складу автопарку	Методи структурного моделювання транспортних процесів	Математичні моделі і програмне забезпечення
1.3. Розробка моделей для визначення оптимальної структури автопарку, що обслуговує потік разових заявок	Методи теорії систем і системного аналізу, імітаційне моделювання	Алгоритм і програмна реалізація імітаційної моделі транспортного процесу
Експериментальні дослідження		
2.1. Дослідження ефективності використання вантажних автомобілів по розроблених моделях	Розрахунки по розроблених математичних моделях	Оптимальний склад парку вантажних автомобілів (модельний ряд)
2.2. Розробка регресійних моделей для розрахунку оптимальної структури автопарку	Методи оптимального планування експерименту, методологія регресійного аналізу	Регресійні моделі залежності оптимального числа груп і кількості автомобілів у кожній із груп від параметрів потоку заявок
2.3. Аналіз впливу параметрів потоку замовлень на структуру автопарку	Методи функціонального аналізу	Практичні рекомендації з реструктуризації парку вантажних автомобілів

Виникнення ажіотажного попиту, починаючи з деякого моменту t_0 , приводить до нестационарності цього процесу, яка виявляється в тому, що параметри щільності розподілу стають функціями часу. Передбачається, що зміні, насамперед, піддані математичне очікування і дисперсія попиту, і вводяться значення математичного очікування і дисперсії як функцій часу (застосовується лінійна модель тренда) [20]:

$$q_1(t) = q_{10} + a \cdot (t - t_0), \quad (3.6)$$

$$q_2(t) = q_{20} + b \cdot (t - t_0), \quad (3.7)$$

де θ_1 – математичне сподівання; θ_2 – дисперсія; θ_3 – параметр, що визначає асиметрію щільності розподілу; θ_{10} , θ_{20} – стаціонарні значення математичного очікування і дисперсії відповідно; a , b – параметри лінійної моделі.

Таким чином, задача визначення нестационарності попиту зводиться до розрахунку параметрів a , b і t_0 . Розроблений алгоритм розрахунку даних параметрів представлений на рис. 3.4.

Під областю ефективного використання вантажного автомобіля розуміється діапазон значень досліджуваного показника, для якого використання автомобіля дає прийнятне значення критерію ефективності. Оскільки застосування автомобіля можна вважати ефективним, якщо прибуток від перевезення 1 т вантажу має позитивне значення, то область ефективного використання автомобіля $[x_1, x_2]$ для показника X можна представити в такий спосіб:

$$X \in [x_1, x_2], \quad \Pi_{lm}(X) \geq 0. \quad (3.8)$$

У якості X може виступати будь-який техніко-експлуатаційний показник роботи автомобіля (відстань доставки, час на простій під навантажувально-розвантажувальними операціями, швидкість руху автомобіля і т.п.). Найбільш істотним показником, що характеризує транспортний процес і його вартісні показники, є відстань доставки.

Вантажний автомобіль можна визначити як оптимальний за критерієм максимального питомого прибутку, але його ефективне використання можливе при позитивному значенні даного критерію (не тільки при максимальному прибутку). Більш конкретно доцільність застосування вантажних автомобілів можна визначити за допомогою функції

приналежності даної моделі автомобіля нечіткій множині оптимальних для використання в конкретних умовах експлуатації моделей.

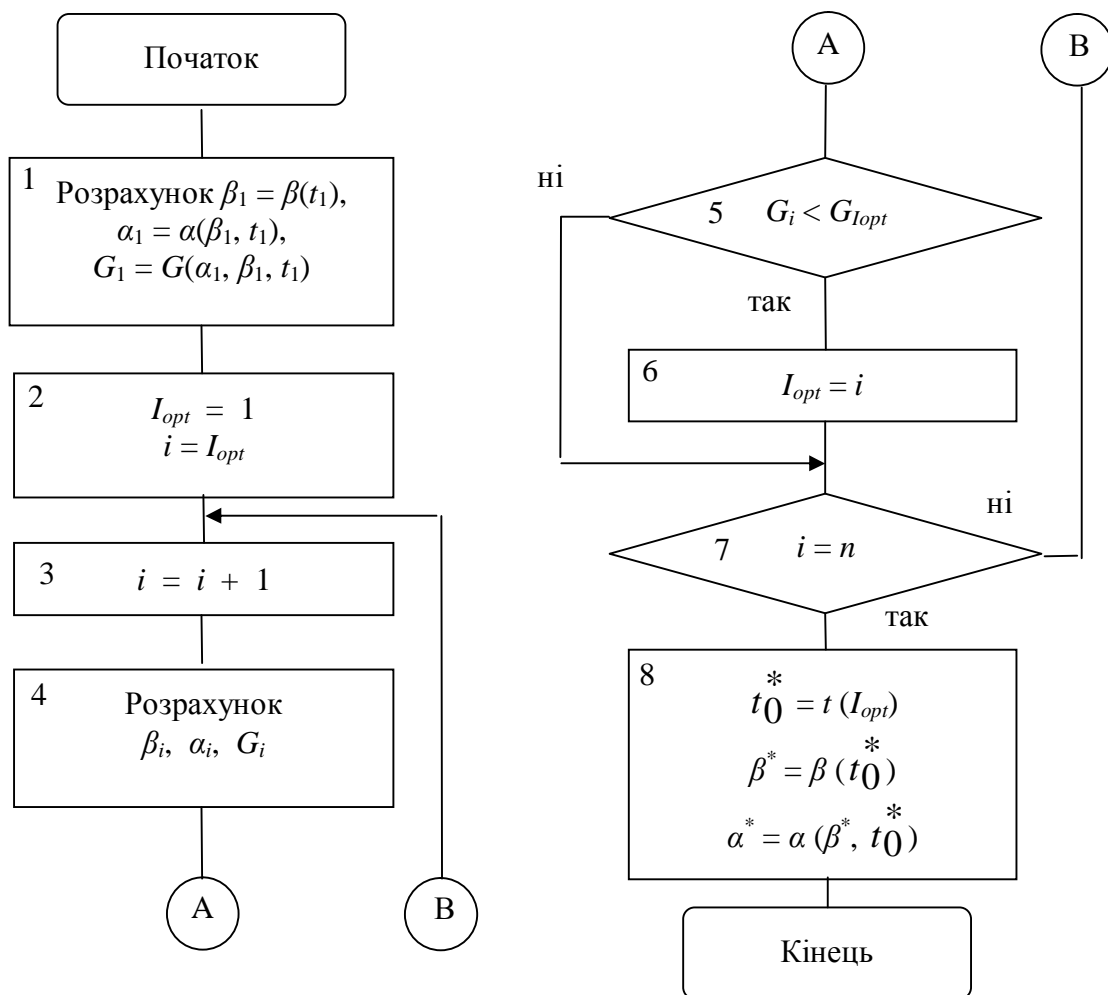


Рисунок 3.5 – Алгоритм визначення оптимальних параметрів попиту

Для визначення оптимальної кількості груп автомобілів складений і програмно реалізований алгоритм імітаційної моделі транспортного процесу (рис. 3.6).

Цільовою функцією, що визначає оптимальне число груп ng_{opt} , є мінімум загальної кількості автомобілів N_{all} у складі автопарку.

$$N_{all} (ng_{opt}) \rightarrow \min. \quad (3.9)$$

Оптимальне значення кількості груп автомобілів визначається шляхом перебору з наступним визначенням мінімального значення з елементів масиву $Nall(ngopt)$.

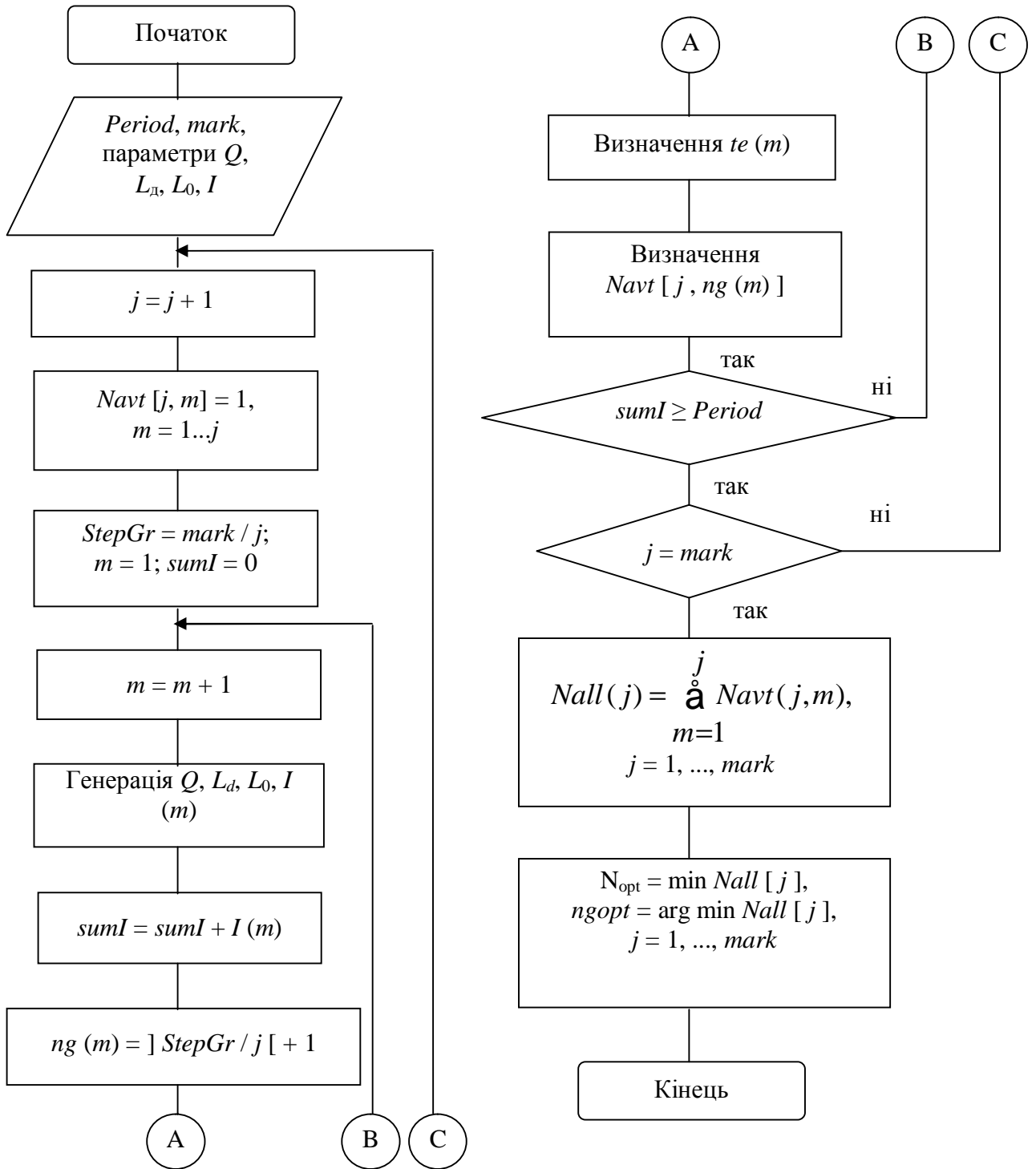


Рисунок 3.6 – Алгоритм імітаційної моделі транспортного процесу

Крок між групами $StepGr$ (що визначає відношення автомобіля з заданою вантажопідйомністю до конкретної групи) розраховується як відношення максимально можливого значення партії вантажу до поточної кількості груп автомобілів. Передбачається, що в кожній із груп не може бути менш одного автомобіля, тому елементам масиву $Navt (mark, mark)$ привласнюється значення 1. Таким чином, задається первісний варіант структури автопарку

$$A_{p.3.}^0 = \{a_1, a_2, \dots, a_j\}, a_1 = a_2 = \dots = a_j = 1. \quad (3.10)$$

При цьому вектор $A_{p.3.}^0$ відображається в елементах масиву $Navt$ – значення $Navt (j, 1), Navt (j, 2), \dots, Navt (j, mark)$.

Далі генеруються параметри разової заявки Q – обсяг вантажу, т, Ld – відстань доставки, км, і $I (m)$ – інтервал надходження заявки, год., де m – лічильник кількості заявок. Номер групи автомобілів $ng (m)$, до якої відноситься поточна заявка, визначаємо по формулі

$$ng(m) = \left\lceil \frac{Q}{StepGr} \right\rceil + 1. \quad (3.11)$$

Після цього визначається час $te (m)$, необхідний для виконання поточної заявки. За допомогою процедури $ToAdd (j, p)$ визначаємо необхідність збільшення кількості автомобілів у поточній групі $ng (m)$ на одиницю.

Досліджено ефективність використання вантажних автомобілів на базі ТСК „Краківець-2” Львівської області. Для даного підприємства отриманий наступний раціональний якісний склад парку вантажних автомобілів у виді множини (рис. 3.7).

Для зазначеного автотранспортного підприємства проведені дослідження параметрів потоку разових замовлень на перевезення вантажів.

Результати розрахунків параметрів випадкових величин – характеристик потоку заявок, приведені в табл. 3.2.

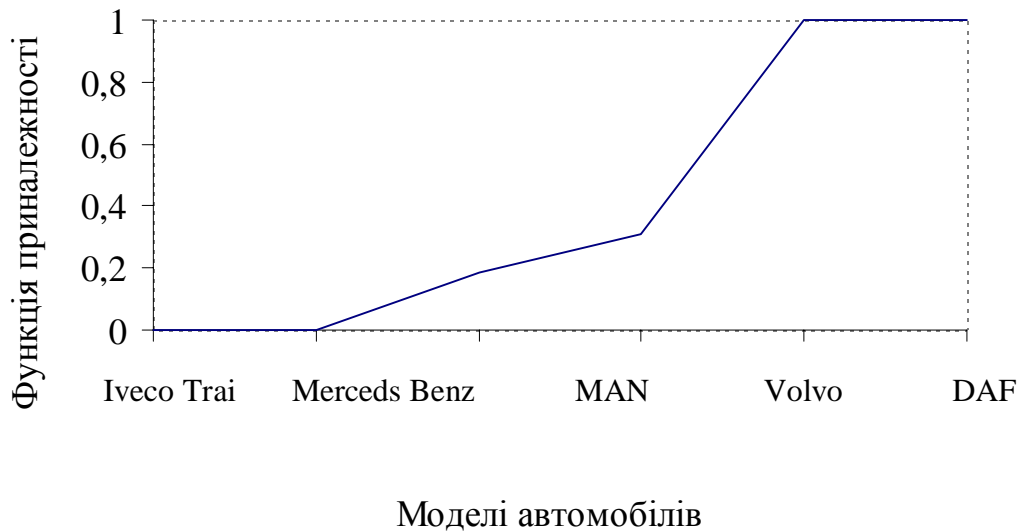


Рисунок 3.7 – Функція приналежності множини раціонального парку автомобілів

Таблиця 3.2 – Характеристики параметрів разових заявок

Параметр потоку	Закон розподілу	Параметр розташування	Параметр масштабу
Інтервал надходження заявки	показниковий	–	3,67
Обсяг вантажу	нормальний	13,42	2,84
Відстань доставки	рівномірний	4,62	43,75

Перевірка відповідності розподілів зазначеним гіпотезам проведена з використанням критерію χ^2 К. Пірсона.

Використовуючи приведений алгоритм імітаційної моделі транспортного процесу, аналогічно були розраховані регресійні моделі для визначення оптимальної кількості автомобілів у кожній із груп (табл. 3.3). Отримані моделі також адекватні, оскільки розрахункові значення критерію Фішера значно менше відповідних табличних.

По отриманих регресійних моделях проведений аналіз впливу параметрів потоку замовлень на раціональну структуру парку вантажних

автомобілів. Найбільший вплив на кількість груп має інтервал надходження заявки, оскільки в діапазоні зміни цього показника число груп варіюється з інтервалом в одиницю, тоді як для показників нульового пробігу і відстані доставки різниця складає до 0,5.

Таблиця 3.3 – Моделі для розрахунку потрібної кількості автомобілів

Кількість груп	Модель для визначення оптимальної кількості автомобілів	Критерій Фішера F_a	
		розрахунковий	табличний
1	$a_{11} = 7,49 - 0,65 \times b - 0,12 \times \sigma + 0,04 \times \mu - 0,07 \times a_0 + 0,02 \times b_0 - 0,26 \times a_\delta - 0,04 \times b_\delta$	2,03	3,84
2	$a_{21} = 3,69 - 0,42 \times b - 0,40 \times \mu + 0,13 \times a_0 + 0,05 \times b_0 + 0,21 \times a_\delta + 0,06 \times b_\delta$	3,49	3,84
	$a_{22} = 5,15 - 0,30 \times b - 0,09 \times \sigma + 0,39 \times \mu - 0,15 \times a_0 - 0,04 \times b_0 - 0,39 \times a_\delta - 0,02 \times b_\delta$	1,59	3,84
3	$a_{31} = 3,25 - 0,29 \times b - 0,06 \times \sigma - 0,32 \times \mu + 0,13 \times a_0 + 0,04 \times b_0 + 0,20 \times a_\delta + 0,04 \times b_\delta$	≈ 0	3,84
	$a_{32} = 6,29 - 0,47 \times b + 0,03 \times \sigma + 0,18 \times \mu - 0,17 \times a_0 - 0,02 \times b_0 - 0,34 \times a_\delta - 0,01 \times b_\delta$	≈ 0	3,84
	$a_{33} = 1,42 - 0,06 \times b - 0,02 \times \sigma + 0,16 \times \mu - 0,03 \times a_0 - 0,01 \times b_0 - 0,05 \times a_\delta - 0,004 \times b_\delta$	≈ 0	3,84

Збільшення середнього інтервалу надходження заявки приводить до зменшення потрібної кількості вантажних автомобілів у кожній із груп. Значний вплив на необхідну кількість автомобілів має середнє значення величини партії вантажу. Слід зазначити, що незначний вплив на структуру автопарку має середньоквадратичне відхилення величини партії вантажу і мінімальне значення нульового пробігу. Параметр величини інтервалу зміни сумарного нульового пробігу b_0 при незначному впливі на цільову функцію параметра a_0 характеризує максимальне значення нульового пробігу. Зі збільшенням даного показника зростає потрібна кількість автомобілів першої групи при усіх варіантах структури автопарку. Аналогічне зростання відстані доставки значно впливає на збільшення потрібної кількості автомобілів першої групи, при чому зменшується число автомобілів у другій і третій групах.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Умови праці на підприємстві

У статтях розділу “Охорона праці” Кодексу законів про працю сказано, що на кожному об'єкті, де працюють люди, повинні бути створені здорові і безпечні умови праці, що відповідають вимогам охорони праці. Усі будівлі й устаткування не повинні створювати погрози працюючим, а також негативно впливати на стан їхнього здоров'я чи самопочуття.

Власник або уповноважений ним орган зобов'язані приділяти увагу умовам праці працівника, полегшувати їх оздоровлювати навколишнє середовище і т.д. забезпечувати контроль за здоров'ям працівників зі шкідливими умовами праці, забезпечувати спецодягом і засобами захисту працюючих від шкідливого впливу речовин, використовуваних у процесі роботи. Стежити за дотриманням трудового законодавства, створювати умови для здійснення контролю за умовами праці, піклуватися про відпочинок працюючих.

Права громадян, у тому числі працівників, закріплені у відповідних нормативно-правових актах, може бути реалізовано тільки за умови, якщо в нормативному порядку будуть встановлені для цього необхідні гарантії.

Закон України "Про охорону праці" передбачає цілий ряд гарантій прав громадян на охорону праці як при укладенні трудового договору, так і під час роботи на підприємстві.

Чинне законодавство передбачає систему гарантій щодо охорони здоров'я працівників на виробництві. Згідно зі ст. 43 Конституції України кожен має право на належні, безпечні й здорові умови праці. Використання

праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється.

Основи законодавства України про охорону здоров'я розглядають охорону здоров'я як загальний обов'язок усіх підприємств, установ, організацій, посадових осіб та громадян, які зобов'язані забезпечити пріоритетність охорони здоров'я у власній діяльності (ст. 5 Основ). З метою забезпечення сприятливих для здоров'я умов праці, високого рівня працездатності встановлюються єдині санітарно-гігієнічні вимоги до організації виробничих процесів, пов'язаних з діяльністю людей. Власники і керівники підприємств, установ і організацій зобов'язані забезпечити виконання техніки безпеки, виробничої санітарії, інших вимог охорони праці, не допускати шкідливого впливу на здоров'я людей (ст. 28 Основ). При укладенні трудового договору громадянин повинен бути проінформований власником під розписку про умови праці на підприємстві, наявність на робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих чинників, про можливі наслідки їх впливу на здоров'я і про його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах. Забороняється укладення трудового договору з громадянином, якому згідно з медичним висновком протипоказана запропонована робота за станом здоров'я.

Однією з гарантій є й те, що згідно зі ст. 153 КЗпП працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для оточуючих його людей і навколишнього середовища. Факт наявності такої ситуації підтверджується фахівцями з охорони праці підприємства за участю представника профспілки й уповноваженого трудового колективу, а за період простою з цих причин не з вини працівника за ним зберігається середній заробіток.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо власник не виконує законодавство про охорону праці, умови колективного договору з цих питань. У цьому випадку працівникові

виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менш 3-місячного заробітку (ч. 3 ст. 38, ст. 44 КЗпП).

На час припинення експлуатації підприємства органом державного нагляду або службою охорони праці працівникам гарантується збереження місця роботи.

Працівникам, зайнятим на роботах з важкими і шкідливими умовами праці, надається право на додаткові пільги і компенсації. Вони безкоштовно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою соленою водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці в підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються у передбаченому законодавством порядку. Власник також може за свої кошти додатково встановлювати працівникам за колективним договором (угодою, трудовим договором) пільги і компенсації, не передбачені чинним законодавством.

Гарантійною нормою є й те, що на власника покладається обов'язок безкоштовної видачі працівникам спецодягу, інших засобів індивідуального захисту, змиваючих і знешкоджуючих засобів, а якщо працівник був вимушений придбати їх за власні кошти, — компенсувати йому витрати.

Серед гарантій прав громадян на охорону здоров'я під час праці особливо необхідно виділити обов'язок власника відшкодувати працівникові шкоду, заподіяну йому каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням трудових обов'язків. Охорона здоров'я робітників, забезпечення безпечних умов праці, попередження професійних захворювань і усунення виробничого травматизму складають постійну турботу держави.

4.2 Техніка безпеки працівників

Навчання й інструктажі працівників з питань охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці. Вони проводяться з учнями,

вихованцями і студентами навчально-виховних закладів, працівниками в процесі їхньої трудової діяльності.

Усі працівники, яких приймають на роботу і які в процесі роботи проходять на підприємстві навчання й інструктаж з питань охорони праці, вивчають правила надання першої і швидкої допомоги потерпілим від нещасного випадку, а також правила поведінки при виникненні аварії чи пожежі на підприємстві.

Відповідальність за керівництво роботою по охороні праці і техніку безпеки, проведення заходів щодо зниження і попередження виробничого травматизму і профзахворювань покладається на керівника підприємства.

Відповідальним за охорону праці, техніку безпеки і виробничу санітарію є інженер (старший інженер) по техніці безпеки, підлеглий головному інженеру підприємства.

Місцевий (заводський) профспілковий комітет контролює дотримання законодавства про працю, вимог охорони праці і виробничої санітарії, вирішує трудові спори. Для поліпшення роботи з охорони праці і техніку безпеки профспілкові комітети створюють на підприємствах комісії охорони праці і виділяють суспільних інспекторів по охороні праці.

Працівники, що виконують роботи підвищеної небезпеки, а також де є необхідність у професійному доборі, проходять попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці в термін, установлений відповідними галузевими нормативними актами, але не рідше одного разу в рік.

Допуск до роботи осіб до початку виконання своїх обов'язків періодично проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Навчання керівників підприємств і заснувань і їхніх заступників, що безпосередньо відповідають за організацію охорони праці на підприємстві чи в установі, проводиться в навчальних установах, що мають дозвіл Комітету з нагляду за охороною праці України на проведення такого навчання.

На підприємствах навчання з питань охорони праці організовує відділ охорони праці підприємства, залучає до цього працівників відділу охорони праці і фахівців, що пройшли навчання і перевірку знань у навчальних установах або установах Держнагляду по охороні праці.

Посадові особи і фахівці невеликих підприємств, де неможливо провести навчання і створити комісію по перевірці знань, проходять навчання у відповідних місцевих навчальних установах або у близьких до їх профілю виробництва підприємствах, а перевірку знань – комісіях при місцевих органах Держнагляду по охороні праці.

Інструктажі:

1. вступний (із усіма працівниками, що тільки що прийняті на роботу)
2. первинний (проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником).
- 3 вторинний (проводиться на робочому місці з усіма працівниками)
- 4 позаплановий (проводиться при введенні нових нормативних актів, при заміні технологічного процесу, при порушенні нормативних актів працівниками, по вимозі відповідного державного органу, при перерві в роботі виконавця більш ніж на 30 календарних днів і ін.)
- 5 Цільовий (при виконанні разових робіт, при ліквідації наслідків аварії і т.д., при виконанні робіт, що оформляються нарядом – допуском чи письмовим дозволом, у випадку екскурсії або організації масових заходів з учнями і вихованцями).

Робітники можуть бути допущені до роботи тільки після проходження інструктажу з техніки безпеки. Інструктаж проводиться по наступним видах:

вступний інструктаж при надходженні на роботу, інструктаж на робочому місці, повторний інструктаж. Вступний інструктаж проводить інженер по техніці безпеки в кабінеті (куточку) техніки безпеки, обладнаному наочними приладдями. Інструктаж на робочому місці проводить керівник виробничої ділянки, супроводжуючи його показом безпечних прийомів роботи.

4.3 Технічні і ергономічні вимоги до організації робочого місця працівника контейнерного майданчика на терміналі

Більше число ергономічних вимог до якості техніки, елементам устаткування і просторової організації виробничого середовища може зробити враження закінченості процесу оптимізації робочих місць. Однак існуючий досвід суперечить цьому твердженню. Навіть якщо взяти до уваги всі ергономічні рекомендації і безпосередньо реалізувати їх, то з цього не завжди може вийти зручне робоче місце. Тут як і в кожній іншій складовій робочого місця, варто прийняти багато вирішень, що впливають на естетичну якість робочого середовища. Зокрема необхідно:

- * визначити і реалізувати помірний ступінь упорядкованості елементів робочого середовища з урахуванням площі робочого місця і розмірів цих елементів;

- * установити раціональний розподіл світла і тіні;

- * визначити ступінь взаємного узгодження елементів робочого середовища за формою, кольором і матеріалом;

- * поліпшити естетичні параметри засобів праці за допомогою кольору й ін.

Облік цих вимог призведе до поліпшення композиційної цілісності робочого місця, збільшить його інформаційну виразність і т.д.

Організація робочого місця включає:

- облік психофізіологічної сумісності виконавця і засобів праці;
- аналіз антропометричних характеристик людини для вибору ергономічно-обґрунтованого робочого положення і робочих зон;
- раціональну компоновку контейнерного майданчика;
- облік факторів зовнішнього середовища, у тому числі соціально-психологічного її аспекту.

Виходячи з загальних принципів організації робочого місця, у нормативно-методичних документах сформульовані вимоги до конструкції робочого місця.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок прямих витрат

5.1.1 Витрати на матеріально-технічне постачання. Потреба у дизельному паливі:

$$P_L = \frac{H_{100\text{км}} \cdot L_{\text{заг}}}{100}, \text{ літрів} \quad (5.1)$$

де $H_{100\text{км}}$ – норма витрат палива на 100 км пробігу.

$$P_L = 30,0 \times 76682 / 100 = 53005 \text{ літрів.}$$

Надбавка до витрат палива на роботу в зимовий період:

$$P_3 = P_L \cdot H_{\text{нз}} \cdot M_3 / 12, \text{ л} \quad (5.2)$$

де M_3 - кількість зимових місяців; $H_{\text{нз}}$ - зимова надбавка в %.

$$P_3 = 53005 \times 0,01 \cdot 3 / 12 = 106 \text{ літрів.}$$

Внутрішньо-гаражні витрати палива:

$$P_{\text{ВГ}} = 0,005(P_e + P_3), \text{ л}, \quad (5.3)$$

$$P_{\text{ВГ}} = 0,005 \times (53005 + 0) + 106 = 266 \text{ л.}$$

Загальні витрати палива:

$$P_{\text{заг}} = P_L + P_3 + P_{\text{ВГ}} = 53005 + 106 + 266 = 53376 \text{ літрів}$$

Витрати коштів на паливо обчислюємо за формулою:

$$Z_n = \sum_i C_{n,i} \times Q_{n,i} \text{ тис. грн.} \quad (5.4)$$

де $C_{n,i}$ – ціна палива в i -й країні, грн.;

$Q_{n,i}$ – кількість палива, заправленого на маршрут в i -й країні, тис. л.

$$Z_n = 26688 \cdot 49,5 + 26688 \cdot 12,6 = 253537 + 229517 \approx 483,1 \text{ тис. грн.}$$

Витрати коштів на паливо за один рік становлять $Z_n = 483,1$ тис. грн.

Витрати моторної оливи:

$$Q_{mo} = \frac{n_{mo} \times Q_n}{100} = 0,0120 \times 53376 = 641 \text{ літри,} \quad (5.5)$$

де n_{mo} – норма витрат оливи на 100 л використаного палива.

Витрати коштів на оливу:

$$Z_{mo} = C_{mo} \times P_{mo} = 85,0 \times 641 = 54,4 \text{ тис. грн.} \quad (5.6)$$

Оскільки витрати на трансмісійну оливу та пластичні мастила є відносно незначними (менші 1 тис. грн. на рік) їх у калькуляцію не приводимо.

Загальні витрати на паливо-мастильні матеріали:

$$Z_{mm} = Z_n + Z_{mo} = 483,1 + 54,4 = 537,5 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на шини. Потреба в шинах за рік:

$$N_{ш} = \frac{N \times L_{заг} \times K_{ш}}{L_{ш}} = 16 \times 76682 \cdot 1,1 / 120000 = 26, \quad (5.7)$$

де N – кількість шин на автомобілі, без урахування запасного колеса, $L_{ш}$ – нормативний пробіг однієї шини, км; $K_{ш}$ - коефіцієнт, який враховує пробіг шин понад встановлену норму пробігу (приймається $1,03 \div 1,1$)

Витрати на придбання шин (крім шин, що є на нових автомобілях):

$$Z_{ш} = C_{ш} \cdot N_{ш} \cdot 1,05 = 1150,0 \cdot 26 \cdot 1,05 = 31,3 \text{ тис. грн.}, \quad (5.8)$$

де $C_{ш}$ – ціна однієї шини.

Витрати на відновлення і ремонт шин:

$$Z_{вш} = \frac{C_{ш} \cdot n \cdot \Phi \cdot L_{заг} \cdot N}{100 \cdot 1000}, \quad (5.9)$$

де $n\Phi$ – норма відрахувань на відновлення і ремонт шин на 1000 км пробігу, %.

$$Z_{вш} = 1150,0 \cdot 3 \cdot 176682 \cdot 6 / 10^8 = 42,3 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на матеріали для ТО і ПР:

$$Z_{м} = L_{заг} \cdot H_{м} \cdot K_1 \cdot K_2 / 1000, \text{ тис. грн.}, \quad (5.10)$$

де $H_{м}$ – норма витрат матеріалів для ТО і ПР на 1000 км пробігу, грн.

$$Z_{м} = 176682 \cdot 22,0 \cdot 1,1 \cdot 1,09 / 1000 = 4,7 \text{ тис. грн.},$$

Витрати на матеріально-технічне забезпечення в цілому:

$$Z_{мтп} = Z_{пмм} + Z_{ш} + Z_{вш} + Z_{зч}. \quad (5.11)$$

$$Z_{мтз} = 537,5 + 31,3 + 42,3 + 4,7 = 615,7 \text{ тис. грн.}$$

В тому числі ПДВ-кредит: $ПДВ_{к} = Z_{мтп} / 6 = 615,7 / 6 = 102,6 \text{ тис. грн.}$

5.1.2 Заробітна плата водіїв/ Заробітна плата водіїв при погодинній формі оплати праці:

$$ЗП_{г} = C_{г} \cdot A \Gamma_{роб} = 16 \cdot 4356 = 69696 \text{ грн.}, \quad (5.12)$$

де $C_{г}$ – годинна ставка водія, грн.

Основна заробітна плата водіїв: $ЗП_{осн} = 69696 \text{ грн.}$

Доплата за класність і стаж становить до 40% від основної заробітної плати: $ДП_{осн} = ЗП_{осн} \cdot 0,393 = 34848 \text{ грн.}$ Додаткова заробітна плата водіїв:

$$ЗП_{дод} = ЗП_{осн.} \cdot k_{дод.} = 69696 \cdot 0,22 = 6970 \text{ грн.} \quad (5.13)$$

Фонд заробітної плати водіїв:

$$\Phi_{зпв} = ЗП_{осн.} + ДП_{осн.} + ЗП_{дод.} = 69696 + 34848 + 6970 = 1115 \text{ тис. грн.}$$

Середньомісячна зарплата водіїв:

$$ЗП_{сеп}^в = \frac{\Phi_{зпв}}{12 \times N_в} = \frac{1115 \cdot 1000}{12 \times 4} = 23232 \text{ грн.} \quad (5.14)$$

Єдиний соціальний внесок

$$H_{нф} = 0,3688 \cdot \Phi_{зп} = 0,3688 \times 1115 = 423,8 \text{ тис. грн.}$$

5.1.3. Витрати на ремонт і ТО рухомого складу.

ТО і ремонт виконується власними силами. Тому в цій статті витрат враховується оплата праці ремонтників при погодинній формі оплати праці:

$$ЗП_{рем} = C_{рем} \cdot T_{заг}, \text{ грн.,} \quad (5.15)$$

де $C_{рем.}$ – годинна ставка ремонтника, грн.; $T_{заг}$ – загальна трудомісткість ТО і ремонту АТЗ.

$ЗП_{рем} = 10 \times 606 = 6,1$ тис. грн. Додаткова плата ремонтників:

$$ЗП_{дод} = ЗП_{рем} \times \frac{C_{від}}{C_{роб}} + 0,01 \cdot \frac{\ddot{o}}{\emptyset} = 1,5 \text{ тис. грн.} \quad (5.16)$$

Загалом фонд оплати ТО і ремонту: $\Phi_{зпр} = ЗП_{рем} + ЗП_{дод} = 6,1 + 1,5 = 7,6$ тис. грн.

5.2 Непрямі витрати

Амортизаційні відрахування. Залишкова вартість основних фондів, які використовуються на заданому маршруті, на перше число планового року:

$C_{\text{зал}}^{\text{pc}} = 1525$ тис. грн. Амортизаційні відрахування за 4 роки виконання перевезень:

$$A_{\text{нв}}^{\text{pc}} = \sum_{i=1}^k \frac{C_{\text{зал}}^{\text{pc}} \times 20\%}{k} = A_1^{\text{pc}} + A_2^{\text{pc}} + A_3^{\text{pc}} + A_4^{\text{pc}}, \quad \text{тис. грн. (5.21)}$$

де $i=1 \dots k$ – кількість звітних періодів (років).

$$A_{\text{нв}}^{\text{pc}} = 381,25 + 285,9 + 214,5 + 160,8 = 1042,5 \text{ тис. грн.}$$

Накладні витрати підприємства визначаємо як відсоток від прямих витрат за формулою:

$$\text{НВ} = (Z_{\text{МТП}} + \Phi_{\text{зп}} + H_{\text{зп}}) \times k_{\text{нв}}, \text{ тис. грн.} \quad (5.22)$$

де $k_{\text{нв}} = 0,25$ – коефіцієнт накладних витрат.

$$\text{НВ} = (615,7 + 111,5 + 42,38) \times 0,25 = 27,9 \text{ тис. грн.}$$

5.3 Фінансові результати

При перевезеннях на великі відстані застосовується договірний тариф від 0,7 до 1 Євро/км (чим більша відстань – тим дешевше). Валові надходження підприємства за перший рік впровадження розробок:

$$\text{ВН} = L_{\text{в}} > \text{Ц} \text{ тис. грн.}, \quad (5.23)$$

де $L_{\text{в}}$ - плановий пробіг з вантажем за рік, тис. км; Ц - тариф на 1 км пробігу АТЗ з вантажем, грн.

$$\text{ВН} = 175692 \times 1,5 = 2020,5 \text{ тис. грн.}$$

Валові витрати за перший рік:

$$\text{ВВ} = Z_{\text{пмм}} + \Phi_{\text{зп}} + \Sigma H_{\text{зп}} + C_{\text{орг.}} + \text{НВ}, \text{ тис. грн.} \quad (5.24)$$

$$ВВ = 615,7 + 111,5 + 42,38 + 64,0 + 27,9 = 971,5 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток підприємства до оподаткування:

$$П_n = ВН - ВВ + ПДВ_k - ПДВ_z, \text{ грн.} \quad (5.25)$$

де ПДВ_к – податковий кредит із сплати податку за додану вартість, тис. грн.;

ПДВ_з – зобов'язання по сплаті податку з доданої вартості, тис. грн.

$$П_n = 2020,5 - 971,5 + 102,6 - 336,7 = 772,5 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{Скоригований прибуток: } П_k = П_n - A_{pc}, \text{ тис. грн.} \quad (5.26)$$

$$\text{За перший рік: } П_k = 772,5 - 381,25 = 391,2 \text{ тис. грн.}$$

Податок на прибуток підприємства: $ПП = 0,25 \times П_k = 0,25 \times 391,2 = 97,8$ тис. грн. Чистий прибуток підприємства за перший рік: $П_1 = 674,7$ тис. грн.

5.4 Капіталовкладення

Капіталовкладення призначені для закупівлі контейнерів, засобів для їх зберігання, навантаження, обслуговування і на оновлення рухомого складу – автомобіля-тягача і напівпричеп-контейнеровоза. Дані розрахунків інвестицій подано в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Капітальні вкладення та джерела їх фінансування, тис. грн.

Видатки	Рік				Разом
	1-й	2-й	3-й	4-й	
	655,0	1058,0	481,5	607,0	2801,5
Основні засоби, в т. ч.	575	400	450	100	1525,0
автомобіль МАЗ-МАН	300	400	450	100	1250,0
напівпричеп	275				275,0
контейнери	22,5				22,5
Повернення кредиту		500,0	0,0	500,0	1000
Відсотки за кредитом		130,0	0,0	0,0	130,0
Оборотні засоби	57,5	28,0	31,5	7,0	124,0
Джерела фінансування	655,0	674,7	481,5	607,0	2418,2
Власні кошти (статутний капітал)	155,0	0,0	0,0	0,0	155,0
Кредит (залишок)	500	0,0	0,0	0,0	500,0
Нерозподілений прибуток		674,7	481,5	607,0	1763,2

Оскільки інвестиції здійснюються поступово (оплата за автомобіль і напівпричіп здійснюється на виплату, то остаточним терміном окупності будемо вважати кінцевий термін виплат за кредитами. Згідно з табл.5.1 термін окупності – 4 роки. Загальні інвестиції при цьому – 2,8 млн. грн.

Таблиця 5.2 – Порівняння собівартості

Статті витрат	Середні витрати на 1 км пробігу з вантажем грн.		Структура собівартості перевезень (%)	
	чинні	впровадження розробок	чинні	після впровадження розробок
1. Змінні	2,79	3,50	46,4%	61,0%
1.1. На паливо	2,00	2,75	33,4%	47,9%
1.2. Інші матеріали	0,11	0,31	1,8%	5,4%
1.3. Запасні частини	0,36	0,03	6,1%	0,5%
1.4. На ремонт шин	0,31	0,42	5,2%	7,3%
2. Постійні	1,94	0,96	32,4%	16,7%
2.1. Ремонт і ТО	0,75	0,0431	12,5%	0,751%
2.2. Накладні	0,07	0,16	1,2%	2,8%
2.3. Маркетингові	0,02	0,01	0,3%	0,2%
2.4. Інші	1,10	0,75	18,3%	13,0%
3. Умовно-постійні	1,27	1,28	21,2%	22,2%
3.1. Фонд зар.плати	0,42	0,63	7,0%	11,1%
3.2. Податки і збори	0,837	0,24	13,9%	4,2%
3.3. Дорожній збір	0,02	0,36	0,3%	6,3%
Разом постійні та умовно-постійні	3,22	2,24	53,6%	39,0%
Разом	6,00	5,74	100%	100%

ВИСНОВКИ

1. В результаті виконаного аналізу стану теми на підприємстві і у літературних джерелах зроблено такі висновки. Якщо на автотранспортному підприємстві недовикористовуються провізні можливості АТЗ, то потрібно розробити системні заходи з покращення використання рухомого складу. Це означає, що потрібно, в першу чергу, опрацювати структуру основних фондів – парку АТЗ

2. Розроблені залежності для визначення економічного ефекту від експлуатації парку з заданою структурою дозволяють оцінити збільшення прибутку в результаті раціоналізації структури парку вантажних автомобілів. Методика оцінки ризику використання автопарку дозволяє визначити ефективну стратегію поведінки підприємства на ринку вантажних автоперевезень.

3. У результаті впровадження даної розробки на ТОВ «Кормотех» могла б бути визначена оптимальна стратегія поведінки підприємства на ринку транспортних послуг, що дозволило мінімізувати ризики неотримання максимально можливого прибутку при обслуговуванні потоку заявок: відносний показник ризику був зменшений приблизно в 2 рази, а абсолютний показник збільшений у 5,5 разів.

4. Відповідно до запропонованої послідовності робіт з формування раціональної структури автопарку досліджена ефективність використання вантажних автомобілів. Отримані результати говорять про доцільність використання при перевезеннях заданих партій автомобілів найближчої більшої вантажопідйомності (дане положення використане в імітаційній

моделі транспортного процесу при виборі вантажопідйомності автомобіля для знову надійшла заявки).

5. Аналіз результатів експериментальних досліджень дозволив зробити наступні висновки. Оптимальна кількість груп автомобілів у структурі автопарку визначається середнім інтервалом надходження заявки, а також максимальними значеннями нульового пробігу і відстані доставки, при чому найбільш значимим показником є середній інтервал надходження заявки (зі збільшенням середнього інтервалу надходження заявки на 10% при середніх значеннях інших параметрів потоку оптимальна кількість груп автомобілів збільшується в середньому на 2,15%; при відповідному збільшенні максимального нульового пробігу кількість груп зростає на 0,77%, а при аналогічній зміні максимальної відстані доставки вантажу – на 1,47%). Найбільш значимим показником, що визначає потрібну кількість автомобілів, є середній інтервал надходження заявки і середня величина партії вантажу.

6. В роботі представлений новий підхід до формування структури парку вантажних автомобілів автотранспортних підприємств і оцінці ефективності використання автопарку. Використання запропонованих моделей дозволяє врахувати імовірнісний характер параметрів потоку заявок і елементів транспортного процесу. Отримані результати говорять про доцільність використання при перевезеннях заданих партій автомобілів найближчої більшої вантажопідйомності.

7. Залежність логістичних витрат від інтенсивності матеріальних потоків не є монотонною. В межах певних діапазонів значень виробничої програми переробного підприємства існує лише одна оптимальна ТТС, для якої транспортні, витрати від псування, а також сукупні ЛВ є найменшими.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.100403 "Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)". Київ: Видавничий Дім "Слово", 2010. 408 с.
2. Бекетов Ю. А., Наумов В. С. Выбор критерия сравнительной эффективности для определения рациональных моделей автомобилей. Автомоб. трансп.: Сб. науч. тр. Харків, 2004. Вып. 14. С. 70 – 73.
3. Бородіна О. А. Інтеграція логістики та маркетингу для формування інноваційного потенціалу економіки. Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Економічні науки. 2016. Вип. 31. Ч. 1. С. 77-84.
4. Вільковський Є.К., Оліскевич М. С. , Дорош В. М. Методика визначення необхідної кількості автотранспортних засобів на маятникових маршрутах. Вісник НТУ. 2006, №13, Ч.2., С.68-72.
5. Горяинов А.Н. Вопросы развития гибких логистических стратегий на автомобильном транспорте. Вестн. Харьк. гос. автомоб.-дор. техн. ун-та. Харків. 1999. Вып. 10. С. 58-60.
6. Гуторов О. І., Лебединська О. І., Прозорова Н. В. Логістика : навч. Посібник. Харків : Міськдрук, 2011. 322 с.
7. Воркут А. И., Калинин А. Г., Рудык А.С. Транспортное обслуживание торгово-оптовых баз. Київ. Техника, 1985. 112 с.
8. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. 2-е изд., перераб. и доп. Київ. Вища шк., 1986. 447с.

9. Воркут Т.А, Моделювання процесів і параметрів перевезень у взаємодіючих накопичувальних системах. Вісник північного наукового центру транспортної академії України. Випуск 6. 2003. С.92-93.
10. Герзель В.М., Марчук М.М., Фабрицький М.А., Рижий О.П. Організація автомобільних перевезень, дорожні умови та безпека руху: Навч. посіб. Нац. ун-т водн. гос-ва та природокорист. Рівне : [НУВГП], 2008. 199 с.
11. Доля В.К. Логістичні центри і їх вплив на технології вантажних перевезень / Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. №1, – 2011. – С.14-17.
12. Зінь Е.А. Управління автомобільним транспортом: Навч. посібник. Рівне: НУВГП, 2011. 326 с.
13. Заборська Н. К., Жуковська Л. Е. Основи логістики : навчальний посібник. Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2011. 216 с. URL: <https://cutt.ly/bxkyg9G>.
14. Логістика: Теорія та практика: Навч. посіб. / Кислий В.М., Біловодська О.А., Олефіренко О.М., Соляник О.М. К : Центр учбової літератури, 2010. 360 с.
15. Крикавський Є. В. Логістика. Основи теорії: Підручник. Львів: «Інтелект–Захід», 2004. 416 с.
16. Логістика : навчальний посібник / О.В. Безсмертна, О. О. Мороз, Т. М. Білоконь, І. В. Шварц. Вінниця : ВНТУ, 2018. 161 с. URL: <https://cutt.ly/axkyc0S>
17. Малюта Л. Я., Шерстюк Р. П. Курс лекцій з дисципліни «Логістика». Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, 2017. 139 с.
18. Нагорный Е.В., Наумов В.С., Столяр Т.В. Определение нестационарности спроса // Автомоб. трансп.: Сб. науч. тр. Харків. 2004. Вып. 15. С. 63 – 65.
19. Наумов В.С. Ефективність використання вантажних автомобілів з урахуванням партійності перевезень. Удоск. вантаж. і комерц. роботи на залізн. України: Зб. наук. праць. Укр. держ. акад. залізн. трансп. Харків., 2004. Вип. 62. С. 125 – 128.

20. Наумчук О.М., Формальчик Є.Ю. Технічні засоби управління на транспорті: Навчальний посібник. Рівне-Львів: НУВГП, 2014. 188 с.
21. Олісевич М.С. Класифікація логістичних операцій в транспортно-технологічних схемах. Вісник НТУ, ч.2. КНТУ, 2007. Вип. 15. С.144-148.
22. Олісевич М.С., Дорош В.М. Оптимізація логістичних витрат у транспортно-технологічній системі доставки продуктів харчування. Вісник Львівського Національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. Львів. нац. агроуніверситет, 2011. № 15. С. 32-39.
23. Олісевич М.С., Дорош В.М. Визначення необхідної кількості автотранспортних засобів у логістичній схемі збуту готової продукції. Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". Логістика. 2007, № 580. С.307-313.
24. Основи методології та організації наукових досліджень: Навч. посіб. для студентів, курсантів, аспірантів і ад'юнктів / за ред. А. С. Конверського. – Київ. Центр учбової літератури, 2010. 352 с.
25. Перебийніс В.І., Перебийніс О.В. Транспортно-логістичні системи підприємств: формування та функціонування: Монографія. Полтава: РВВ ПУСКУ, 2005. 207 с.
26. Шептура О.М. Підвищення ефективності автомобільних перевезень партійних вантажів при змінному попиті на перевезення: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.01; Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. Х., 2004. 18с.
27. Притула Н., Єлейко Я., Притула М. Нелінійні транспортні задачі на зважених графах. Вісник Львів. ун-ту. Сер. прикл. матем. та інформ. 2006. Вип. 11. С. 244-254.
28. Тараненко Ю. В. Сучасні концепції та технології реалізації логістичних процесів. Європейські перспективи. 2014. № 6. С. 36-43.
29. Тюріна Н. М. Гой І. В., Бабій І. В. Логістика. Навч. посіб. Київ: «Центр учбової літератури». 2015. 392 с.
30. Чухрай Н.І., Гірна О.М. Формування ланцюга поставок: питання теорії і практики. Львів: „Інтелект-Захід”, 2007. 237 с.