

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Навчально-науковий інститут

«Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту»

---

Кафедра Управління експлуатаційною роботою

«ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Андрій ОКороков

2022. \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ »

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеню «магістр»

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 275 «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація: 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Освітня програма: «Транспортні технології на автомобільному транспорті»

Тема: **ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ  
АВТОТРАНСПОРТОМ**

Theme: **RESEARCH ON THE ORGANIZATION OF FREIGHT  
TRANSPORTATION BY ROAD**

Керівник дипломної роботи	<u>доцент</u>	_____	<u>Наталія ЛОГВІНОВА</u>
Нормоконтролер	<u>доцент</u>	_____	<u>Ірина ЖУРАВЕЛЬ</u>
Студент групи	<u>УА2121</u>	_____	<u>Юлія ЛОГВИН</u>
Student			<u>Yuliia Lohvyn</u>

Дніпро  
2022

## РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська робота виконаний на тему «Дослідження організації вантажних перевезень автотранспортом» складається з 87 сторінки розрахунково-пояснювальної записки і містить 4 частини, ілюстрацій – 8, таблиць – 11, додатків – 2, літературних джерел – 52.

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

**Задачею дослідження** є: визначення ефективності використання вантажних автомобілів; розробка математичної моделі для розрахунку раціональної структури автопарку; аналіз впливу показників потоку заявок на перевезення на структуру автопарку; визначення економічної ефективності від експлуатації парку рухомого складу з розрахованою структурою.

**Об'єкт дослідження** – процес формування раціональної структури парку рухомого складу автотранспортного підприємства, призначеного для виконання замовлень на перевезення вантажів.

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

**Методи дослідження.** Для формалізації об'єкта дослідження використовується математична статистика. При визначенні якісного складу парку рухомого складу використовуються методи теорії множин. Для визначення залежності кількості груп автомобілів та кількості автомобілів у кожній із груп від параметрів законів розподілу характеристик потоку заявок на перевезення вантажів застосовується системний підхід. Залежність структури автопарку від параметрів законів розподілу характеристик потоку заявок встановлюється за допомогою методології регресійного аналізу.

Спеціальність – 275 «Транспортні технології (за видами)».

АВТОМОБІЛЬНИЙ ПАРК, СТАТИСТИКА ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ВИБІР ТИПУ РУХОМОГО СКЛАДУ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Український державний університет науки і технологій

Навчально-науковий інститут

«Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту»

Факультет Управління процесами  
перевезень

Кафедра «Управління експлуатаційною  
роботою»

Спеціалізація: 275.03 «Транспортні технології (на автотранспортному транспорті)»

Освітня програма: «Транспортні технології на автомобільному транспорті»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ А. М. Огороков

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

**ЗАВДАННЯ**

до дипломної магістерської роботи на здобуття ОС магістр  
(освітній ступінь)

студента групи УА2121  
(номер групи)

ЛОГВИН Юлії Ігорівни  
(ПІБ)

**1 Тема дипломної роботи** Дослідження організації вантажних перевезень  
автотранспортом

затверджена наказом по університету від «07» вересня 2022 р. № 808ст

**2 Термін подання студентом закінченого проекту** «15» грудня 2022 року

**3 Вихідні дані до дипломного проекту** Заявлені обсяги роботи автопідприємства з  
перевезення вантажів замовникам.

**4 Зміст пояснювальної записки** (перелік питань до розробки) див. далі

---

**5 Перелік креслень (демонстраційного матеріалу)** Актуальність роботи, Мета і  
задачі дослідження. Об'єкт, предмет та методи дослідження. Вплив сучасного парку  
вантажних автомобілів на ефективність перевізного процесу. Ознаки рухомого  
складу. Темпи зміни показників роботи автопарку України. Опис об'єкта  
дослідження. Структура парку вантажних автомобілів. Критерії ефективності  
застосування різних типів рухомого складу. Залежність прибутку від відстані  
доставки (партія 4,5 т). Залежність прибутку від відстані доставки (партія 3 т).  
Залежність прибутку від відстані доставки (партія 2 т). Області ефективного  
використання автомобілів. Функції приналежності для автомобіля КамАЗ-5320.  
Значення функції приналежності. Висновки.

## 6 Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу дипломного проекту (роботи)	Термін виконання	Обсяг розділу, %
1 Сучасний загальний стан структури автопарку	01.10.2022	30
2 Опис артерія та об'єкта дослідження	20.10.2022	20
3. Математична модель раціональної структури автопарку	05.11.2022	30
4 Результати теоретичних і експериментальних досліджень	25.11.2022	20

Дата видачі завдання: «09» вересня 2022 року

Керівник дипломної роботи

\_\_\_\_\_

Наталія ЛОГВІНОВА

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_

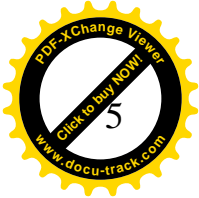
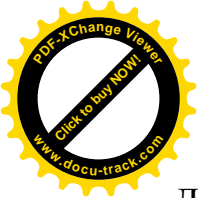
Юлія ЛОГВИН

## ЗМІСТ

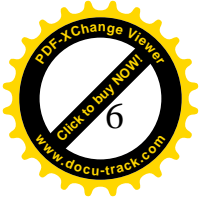
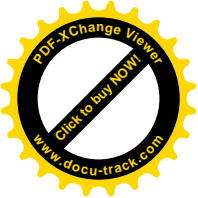
Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	7
1 СУЧАСНИЙ ЗАГАЛЬНИЙ СТАН СТРУКТУРИ АВТОПАРКУ.....	10
1.1 Склад сучасного парку вантажних автомобілів та його вплив на ефективність перевізного процесу.....	10
1.2 Аналіз існуючих методик розрахунку структури автопарку.....	14
1.3 Висновки по розділу 1.....	26
2 ОПИС КРИТЕРІЯ ТА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	26
2.1 Опис об'єкта дослідження.....	27
2.2 Вибір критерію ефективності використання вантажних автомобілів.....	29
2.3 Висновки по розділу 2.....	38
3. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ АВТОПАРКУ..	39
3.1 Прогнозування попиту перевезення вантажів.....	39
3.2 Формування якісного складу парку вантажних автомобілів.....	43
3.3 Визначення кількісного складу автопарку для перевезення планових обсягів вантажів.....	50
4 РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	56
4.1 Дослідження ефективності використання вантажних автомобілів.....	56
4.2 Визначення раціональної структури парку рухомого складу автотранспортного підприємства.....	61
4.3 Висновки по розділу 4.....	68
ВИСНОВКИ.....	69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	71

					0041.170268.MP.2022.000			
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Розрахунково-пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Логвин						
Керівник		Логвінова					4	87
Гол. конс.		Лонвінова				ДНУЗТ		
Зав. каф.		Огороков						
Н. контроль		Журавель						

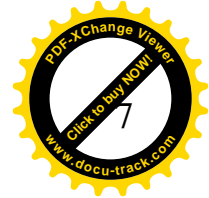
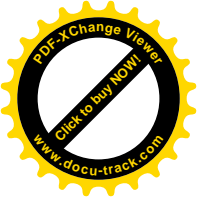


ДОДАТОК А. ПЕРЕЛІК МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ДО ДМР.....	76
ДОДАТОК Б. ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	87



## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

АТП – автотранспортное підприємство.



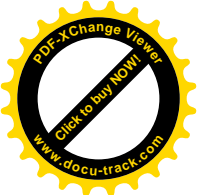
## ВСТУП

Транспортне обслуговування населення та організацій полягає в необхідності обліку безлічі випадкових факторів, серед яких коливання обсягів перевезень, швидкість руху автотранспортних засобів, час на навантажувально-розвантажувальні роботи тощо. Транспортне обслуговування має бути найбільш якісним, а прибуток автотранспортних підприємств - максимально можливим. Для вирішення зазначених задач необхідні нові, науково обгрунтовані підходи, спрямовані на реорганізацію виробничої структури для існуючих та формування ефективною і конкурентоспроможною структури для нових підприємств.

### **Актуальність теми.**

На початку 90-х років в українських автотранспортних підприємствах у зв'язку з економічною та політичною ситуацією на пострадянському просторі, виникла велика кількість проблем. Серед них старий, технічно несправний парк автомобілів, загальна непристосованість підприємства до самостійного існування, невміння персоналу працювати за нових умов ринкової економіки, катастрофічне падіння обсягів перевезень. Крім того, за останнє десятиліття з'явилася велика кількість приватних підприємств, які займаються наданням транспортних послуг населенню та організаціям.

Підвищення конкурентоспроможності підприємства та рентабельність його виробництва є основними задачами сучасних автотранспортних підприємств. Конкурентоспроможність залежить від таких факторів, як вартість послуг, якість обслуговування клієнтів та технологічні можливості підприємства. Парк рухомого складу автотранспортного підприємства є однією з основних складових, що визначають всі перелічені вище фактори. Так, вартість послуг залежить від експлуатаційних витрат, які залежать від технічних характеристик автомобілів. Якість обслуговування крім ефективності заходів організаційного характеру також визначається характеристиками рухомого складу (безпека вантажу при транспортуванні, зручність виконання навантажувально-розвантажувальних робіт тощо).



Технологічні можливості автотранспортного підприємства залежать від структури парку по вантажопідйомності. Рентабельність підприємства визначається його прибутком та витратами на виробництво продукції; у свою чергу прибуток залежить від тарифу, обсягу виконаних робіт та експлуатаційних витрат. Однак, в теперішній час не існує конкретних методичних і практичних розробок формування оптимального складу парку вантажних автомобілів для роботи в умовах ринкових відносин. Таким чином, особливо актуальними для сучасних АТП є дослідження, спрямовані на методичні та практичні питання формування структури автопарку.

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

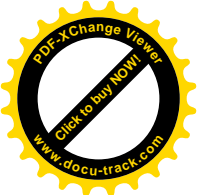
**Задачі дослідження.** Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити такі задачі:

- дослідити ефективність використання вантажних автомобілів;
- розробити математичну модель для розрахунку раціональної структури автопарку;
- проаналізувати вплив показників потоку разових заявок на структуру автопарку;
- визначити економічний ефект від експлуатації парку рухомого складу з врахованою структурою.

**Об'єкт дослідження** – процес формування раціональної структури парку рухомого складу автотранспортного підприємства, призначеного для виконання замовлень на перевезення вантажів.

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

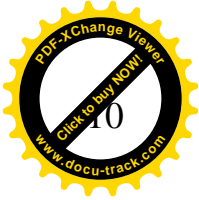
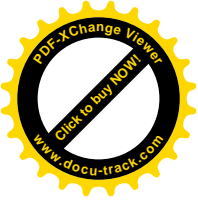
**Методи дослідження.** Для формалізації об'єкта дослідження використовуються математична статистика. При визначенні якісного складу парку рухомого складу використовуються методи теорії множин. Для визначення залежності кількості груп автомобілів та кількості автомобілів у кожній із груп від параметрів законів розподілу характеристик потоку заявок на перевезення вантажів застосову-



ється системний підхід. Для обґрунтування показового розподілу випадкової величини інтервалу надходження заявки (найбільш загальний випадок) використовуються положення теорії масового обслуговування. Залежність структури автопарку від параметрів законів розподілу характеристик потоку заявок встановлюється за допомогою методології регресійного аналізу.

### **Публікації.**

Логвин Ю.І. Організація перевезень вантажів автомобільним транспортом [Текст]/Ю. І. Логвин, Н. О. Логвінова // Економіко-правові та управлінсько-технологічні виміри сьогодення: молодіжний погляд: Тези Міжнародної науково-практичної конференції (Дніпро, 04 листопада 2022 р.) – Дніпро.: Університет митної справи та фінансів, 2022. с. **91 - 92**



# 1 СУЧАСНИЙ ЗАГАЛЬНИЙ СТАН СТРУКТУРИ АВТОПАРКУ

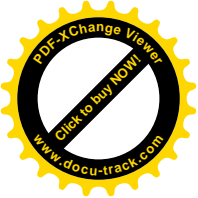
1.1 Склад сучасного парку вантажних автомобілів та його вплив на ефективність перевізного процесу

Специфіка транспортних послуг полягає в тому, що транспортну продукцію не можна накопичувати, складувати і зберігати наперед, оскільки вона споживається і реалізується тільки в процесі переміщення вантажів у реальному масштабі часу. Внаслідок цього близько 75 – 80 % всіх витрат і ресурсів практично обумовлюються структурою парку вантажних автомобілів, які використовуються [1]. У [2] наголошується, що ефективність роботи автомобільного транспорту залежить від питомого змісту рухомого складу в основних виробничих фондах автотранспортного підприємства, але в першу чергу – від структури парку рухомого складу.

Під парком рухомого складу розуміють рухомий склад (автомобілі, автомобілі-тягачі, причепа, напівпричепа) автотранспортного підприємства [3, 4]. У [5] наводиться ширше визначення: «Група транспортних засобів (автомобілів, причепів, напівпричепів), об'єднаних організаційно (автотранспортне підприємство, колони, загін) або тільки виконанням загального завдання, називається парком рухомого складу». В [6] наводиться визначення парку рухомого складу як сукупності транспортних засобів, призначених для виконання перевезень.

Парк рухомого складу доцільно розглядати як відокремлену систему. Це зумовлено такими факторами:

- наявність в окремих одиниць рухомого складу загальних властивостей та призначення;
- комплексний характер впливу парку на результати діяльності автотранспортних підприємств;
- неможливість у багатьох випадках розділити кінцеві результати діяльності автотранспорту за окремими одиницями рухомого складу, оскільки транспортний процес включає багато елементарних операцій, що виконуються групами автомобілів;
- необхідність аналізу та обліку загальних закономірностей розвитку та взаємного впливу процесів формування окремих груп рухомого складу.



Стан парку вантажних автомобілів доцільно описувати показниками, що характеризують його величину та структуру. Величину (розмір) парку визначають такі його узагальнені показники потужності, як загальна облікова кількість автомобілів, загальна вантажопідйомність автомобілів і т. д. Поряд із узагальненими показниками парку часто використовуються і середні показники його стану (середня вантажопідйомність, середній вік автомобіля тощо).

У роботі [6] структура парку визначається як співвідношення чисельності виділених за деякою ознакою груп рухомого складу, що виражається у частках одиниці або у відсотках.

Формуючим елементом парку рухомого складу є автотранспортний засіб. Основою виділення його різних моноструктур насамперед можуть бути такі характеристики рухомого складу, які зазвичай застосовуються при класифікації автомобілів.

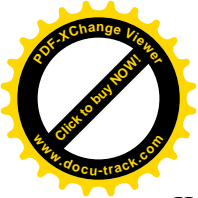
Загальна кількість класифікованих ознак рухомого складу може бути дуже велика. Так було в [7] зазначено понад 30 найпоширеніших ознак:

- функціональне призначення;
- рід споживаного палива;
- колісна формула;
- навантаження на вісь;
- конструктивна схема;
- вантажосумісність;
- повна маса та ін.

Специфіка проблеми, що розглядається в даній роботі, вимагає особливого розгляду наступних моноструктур автопарку, що характеризують його стан:

- структура парку з вантажопідйомності;
- структура парку за типом кузова.

За даними [8], в Україні в системі автомобільного транспорту загального користування використовується понад 92 тисячі вантажних автомобілів. З них 60 % автомобілів експлуатуються понад 10 років. Кількість вантажних автомобілів вантажопідйомністю 5 - 10 т становить 30 % від загальної кількості, що свідчить про



недостатньо ефективну структуру парку вантажних автомобілів. Також у [8] наводяться відомості про те, що внаслідок низького технічного стану та економічно не-ефективної структури вантажного парку надмірної кількості автомобілів по відношенню до сьогоднішніх потреб у вантажних перевезеннях у роботі використовуються в середньому по Україні лише 23 % наявних вантажних автомобілів.

У таблиці 1.1 наведено основні показники роботи автомобільного парку України за останні роки [9].

Таблиця 1.1 - Зміна показників роботи автомобільного парку

Показники	Роки					
	2010	2015	2017	2018	2019	2020
Середньодобовий пробіг, км	132	135	71	64	70	73
Коефіцієнт використання пробігу						
- по всьому парку	0,535	0,576	0,526	0,552	0,542	0,531
- з транспорту загального користування	0,63	0,491	0,47	0,46	0,493	0,483
Середня вантажопідйомність одного автомобіля, т						
- по всьому парку	4,75	4,63	4,58	4,52	4,47	4,49
- з транспорту загального користування	6,7	8,5	8,3	8,7	8,3	8,8
Середня маса вантажу, що перевозиться за рейс, т	8,88	7,35	4,37	4,68	5,2	5,3
Середня відстань перевезення, км						
- по всьому парку	25,1	26,4	26,3	22,6	21,6	23,6
- з транспорту загального користування	23	31	38	35	57	81

Аналізуючи дані, наведені у табл. 1.1, робимо висновок, що з 2010 року різко зменшився середньодобовий пробіг вантажних автомобілів, коефіцієнт використання пробігу, середня маса вантажу, що перевозиться за рейс. Дані показники характеризують організаційну сторону перевізного процесу. Розглядаючи темпи зміни показників середньодобового пробігу та середньої маси вантажу, що перевозиться, необхідно відзначити різке зменшення значень цих показників у період з 2015 по 2017 роки, але починаючи з 2017 року дані показники починають стабілізуватися.

зуватися, хоча й залишаються на сьогодні приблизно 2 рази менше за рівень 2010 року. Темпи зміни показників роботи автопарку України наведено на рисунку 1.1.

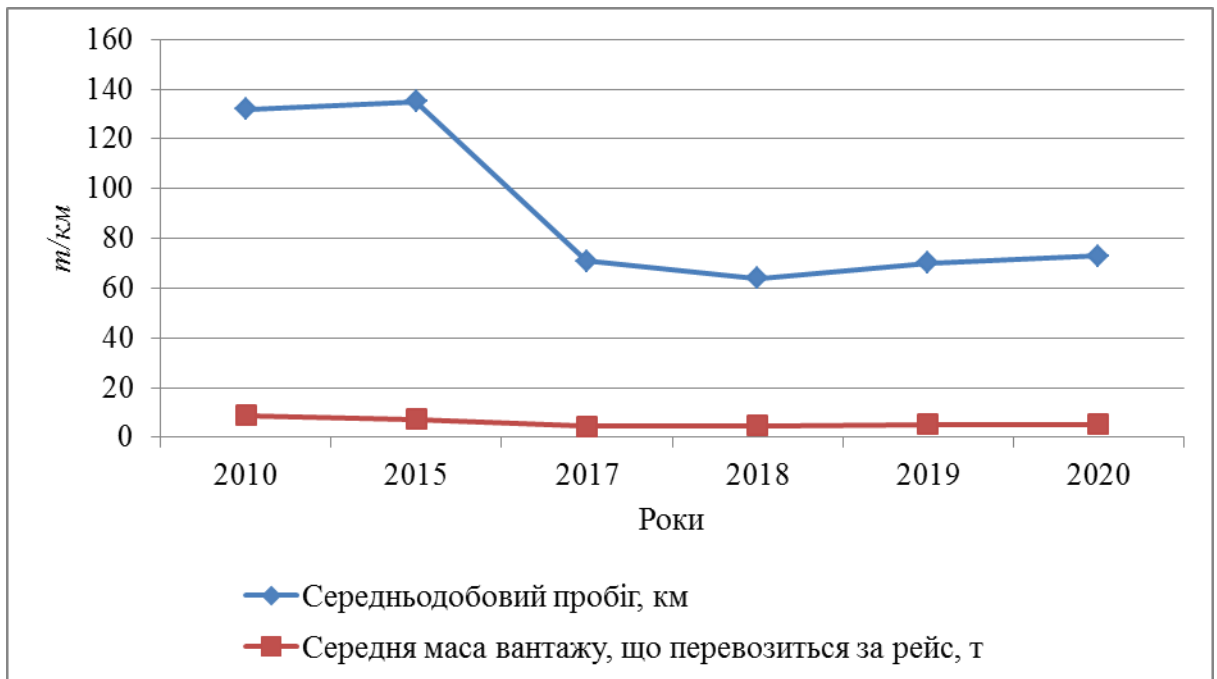
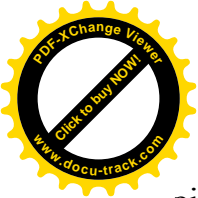


Рисунок 1.1 - Темпи зміни показників роботи автопарку України

Це пояснюється тим, що у структурі вітчизняних перевізників відбулися суттєві зміни: замість кількох десятків великих АТП з'явилися тисячі власників одного чи кількох автомобілів. У складному становищі виявились великі автогосподарства з кількістю автомобілів понад 100 одиниць. Значна частина цих підприємств збанкрутувала, що пов'язані з істотним зниженням обсягів перевезень і вантажообігу, керівництво інших підприємств змушене було різко скоротити кількість транспортних засобів. Реорганізація великих автотранспортних підприємств призвела до ліквідації виробничо-технічної бази, оскільки за числі автомобілів менше 50 придбання керівництвом транспортної фірми діагностичного та технологічного обладнання недоцільно [9].

Внаслідок загальної непристосованості підприємств до самостійного існування більшість українських АТП до кінця минулого десятиліття змушені були визнати себе банкрутами. Кількість справ, закінчених із затвердженням ліквідаційного балансу у 2016 році становила 1691, у 2018 році – 4107, у 2020 році – 4525. Втрати бюджету від збанкрутілих підприємств та організацій за 2020 рік у зв'язку



зі списанням їх боргів як безнад. До останнього часу в наукових дослідженнях щодо управління проблемою формування організаційних і виробничих структур сучасних фірм не приділялося достатньої уваги. Особливо актуальною є ця проблема на автомобільному транспорті, оскільки в умовах переходу АТП до ринкових відносин відсутні конкретні методичні рекомендації та вказівки щодо розробки обґрунтованої з наукового погляду стратегії ефективного розвитку автотранспортних фірм та підприємств.

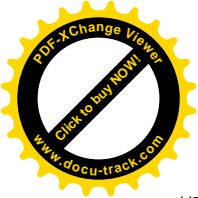
На автомобільному транспорті було проведено дослідження з визначення пріоритетних шляхів інтенсифікації використання рухомого складу [10]. Під час проведення розрахунків було визначено основні показники використання рухомого складу. Аналіз даних результатів свідчить про те, що приріст продуктивності рухомого складу автотранспорту України здійснюється за рахунок впливу наступних показників:

- техніка виробництва (удосконалення конструкції рухомого складу, раціоналізація структури автомобільного парку) – від 67,5 % до 83,2 %;
- технологія перевезень вантажів – від 12,8 % до 83,2 %;
- організація транспортного процесу - від 8,6 % до 11,5 %.

Таким чином, можна визначити, що найважливішим фактором, від якого ефективність роботи автотранспортної фірми, є структура парку рухомого складу.

## 1.2 Аналіз існуючих методик розрахунку структури автопарку

Завдання про необхідність розрахунку раціональної структури автопарку для вітчизняних підприємств вперше було поставлено у 1950-х роках минулого сторіччя. Так було в 1956 році В.А. Іларіоновим вперше було сформульовано і вирішено у методичному плані (за критерієм максимальної продуктивності) задачу раціонального розподілу автомобілів різного тоннажу залежно від заданих умов експлуатації [11]. У постановці задачі їм зокрема зазначалося, що «...якщо автогосподарство має велику кількість автомобілів, до того ж різних марок, і велика кількість маршрутів перевезень, то завдання стає нерозв'язним звичайними методами», і далі



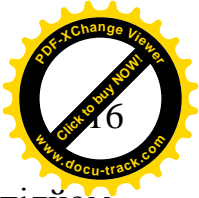
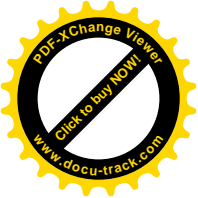
«між тим, актуальність цього питання настільки велика, що навіть його часткове рішення може принести велику користь».

В роботі [12] зазначено, що структура потрібного парку та її технічний стан різко позначається продуктивності одиниці рухомого складу і собівартості перевезень, і навіть робиться висновок, що «типаж і вантажопідйомність рухомого складу істотно впливає ефективність транспортного процесу».

Існуючі методики розрахунку раціональної структури парку рухомого складу можна розділити на дві основні групи, наведено в таблиці 1.2. Перша група - методи розрахунку з урахуванням стохастичних характеристик системи парку рухомого складу. Друга група - методи розрахунку без урахування ймовірнісних характеристик системи.

Таблиця 1.2 - Існуючі методики розрахунку структури автомобільного парку

Методика розрахунку структури автопарку	Автори методики	Короткий опис методики
З урахуванням стохастичних характеристик системи	Воркут А.И.	Структура парку визначається на підставі відомих характеристик випадкової величини партії вантажу за відомим рядом вантажопідйомностей автомобілів
	Панов С.А., Поляк А.М, Поносов Ю.К.	Запропоновано статистичну модель формування автопарку на підставі аналізу процесів надходження та виходу рухомого складу
Без урахування ймовірнісних характеристик системи	Бабушкин Г.Ф., Шопин А.Н., Тарасенко О.В., Юдин В.П.	Розрахунок потреби в нових автомобілях для поповнення парку у зв'язку зі зростанням обсягів перевезень і фізичним зносом автомобілів, що експлуатуються, за роками запланованого періоду
	Кулешов А.А.	Розрахунок структури парку кар'єрних автомобілів з урахуванням специфіки виробничого процесу
	Рабинович Я.Н.	Визначення потреби у рухомому складі виходячи з вантажопотоку
	Агапитов В.В.	Розрахунок структури парку автомобілів для перевезень у районах Крайньої Півночі з урахуванням кліматичних умов
	Новиков В.Е.	Розрахунок чисельності парку рухомого складу підприємств транспортно-експедиційного обслуговування населення з урахуванням віку рухомого складу



В роботі А.І. Воркут [5] вказується, що структура парку по вантажопідйомності повинна повніше відповідати розподілу вимог на перевезення вантажів партіями різного розміру і пропонує наступний метод розрахунку раціональної структури автопарку.

Нехай вантажопідйомності автомобілів задані поряд  $q_1, q_2, \dots, q_m$ . Крім того, відомий розподіл розмірів партій вантажів. Тоді ймовірність надходження партії вантажу, для перевезення якої необхідний автомобіль вантажопідйомністю, можна визначити за формулою

$$p_j = \begin{cases} (q\gamma)_j \\ \int f(x)dx, j=1 \\ 0 \\ (q\gamma)_j \\ \int f(x)dx, j > 1 \\ (q\gamma)_{j-1} \end{cases} \quad (1.1)$$

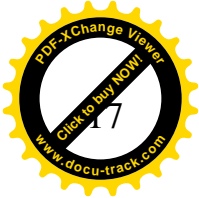
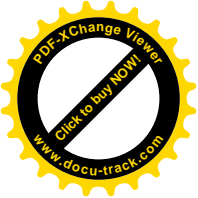
де  $f(x)$  - густина розподілу розмірів партій вантажів

$(q\gamma)_j$  - розмір  $j$ -ої партії вантажу.

Ймовірність надходження вимоги на постачання вантажу, для перевезення якого потрібен автомобіль вантажопідйомністю  $q_m$ , що здійснює перевезення партії за  $i$  їздок ( $i = 1, 2, \dots$ ):

$$p_j = \begin{cases} (q\gamma)_m \\ \int f(x)dx, j=1 \\ (q\gamma)_{m-1} \\ i(q\gamma)_j \\ \int f(x)dx, i > 1 \\ i-1q\gamma_m \end{cases} \quad (1.2)$$

Необхідна кількість автомобілів  $j$ -го типу ( $j=1, \dots, m-1$ ) для роботи на лінії пропонується визначати із співвідношення



$$A_{эj} = \frac{\overline{N_{cm}} \cdot P_j}{T_{hj}} \cdot \left( \frac{1_{eэj}}{V_{mj}} + t_{npj} \right) \quad (1.3)$$

яде  $\overline{N_{cm}}$  - середньодобова кількість вимог на перевезення вантажів

Необхідну кількість автомобілів вантажопідйомністю до розраховуємо за формулою

$$A_{эj} = \frac{\overline{N_{cm}}}{T_{hm}} \cdot \left( \frac{1_{eэm}}{V_{mm}} + t_{npm} \right) \cdot \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P_{m,i} \quad (1.4)$$

Загальна кількість автомобілів визначається за залежністю

$$A_{э} = \sum_{j=1}^m A_{эj} = \overline{N_{cm}} \sum_{j=1}^{m-1} \left[ \frac{P_j}{T_{hj}} \cdot \left( \frac{1_{eэj}}{V_{mj}} + t_{npj} \right) + \frac{1}{T_{hm}} \cdot \left( \frac{1_{eэm}}{V_{mm} \cdot \beta_m} + t_{npm} \right) \right] \cdot \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P_{m,i} \quad (1.5)$$

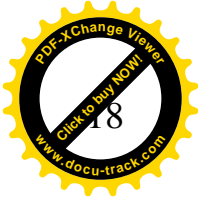
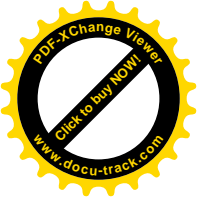
Таким чином, щоб визначити ймовірність вимог на перевезення автомобілями різної вантажопідйомності, достатньо встановити характер розподілу розмірів партій вантажів та середньодобове вироблення цих автомобілів.

Середній розмір залежної партії вантажу автор визначає за формулою

$$\bar{g} = \sum_{j=1}^{m-1} P_j \cdot (q\gamma)_j + (q\gamma)_m \cdot \sum_{i=1}^{\infty} i \cdot P_{m,i} \quad (1.6)$$

де  $(q\gamma)_j$  та  $(q\gamma)_m$  - можливі найбільші завантаження автомобілів, обумовлені місткістю кузова і характером вантажів, що перевозяться.

Середній розмір вантажу, що перевозиться за їзду, розраховується за виразом



$$\bar{g}_e = \sum_{j=1}^{m-1} P_j \cdot (q\gamma)_j + (q\gamma)_m \cdot \sum_{i=1}^{\infty} P_{m,i} \quad (1.7)$$

Середня вантажопідйомність автомобіля з розрахунку на одну їздку дорівнює відповідно

$$\bar{q}_e = \sum_{j=1}^{m-1} P_j \cdot q_j + q_m \cdot \sum_{i=1}^{\infty} P_{m,i} \quad (1.8)$$

Середнє значення статичного коефіцієнта використання вантажопідйомності парку автомобілів складе:

$$\bar{\gamma}_{cm} = \frac{\bar{g}_e}{\bar{q}_e} = \frac{\sum_{j=1}^{m-1} P_j \cdot (q\gamma)_j + (q\gamma)_m \cdot \sum_{i=1}^{\infty} P_{m,i}}{\sum_{j=1}^{m-1} P_j \cdot q_j + q_m \cdot \sum_{i=1}^{\infty} P_{m,i}} \quad (1.9)$$

Тоді кількість їздок за аналізований період можна розрахувати залежно

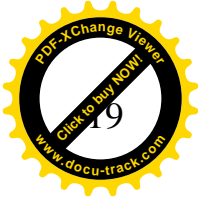
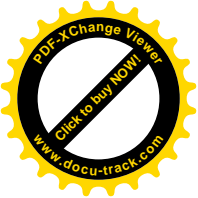
$$n_e = \frac{P}{\bar{q}_e \cdot \bar{\gamma}_{cm}} \quad (1.10)$$

де  $P$  – загальний обсяг перевезень, т.

Кількість їздок, виконане автомобілями  $j$ -го типу:

$$n_{ej} = p_j \cdot n_e, \quad j = 1, 2, \dots, m-1. \quad (1.11)$$

Кількість їздок, виконане автомобілями найбільшої вантажопідйомності:



$$n_{em} = n_e \cdot \sum_{i=1}^{\infty} P_{m,i} = n_e - \sum_{j=1}^{m-1} n_{ej} \quad (1.12)$$

Об'єм перевезень автомобілями вантажопідйомністю  $q_j$

$$P_j = n_{ej} \cdot (q\gamma)_j, \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (1.13)$$

Тоді необхідну (середньооблікова) кількість автомобілів вантажопідйомністю можна визначити за формулою

$$A_j = \frac{P_j}{D \cdot \alpha_i \cdot P_{\text{сут}j}} \quad (1.14)$$

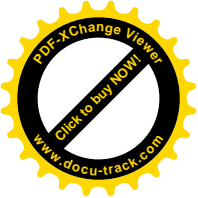
де  $P_{\text{сут}j}$  - середньодобовий виробіток, т:

$$P_{\text{сут}j} = \frac{V_{mj} \cdot \beta_j \cdot q_j \cdot \gamma_{\text{ст}j} \cdot T_{\text{н}j}}{1_{\text{е}j} + V_{mj} \cdot \beta_j \cdot t_{\text{н}pj}} \quad (1.15)$$

Основним недоліком розглянутої методики О.І. Воркута і те, що з розрахунку структури парку рухомого складу як випадкова приймається лише величина партії вантажу. Інші випадкові показники, що характеризують транспортний процес (такі як швидкість руху автомобіля, час на навантаження та розвантаження), приймаються як постійні. Внаслідок цього припущення розрахована за даною методикою структура автопарку може значно відрізнятись від раціональної.

У роботі [13] наголошується, що парк автомобілів для виконання планових перевезень зазвичай розраховується за формулою (дана формула у роботі [14] уточнюється за допомогою коефіцієнта нерівномірності перевезень):

$$A = \frac{Q}{D \cdot \Pi} \quad (1.16)$$



де  $Q$  - річний плановий обсяг перевезень,  $m$ ;

$D$  – число робочих днів автомобіля за рік;

$\Pi$  - денна вироблення (продуктивність) автомобіля,  $m$ .

Також наголошується, що в останній формулі не враховано такі важливі фактори, як динаміка обсягів перевезень за роками запланованого періоду, зміна числа робочих днів автомобіля за рік залежно від фізичного зношування, термін заміни (списання) автомобілів. Крім того, автори роботи вважають, що дана методика розрахунку не дає можливості визначити потребу в нових автомобілях для поповнення парку та пропонують методику розрахунку парку автомобілів, в якій враховано зазначені недоліки.

Потребу нових автомобілів для поповнення парку у зв'язку зі зростанням обсягів перевезень і фізичним зносом експлуатованих автомобілів за роками запланованого періоду запропоновано визначати за формулою

$$A_1^t = \frac{Q_t - \sum_{\tau=2}^{t^*} D_{\tau} \cdot A_{(\tau)}^t \cdot \Pi_{\tau}}{D_1 \cdot \Pi_1} \quad (1.17)$$

де  $A_1^t$  - кількість нових автомобілів (першого року служби), якими потрібно поповнити парк, що експлуатується, в  $t$ -му році запланованого періоду;

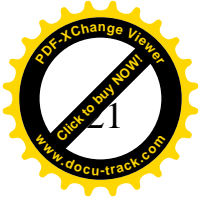
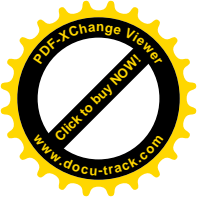
$Q_t$  - обсяг перевезень у  $t$ -му році, що визначається на підставі планових наміток або за формулами математичної статистики,  $m$  або  $ткм$ ;

$t^*$  - нормативний (економічно оптимальний) термін служби автомобіля;

$D_{\tau}$  та  $D_1$  - число робочих днів автомобілів відповідно на році служби і нових (на першому році служби);

$A_{(\tau)}^t$  - число автомобілів в  $t$ - ому році з терміном служби  $\tau$  років;

$\Pi_{\tau}$  та  $\Pi_1$  - денна вироботка (продуктивність) автомобіля відповідно на  $\tau$ -му році служби та нового (на першому році служби),  $m$  або  $ткм$ ;



$\sum_{\tau=2}^{t^*} D_{\tau} \cdot A_{(\tau)}^t \cdot \Pi_{\tau}$  - обсяг перевезень, який буде виконано на  $\tau$ -му році запланованого періоду автомобілями усіх термінів служби  $\tau$  за виключенням нових,  $m$  або  $m_{км}$ ;

$D_1 \cdot \Pi_1$  - обсяг перевезень, який освоює за один рік новий автомобіль,  $m$  або  $m_{км}$ .

Замінивши ставлення  $D_{\tau} / D_1$  коефіцієнтом зниження числа робочих днів автомобілів у році порівняно з першим роком  $a_{\tau}$ , а відношення  $\Pi_{\tau} / \Pi_1$  коефіцієнтом зниження добової продуктивності автомобіля  $\beta_{\tau}$  формулу (1.17) можливо записати у наступному вигляді

$$A_{(1)}^t = \frac{Q_t}{D_1 \cdot \Pi_1} - \sum_{\tau=2}^{t^*} D_{\tau} \cdot A_{(\tau)}^t \cdot \beta_{\tau} \quad (1.18)$$

Автори звертають увагу, що величину, розраховану за формулами (1.17) і (1.18), слід округлювати до найближчого цілого числа у бік.

У [14] дана методика доповнюється та рекомендується визначати структуру парку за віком за кожним роком планового періоду за допомогою динамічної моделі у вигляді таблиці. Ця модель імітує процес поповнення та виходу з експлуатації автопарку за роками планового періоду та дозволяє визначати по кожному році кількість автомобілів різних термінів служби та їх загальну кількість.

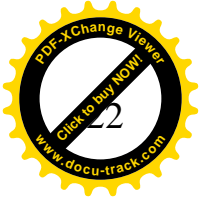
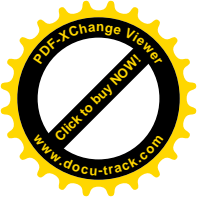
У роботі [15] наведено методику для розрахунку потреби у рухомому складі виходячи з вантажопотоку.

$$Q_{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{річ}} \cdot K_{\text{н}}}{D_{\text{роб}}} \quad (1.19)$$

де  $Q_{\text{річ}}$  - річний вантажопотік (обсяг перевезень),  $m$ ;

$D_{\text{роб}}$  - кількість робочих днів у році;

$K_{\text{н}}$  - коефіцієнт нерівномірності вантажного потоку,  $K_{\text{н}} = 1,1-1,2$ .



Тривалість рейсу  $t_z$  розраховується як сума

$$t_z = t_{\text{рус}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{оф}} + t_{\text{ппр}} \quad (1.20)$$

де  $t_{\text{рус}}$  - час руху автомобіля (автопоїзда) в обидва кінці (від постачальника до споживача і назад), год;

$t_{\text{пр}}$  - час простою автомобіля під навантаженням та розвантаженням, год;

$t_{\text{оф}}$  - час, необхідний оформлення документів прийом чи здачу вантажу, год;  
рекомендується приймати 0,083 год;

$t_{\text{ппр}}$  - тривалість простою автомобіля з перевірки в одному контрольно-пропускному пункті підприємства, год; рекомендується приймати 0,083 год.

Час руху автомобіля рекомендується визначати за формулою

$$t_{\text{рус}} = \frac{2 \cdot l_1}{V_{m1}} + \frac{2 \cdot l_2}{V_{m2}} + \frac{2 \cdot l_3}{V_{m3}} + \frac{2 \cdot l_4}{V_{m4}} \quad (1.21)$$

де  $l_1$  - відстань від постачальника до споживача заміської магістралі, км;

$l_2$  - відстань від постачальника до споживача територією міста, км;

$l_3$  - відстань від постачальника до споживача на території заводу, км;

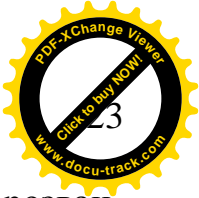
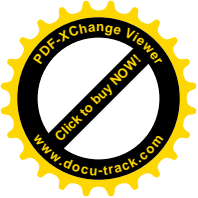
$l_4$  - відстань від постачальника до споживача територією цехів і складів, км;

$V_{m1}$  - технічна швидкість руху по заміській магістралі, км/год; залежить від типу покриття доріг;

$V_{m2}$  - технічна швидкість руху автомобіля (автопоїзда) територією міста, км/год;

$V_{m3}$  - технічна швидкість руху автомобіля (автопоїзда) територією заводу, км/год;

$V_{m4}$  - технічна швидкість руху автомобіля (автопоїзда) територією цеху чи складу, км/год/



Норми часу простою автомобілів (автопоїздів) під навантаженням та розвантаженням у даній методиці рекомендується приймати за одним із варіантів:

- 1) згідно з нормативами часу на вантажно-розвантажувальні та транспортні роботи у складах підприємств;
- 2) згідно з фотографіями робочого дня;
- 3) при доставці вантажів на причіпних візках, що буксируються автотягачами, у тих випадках, коли візки відчіплюються, замість норми часу на навантаження та розвантаження приймати час на причіплення та відчіплення візків в одному пункті  $t_{оп}=0,017 \text{ год}$ .

Кількість рейсів  $z$  за час перебування автомобіля (автопоїзда) у наряді рекомендується розраховувати за формулою

$$z = \frac{T_H \cdot k_0}{t_z} \quad (1.22)$$

де  $T_H$  - час перебування автомобіля в наряді, год;

$k_0$  - коефіцієнт використання автомобіля (автопоїзда) у часі; рекомендується  $k_0 = 0,80 - 0,95$ .

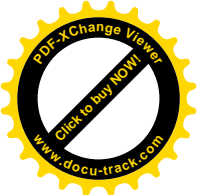
Тоді вироблення автомобіля за час знаходження в наряді  $Q$  становитиме:

$$Q = q \cdot z \quad (1.23)$$

де  $q$  - кількість вантажу, що фактично перевозиться автомобілем за один рейс,  $m$ , або інші натуральні одиниці.

Потрібна кількість автомобілів (автопоїздів) у машино-змінах на добу  $N_1$  визначається за залежністю:

$$N_1 = \frac{Q_{\text{доб}}}{Q} \quad (1.24)$$



А потрібна кількість справних (ходових) автомобілів за добу  $N$  складе

$$N = \frac{N_1}{n} \quad (1.25)$$

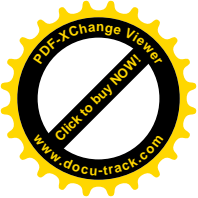
де  $n$  – кількість змін роботи автомобіля (автопоїзда).

Формула (1.25), що визначає потрібну кількість вантажних автомобілів (а значить, і структуру автопарку), є класичною залежністю щодо визначення потрібного числа автомобілів: фактично наводиться відношення обсягу роботи (вантажопотоку) до продуктивності вантажного автомобіля (вироблення). Для даної методики поняття вантажопотоку та добового обсягу перевезень є взаємозамінними. Основною особливістю наведеної методики є уточнення часових параметрів роботи автомобілів. Подібна деталізація не завжди є виправданою, тому що з одного боку підвищується трудомісткість розрахунків, а з іншого - швидкість руху (параметр, що визначає часові характеристики) є випадковою величиною, що призводить до суттєвих похибок у розрахунках.

Згідно з методикою, викладеною в [16], оптимізація структури автопарку передбачає вибір таких моделей транспортних засобів, які забезпечують мінімум наведених витрат, трудомісткості та витрати палива. Також зазначається, що ці основні, на думку автора, критерії мають бути доповнені такими локальними критеріями експлуатації транспортних засобів, як прохідність, регіональне виконання та навантаження на вісь. Автор пропонує розділити парк автомобілів на автомобілі звичайної, підвищеної та високої прохідності.

Існуючі методики розрахунку структури парку вантажних автомобілів мають низку недоліків:

- не враховується стохастичний характер величин партії вантажу (крім методики А. І. Воркута), відстані доставки та інтервалу надходження заявки на перевезення вантажу, і як наслідок – імовірнісний характер величин обсягу перевезень та сумарного пробігу транспортних засобів на запланований період;



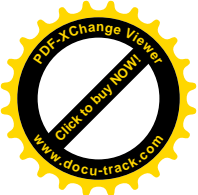
- більшість методик є приватними та застосовуються для розрахунку структури автопарку у конкретних випадках;

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

Основною ланкою у всіх методиках розрахунку оптимального складу автопарку є вибір найбільш ефективних моделей вантажних автомобілів, причому критерій порівняльної ефективності використання рухомого складу неоднозначний. У зв'язку з соціально-економічними змінами, що відбулися в Україні за останні тридцять років, та орієнтацією автотранспортних підприємств на роботу в умовах ринку доцільно визначити найбільш відповідний критерій вибору вантажних автомобілів.

Як зазначається у [5], автотранспортне підприємство може бути представлене як система масового обслуговування. При цьому заявки на перевезення вантажів є вхідним потоком вимог. Однак у зазначеній роботі виділяються лише такі характеристики заявок, як обсяг партії вантажу та інтервал надходження. Тим не менш, не менш важливими є такі характеристики заявки, як дислокація відправника та одержувача, що визначають нульовий пробіг та відстань доставки вантажів. У найбільш загальному випадку наведені характеристики потоку разових заявок є випадковими величинами, і саме вони визначають потрібний якісний та кількісний склад автопарку.

У зв'язку з імовірнісним характером параметрів потоку заявок на перевезення вантажів, експлуатація парку автомобілів, що має задану структуру, здійснюється в умовах комерційних ризиків (найважливіший - ризик неотримання прибутку). Врахування ризиків, що виникають при використанні автопарку конкретного якісного та кількісного складу, дозволяє усунути однозначність управлінського рішення та підвищити гнучкість керуючої системи, що збільшує конкурентоспроможність підприємства в цілому.



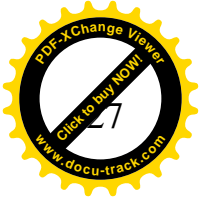
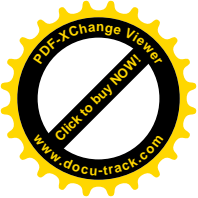
В умовах конкурентного ринку особливої значущості набуває оперативна обробка інформації для прийняття управлінського рішення, що досягається при використанні сучасної обчислювальної техніки та відповідного програмного забезпечення. Тому ефективність будь-якої методики формування структури автопарку суттєво підвищується, якщо ця методика програмно реалізована.

### 1.3 Висновки по розділу 1

1. Відповідно до проведених на автомобільному транспорті досліджень, найважливішим фактором, від якого залежить ефективність роботи автотранспортної фірми, є структура парку рухомого складу. Таким чином, під час управління сучасним автотранспортним підприємством насамперед необхідно проводити роботи з раціоналізації структури парку рухомого складу.

2. Існуючі методики розрахунку структури парку вантажних автомобілів мають низку недоліків. Крім того, в умовах конкурентного ринку необхідні нові підходи до формування структури автопарку, що дозволяють найповніше адаптувати систему парку рухомого складу щодо динаміки та кон'юнктури ринку автотранспортних перевезень.

3. Вирішення поставлених завдань дозволить усунути недоліки існуючих методик та отримати математичні моделі та практичні рекомендації для формування парку вантажних автомобілів, експлуатація якого призведе до найбільш повного задоволення потреб населення та організацій у перевезенні вантажів та дозволить отримати автотранспортним фірмам максимально можливий прибуток за мінімальних ризиків.



## 2 ОПИС КРИТЕРІЯ ТА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Опис об'єкта дослідження

Парк вантажних автомобілів сучасної автотранспортної фірми можна поділити за призначенням на дві групи: парк автомобілів для виконання договірних обсягів перевезень та парк автомобілів для виконання разових заявок на перевезення вантажів. Розрахунок раціональної структури парку в такому випадку буде проводитися для кожної групи окремо відповідно до призначення транспортних засобів.

Для опису парку рухомого складу автотранспортних підприємств використовуємо апарат теорії множин [17 - 19].

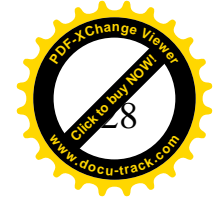
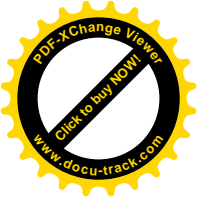
Згідно з Кантором, безліч є будь-яке зібрання певних і помітних між собою об'єктів нашої інтуїції чи інтелекту, мислиме як єдине ціле [17].

Нехай  $A$  – безліч існуючих (доступних) моделей транспортних засобів. Парк рухомого складу  $A_{АП}$  - кінцева множина, що включає підмножини  $A_{П}$  (парк автомобілів для виконання договірних обсягів перевезень) та  $A_{Р}$  (парк автомобілів для виконання разових заявок на перевезення вантажів).

У [19] наводиться таке визначення. Множина, яка складається з елементів деякої множини  $A$  так, що ці елементи можуть входити до складу цієї множини в будь-якій кількості екземплярів, називається мультимножиною множини  $A$  і позначається  $M(A)$ . Виходячи з цього визначення, можна сказати, що множини  $A_{АП}$ ,  $A_{П}$  і  $A_{Р}$  є мультимножинами множини  $A$ :

$$\begin{cases} A_{АП} = M(A), \\ A_{П} = M(A), \\ A_{Р} = M(A). \end{cases} \quad (2.1)$$

Крім того, безліч  $A_{АП}$  включає безліч  $A_{П}$  і  $A_{Р}$ . Відповідно до [17] об'єднання множин  $A$  і  $B$  є безліч всіх предметів, які є елементами множини  $A$  і  $B$ . Таким чином, об'єднання множин  $A_{П}$  і  $A_{Р}$  у свою чергу визначає безліч парку рухомого складу підприємства:



$$\begin{aligned} A_{АП} &= A_{П \cup П} A_P, \\ A_{П} &\subseteq A_{АП}, \quad A_P \subseteq A_{АП} \end{aligned} \tag{2.2}$$

Структуру множини  $A_{П}$  можна представити у вигляді матриці  $A_{пост}$ :

$$A_{пост} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{vmatrix} \tag{2.3}$$

де  $a_{ij}$  - кількість автомобілів  $j$ -ої моделі для перевезення вантажу  $i$ -му клієнту;

$n$  - кількість клієнтів;

$m$  - кількість моделей автомобілів.

У свою чергу структуру автопарку для виконання разових заявок на перевезення вантажів представимо у вигляді вектора  $A_{P.3.}$ :

$$A_{P.3.} = \{a_1, a_2, \dots, a_m\} \tag{2.4}$$

Таким чином, структуру парку рухомого складу сучасного автотранспортного підприємства можна представити таким чином, як показано на малюнку 2.1.

Основною метою функціонування сучасної фірми, автотранспортної зокрема, є отримання максимального прибутку [20]. Так було в [21] зазначається, що «... критерієм з метою оцінки будь-якого, зокрема і автотранспортного підприємства, є прибуток від його виробничої діяльності. За стабільних цін на транспортування вантажу розміри прибутку визначаються кількістю транспортної продукції та витратами, пов'язаними з виконанням робіт з виробництва цієї продукції». Слід зазначити, що кількість виконаної транспортної продукції визначається провізними можливостями парку вантажних автомобілів підприємства. Таким чином, мета функціонування сучасної автотранспортної фірми можна виразити так:

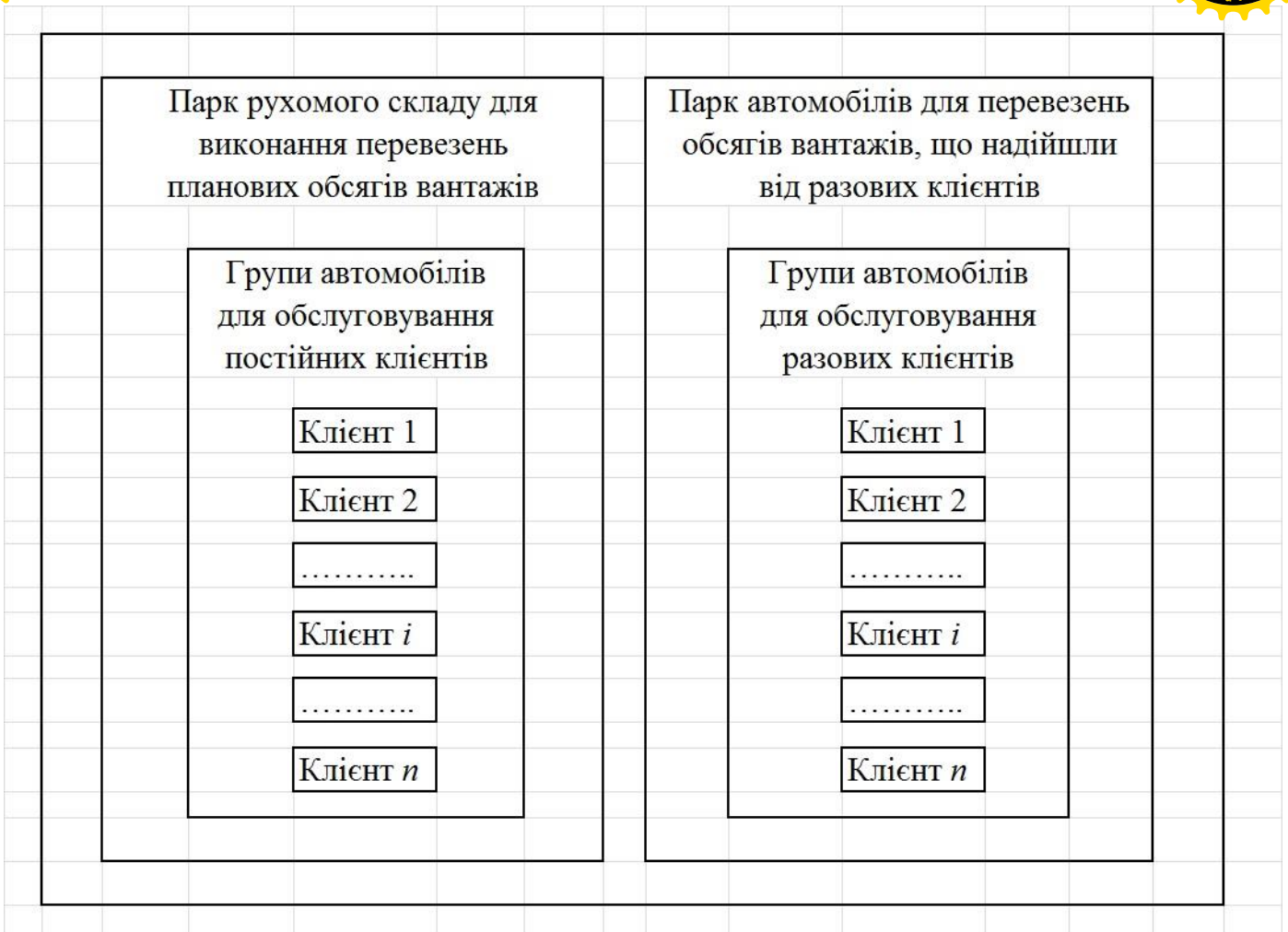


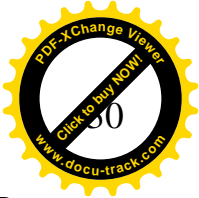
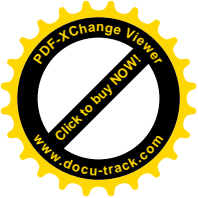
Рисунок 2.1 - Структура парку вантажних автомобілів

$$\Pi = f(A_{\text{пост}}, A_{\text{р.з.}}) \rightarrow \max \quad (2.5)$$

де  $\Pi$  – прибуток автотранспортного підприємства.

Основним завданням дослідження відповідно є визначення такої структури автопарку, перевезення вантажів із використанням якої принесе максимальний прибуток.

Але конкретне значення сумарної провізної спроможності підприємства може мати безліч варіантів структур автопарку. З них раціональною надалі вважатимемо таку структуру, яка найповніше забезпечить потреби населення та організацій у транспортуванні вантажів.

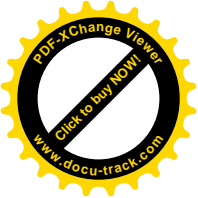


## 2.2 Вибір критерію ефективності використання вантажних автомобілів

Практично у кожній із розглянутих методик розрахунку раціональної структури автопарку міститься етап вибору оптимальної моделі автомобіля за заданим критерієм. Вибір критерію ефективності використання вантажного автомобіля є визначальним чинником для формування раціональної структури автопарку, оскільки застосування різних критеріїв призводить до різних результатів розрахунків структури автопарку. Так, в [22] згадується, що оптимальна за продуктивністю вантажопідйомність автомобіля завжди більша за вантажопідйомність, оптимальною за витратами на перевезення. Тобто при використанні як критерій ефективності використання рухомого складу продуктивності призведе до результату іншому, ніж з використанням як критерій витрат на перевезення.

Складність і багатогранність поняття ефективності укрив ускладнює вироблення єдиного показника його оцінки. Д.П. Велетнів ефективність використання автомобіля визначає як можливість здійснювати перевезення з найменшими матеріальними та трудовими витратами [23]. Х.Д. Квітко вважає, що для оцінки ефективності необхідна комплексна система показників, яка має відображати ступінь задоволення суспільних та особистих потреб, а також приріст продукції чи послуг на одиницю витрат із збереженням встановлених якісних характеристик [24].

У вивченні ефективності використання автотранспортних засобів чітко окреслилися два напрямки. Перший напрямок – аналіз ефективності використання автомобіля, що залежить тільки від особливостей конструкції. Метою даних досліджень є найбільш раціональне вдосконалення конструкцій автомобілів у напрямі спеціалізації та загального підвищення їх ефективності (Д.П. Великанов, В.А. Іларіонов та ін.). Автори цього напрямку вважають, що оцінка ефективності використання автомобілів лише за собівартістю перевезень, прийнята на автомобільному транспорті, є недостатньою, оскільки цей показник виражає величину витрат лише на здійснення транспортного процесу. «Щоб вибрати найбільш раціональний автомобіль чи автопоїзд для певного виду перевезень, необхідно оцінити ефективність його використання, що залежить лише від особливостей його конструкції, тобто. необхідна оцінка ефективності безпосередньо самого автомобіля чи автопоїзда» [23].



Для обчислення дійсних витрат за автомобільні перевезення вони пропонують враховувати всі витрати, пов'язані з переміщенням вантажу чи пасажирів від початкового до кінцевого пункту. Тобто пропонується включити в експлуатаційні витрати автотранспортного процесу дорожню складову та витрати на вантажно-розвантажувальні роботи. Крім того, витрати на паливо, запасні частини, відновлення зносу та ремонт шин прийматимуть без податку з обороту. Економічну ефективність порівнюваних варіантів визначати за мінімумом наведених витрат, що припадають на одиницю транспортної роботи, відповідно до методики, вперше запропонованої Д.П. Великоновим [23].

Згідно з зазначеною методикою для порівняльної ефективності автомобілів або автопоїздів як оціночний вимірник застосовуються наведені витрати на перевезення, що є сумою експлуатаційних витрат і річного ефекту використання капітальних вкладень, віднесених до одиниці транспортної роботи. Величину наведених витрат на перевезення  $Z_n$  слід визначати за формулою

$$Z_n = C_э + \frac{100 \cdot E_n \cdot (K - Ц_л)}{W} \quad (2.6)$$

де  $C_э$  - експлуатаційні витрати на перевезення, *грн/ткм*;

$E_n$  - галузевий нормативний коефіцієнт ефективності;

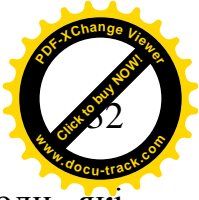
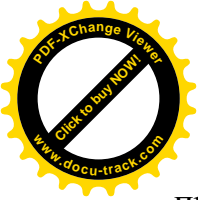
$K$  - капітальні вкладення, необхідні використання автомобіля чи автопоїзда, *грн.*;

$Ц_л$  - ліквідна вартість транспортного засобу, *грн.*;

$W$  - середньорічна продуктивність транспортного засобу, *ткм*.

Найбільш ефективним автомобілем або автопоїздом для конкретних умов буде той, у якого величина наведених витрат буде мінімальною.

Даний показник ефективності використання рухомого складу має низку недоліків. Так, галузевий нормативний коефіцієнт, що використовується при розрахунку наведених витрат, не може застосовуватись на сучасних підприємствах при



приведенні грошових потоків. Крім того, цей показник не враховує доходи, які отримуються при експлуатації рухомого складу.

Додатковими показниками для визначення ефективності використання транспортних засобів можуть бути:

- продуктивність автомобіля  $W$ , тобто. кількість транспортної роботи, виконаної в одиницю часу:

$$W = q_H \cdot \gamma \cdot L_{cc} \cdot D_p / \beta \quad (2.7)$$

де  $q_H$  - номінальна вантажопідйомність автомобіля,  $t$ ;

$L_{cc}$  - середньодобовий пробіг,  $км/добу$ ;

$D_p$  - кількість днів роботи на рік, дні.

- трудомісткість використання транспортних засобів, тобто кількість праці всіх категорій працівників, які припадають на одиницю транспортної продукції:

$$T = 100 \cdot (T_B + T_{пр} + T_{ТОиР} + T_{ay}) / W \quad (2.8)$$

де  $T_B$  - річна трудомісткість роботи водіїв,  $год$ ;

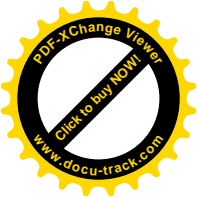
$T_{пр}$  - річна трудомісткість роботи на вантажно-розвантажувальних операціях,  $год$ ;

$T_{ТОиР}$  - річна трудомісткість роботи на технічне обслуговування та ремонт,  $год$ ;

$T_{ay}$  - річна трудомісткість роботи адміністративно-управлінського персоналу,  $год$ ;

- енергоємність перевезень, що оцінюється кількістю енергії, що витрачається на їх виконання:

$$E = 100 \cdot Q_m \cdot \lambda \cdot \rho / W \quad (2.9)$$



де  $Q_m$  - річна витрата палива, л;

$\lambda$  - теплотворна здатність палива, кДж/кг;

$\rho$  - щільність палива, кг/дм<sup>3</sup>;

- матеріаломісткість перевезень, оцінюється кількістю матеріалів, що витрачаються при їх виконанні:

$$M = \frac{1000 \cdot (Q_k - Q_e)}{W \cdot T_a \cdot \eta} \quad (2.10)$$

де  $Q_k$  - маса даного матеріалу конструкції автомобіля, кг;

$Q_e$  - маса матеріалів, що витрачаються в процесі експлуатації за амортизаційний термін служби автомобіля, кг;

$T_a$  - амортизаційний термін служби автомобіля, років;

$\eta$  - відношення маси деталей до маси заготовок.

У [25] наголошується, що практичне значення для оцінки ефективності транспортного засобу може мати визначення металоємності:

$$M = \frac{1000 \cdot (Q - Q_3 - Q_H + K_d \cdot Q_e)}{W \cdot T_a \cdot \eta} \quad (2.11)$$

де  $Q$  - маса автомобіля у спорядженому стані, кг;

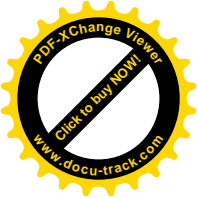
$Q_3$  - маса заправки, кг;

$Q_H$  - маса неметалевих частин, кг;

$K_d$  - коефіцієнт дорожніх умов;

$Q_e$  - маса агрегатів, запасних частин та металу, що витрачаються за термін служби автомобіля, кг.

Також Д.П. Великоновим пропонується оцінювати ефективність використання автомобіля по шиноємності:



$$M_{\text{ш}} = \frac{1000 \cdot n_{\text{ш}} \cdot Q_{\text{ш}}}{L_{\text{ш}} \cdot q \cdot \gamma \cdot \beta} \quad (2.12)$$

де  $n_{\text{ш}}$  - кількість шин на автомобілі без урахування запасних, *од.*;

$Q_{\text{ш}}$  - маса однієї шини в комплекті з камерою, *кг*;

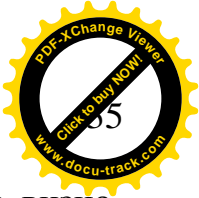
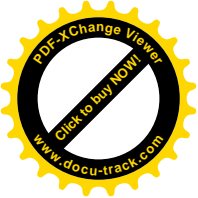
$L_{\text{ш}}$  - середній пробіг всіх шин до необхідності заміни кожної з них, *км*.

Другим напрямком у вивченні ефективності використання транспортних засобів є аналіз ефективності використання рухомого складу, що залежить від організації технічної експлуатації парку (раціональної організації технічного обслуговування та ремонту рухомого складу, будівель та обладнання), та організації перевізного процесу (кількості робочих днів у тижні, простою автомобілів з-за неправильної організації перевезень, тривалості роботи рухомого складу на лінії протягом доби, технічної швидкості руху, рівня механізації навантажувально-розвантажувальних робіт тощо). Як підсумкові показники оцінки ефективності використання рухомого складу прихильники цього напрямку приймають продуктивність і собівартість перевезень.

Після відповідних розрахунків із автомобілів різної вантажопідйомності вибирається той автомобіль, який забезпечує найменшу собівартість перевезень. «Незалежно від того, чи відбувається недовикористання вантажопідйомності через недостатню кількість вантажу, що транспортується, або внаслідок його малої об'ємної ваги, теоретично у всіх подібних випадках можна вибрати автомобіль такої вантажопідйомності, при якій собівартість перевезень буде найменшою» [26].

При виведенні останньої формули собівартості було прийнято такі припущення:

- змінні витрати на 1 *км* не залежать від використання вантажопідйомності;
- технічна швидкість і час на навантаження і розвантаження не змінюються в залежності від величини вантажопідйомності автомобіля і коефіцієнта використання вантажопідйомності.



При виборі вантажопідйомності автомобіля замість наближеного до визначення собівартості 1 *ткм* Говорущенко Н.Я. пропонує обмежитися досить точним визначенням питомої витрати палива  $g_m$  у *л/ткм* за формулою [27, 28].

$$g_m = 0,01 \left( \frac{H_0}{q \cdot \gamma \cdot \beta} + H_d \right) \quad (2.13)$$

де  $H_0$  – основна норма витрати палива, *л/100 км*;

$H_d$  - додаткова норма, *л /1000 ткм*.

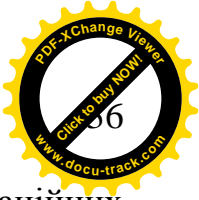
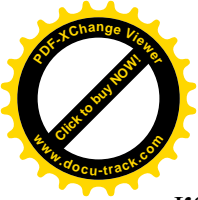
Вибір типу автомобіля за питомою витратою палива, на думку Н.Я. Говорущенко, цілком обгрунтований, оскільки, по-перше, витрати витрату палива становлять близько 30% всіх змінних витрат, крім амортизаційних відрахувань, а по-друге, характер зміни витрати палива залежно від вантажопідйомності автомобіля, приблизно таку ж, як та інших доданків змінних витрат. Тому він робить висновок, що «...можна з відомим наближенням прийняти що собівартість змінюється відповідно до зміни питомої витрати палива» [28].

Особливий інтерес становлять дослідження у сфері вивчення ефективності використання автомобілів, проведені Л.А. Бронштейном [29], який встановив, що для оцінки ефективності застосування різних типів рухомого складу в різних умовах експлуатації необхідно пов'язати експлуатаційно-технічні та транспортно-експлуатаційні якості автомобіля за двома основними параметрами:

- динамічність автомобіля, тобто. визначити, якою мірою можливості, закладені в конструкцію автомобіля, реалізуються в конкретних умовах експлуатації (дорожні умови, навантаження, відстань перевезень та ін.);

- економічність автомобіля, тобто. визначити залежність основних експлуатаційних витрат від навантаження, дорожніх умов, швидкості та режиму руху.

На підставі цих даних рекомендується оцінювати продуктивність даного типу автомобіля у різних дорожньо-транспортних умовах. Це дозволить підійти до визначення порівняльної експлуатаційно-економічної характеристики, що є графі-

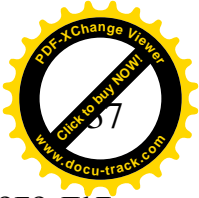
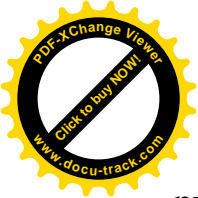


ком залежності експлуатаційно-економічного фактора від розміру експлуатаційних витрат і коефіцієнта завантаження автомобіля. Отже, економічна ефективність автомобіля розглядається Л.А. Бронштейном як комплексна проблема, що визначається системою показників, що є функцією експлуатаційно-технічних, транспортно-експлуатаційних та експлуатаційно-економічних якостей автомобіля, а також досконалості організації роботи рухомого складу.

Н.М. Васильєв пропонує оцінювати ефективність використання рухомого складу єдиним показником – економією суспільного часу [30]. Цей показник неспроможна виступати як оціночний умов роботи сучасних автотранспортних підприємств, оскільки відповідає цілям функціонування підприємств за умов ринкової економіки. Крім того, як зазначається у [30], на транспорті вагомою складовою економії суспільного часу є збільшення швидкості транспортування вантажів чи пасажирів. Тим часом з підвищенням швидкості руху транспортного засобу помітно зростають і витрати, зумовлюючи тим самим і відповідне подорожчання продукту, що з точки зору суспільних витрат не виправдано.

Оцінка ефективності використання рухомого складу за продуктивністю транспортних засобів та собівартості одиниці роботи має істотний недолік. Кожен із цих критеріїв оцінює свою специфічну сторону перевізного процесу абстраговано з іншого. Так, оцінюючи вироблення рухомого складу (одиниці вантажопідйомності, одиниці пасажиромісткості), зовсім не беруться до уваги витрати на виконану роботу. Оцінюючи собівартість одиниці роботи, упускається час, що витрачається виробництва одиниці, що розраховується. Тому ні при застосуванні цих показників окремо, ні при спільному їх використанні не можна зробити загальну оцінку ефективності застосування автомобілів.

Х.Д. Квітко пропонує як єдиний показник порівняльної ефективності використовувати прибуток, одержуваний автотранспортним підприємством за 1 годину роботи рухомого складу [24]. Цей показник поєднує у собі підсумкові показники використання автомобілів - продуктивність рухомого складу і собівартість одиниці роботи. Відповідно до цього показника підвищення ефективності використання



рухомого складу означає підвищення годинного прибутку автотранспортного підприємства від використання рухомого складу.

Для сучасного вантажного підприємства метою функціонування є отримання максимального прибутку. Тому найбільш відповідним показником для вибору оптимальної моделі автомобіля є прибуток, який отримує підприємство при використанні транспортного засобу в перевізному процесі.

Вибір оптимальної моделі автомобіля з низки альтернативних здійснюється перевізником для забезпечення доставки певної партії вантажу. Таким чином, найвигіднішою буде та модель транспортного засобу, при застосуванні якої перевезення заданої партії вантажу принесе максимальний прибуток. Тобто, показником порівняльної ефективності під час виборів раціональної моделі автомобіля для сучасного автотранспортного підприємства є питома прибуток - прибуток, одержуваний під час перевезення 1 *m* вантажу. Застосування як критерій порівняльної ефективності прибутку дозволяє врахувати традиційні критерії - продуктивність автомобіля та собівартість перевезень.

Прибуток, який отримає автотранспортне підприємство під час перевезення 1 тонни вантажу, можна розрахувати залежно [31]:

$$\Pi_{1T} = \frac{D_{\text{експл}} - Z_{\text{експл}}}{W_m} \quad (2.13)$$

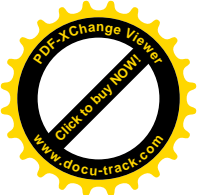
де  $\Pi_{1T}$  – прибуток від перевезення 1 *m* вантажу, грн./т;

$D_{\text{експл}}$  – дохід підприємства від перевезення партії вантажу, грн.;

$Z_{\text{експл}}$  – витрати підприємства на перевезення партії вантажу, грн.;

$W_m$  - продуктивність автомобіля, т.

При використанні як критерій порівняльної ефективності розміру прибутку від перевезення 1 тонни вантажу вибір оптимальної моделі автомобіля здійснюється за максимальним значенням критерію.

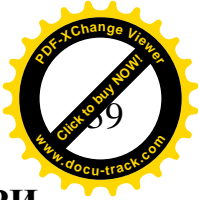
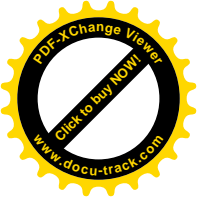


Як недолік використання даного критерію можна зазначити підвищену трудомісткість розрахунків, які потрібно проводити кожному конкретному випадку. Однак цей недолік усувається під час використання спеціального програмного забезпечення або довідкових матеріалів. Як приклад спеціальної довідкової літератури можна навести роботу [32]. У цьому довіднику питома прибуток визначається виходячи з тарифів і норм, які діяли початку 2000-х років, тобто. Застосування цих матеріалів в даний час може призвести до некоректних результатів.

### 2.3 Висновки по розділу 2

1. При розрахунку раціональної структури необхідно розділяти парк автомобілів обслуговування потоку разових заявок і парк до роботи з постійної клієнтурою. Структура парку для постійної клієнтури описується матрицею розмірністю  $n \times m$ , де  $n$  – кількість клієнтів,  $m$  – кількість моделей автомобілів, а елементи матриці – потрібна кількість автомобілів. Склад автопарку для обслуговування разових заявок описується вектором, кількість елементів якого - кількість груп автомобілів за вантажопідйомністю, а елементи - кількість вантажних автомобілів. При цьому існує оптимальний варіант описаних матриці та вектора, при якому прибуток автотранспортної фірми буде максимальним, а потреби клієнтури задоволені повністю.

2. Критерій ефективності використання вантажних автомобілів є фактором, що визначає якісний та кількісний склад автопарку. Найбільш відповідним цілям функціонування сучасного автотранспортного підприємства є критерій питомого прибутку, який отримується при експлуатації конкретної моделі автомобіля. Запропонована методика розрахунку питомого прибутку визначає отримані в результаті значення, а отже, і оптимальні моделі вантажних автомобілів.



### 3 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ АВТОПАРКУ

#### 3.1 Прогнозування попиту перевезення вантажів

В умовах ринкової економіки виробнича діяльність підприємства має регулюватися та плануватися відповідно до динаміки ринку. Одним із найважливіших напрямів в управлінні сучасною фірмою є прогнозування попиту на продукцію підприємства.

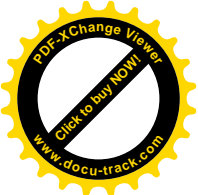
У [33] наведені такі прогностичні концепції, що використовуються під час прогнозування обсягів перевезень: балансовий метод, метод динамічних рядів, метод компонент, метод «входу - виходу».

Попит є випадковою величиною  $i$ , маючи вибірку, можна визначити прогнозне значення, якщо параметри закону розподілу випадкової величини є константами. Проте здебільшого динаміка ринку така, що випадковий процес попиту нестационарний. У разі необхідна оцінка параметрів нестационарного процесу попиту прийняття науково обгрунтованих управлінських рішень керівниками сучасних підприємств.

У роботі [34] запропоновано послідовність виявлення нестационарності попиту методом максимальної правдоподібності. Передбачається, що випадкова величина попиту розподілена за нормальним законом (у найбільш загальному випадку). Можливо ввести параметр що визначає асиметрію щільності розподілу, дозволяє цю методику застосовувати при ненормальних законах розподілу. Функція  $\psi(\theta)$  щільності розподілу попиту стаціонарний період має вигляд [35]:

$$\psi(\theta) = \frac{2 \cdot \exp \left\{ -\frac{(\theta - \theta_1)^2}{2 \cdot \theta_2^2} \cdot (1 + \theta_3 \cdot \text{sign}(\theta - \theta_1)) \right\}}{\theta_2 \cdot \sqrt{2 \cdot \pi} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \theta_3}} + \frac{1}{\sqrt{1 + \theta_3}} \right)} \quad (3.1)$$

де  $\theta_1$  – математичне очікування;



$\theta_2$  – дисперсія;

$\theta_3$  - параметр, що визначає асиметрію густини розподілу.

Використання у формулі (3.1) параметра, що визначає асиметрію щільності розподілу, дозволяє цю методику застосовувати при ненормальних законах розподілу.

Відповідно до [36] параметр, що визначає асиметрію щільності розподілу, можна розрахувати за залежністю:

$$\theta_3 = \frac{\sum(\theta_i - \bar{\theta})^3}{n \cdot \theta_2 \cdot \sqrt{\theta_2}} \quad (3.2)$$

де  $\bar{\theta}$  - середнє арифметичне значення;

$n$  - обсяг вибірки.

Виникнення ажіотажного попиту, починаючи з деякого моменту  $t_0$ , призведе до нестационарності цього процесу, що виявляється у тому, що параметри щільності розподілу стають функціями часу. Передбачається, що зміні, насамперед, піддаються математичне очікування та дисперсія попиту та вводяться значення математичного очікування та дисперсії як функцій часу (застосовується лінійна модель тренду):

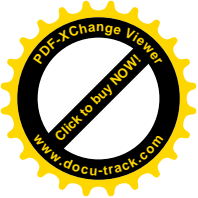
$$\theta_1(t) = \theta_{10} + \alpha \cdot (t - t_0) \quad (3.3)$$

$$\theta_2(t) = \theta_{20} + \beta \cdot (t - t_0) \quad (3.4)$$

$$t \geq t_0 \quad (3.5)$$

де  $\theta_{10}$  та  $\theta_{20}$  - стаціонарні значення математичного очікування та дисперсії відповідно;

$\alpha$  та  $\beta$  - параметри лінійної моделі.



Таким чином, завдання визначення нестационарності попиту зводиться до розрахунку параметрів  $\alpha$ ,  $\beta$  та  $t_0$ .

Методика оцінки невідомих параметрів тренду  $\alpha$ ,  $\beta$  та  $t_0$  відповідно до [37] наступна. Визначається оптимальне значення  $t_0$  із ряду:

$$t_0^* = t_{0j} = \arg G(\alpha^*(t_j), \beta^*(t_j), t_j) \quad (3.6)$$

де  $\alpha^*(t_j), \beta^*(t_j)$  - значення  $\alpha$  та  $\beta$  мінімізуючи  $G(\alpha, \beta, t_0)$ :

$$G(\alpha, \beta, t_0) = \sum_{j=1}^n \left\{ \begin{aligned} & \ln(\theta_{20} + \beta \cdot (t_j - t_0)) + \\ & \frac{[\theta(t_j) - (\theta_{10} + \alpha \cdot (t_j - t_0))]^2}{2 \cdot [(\theta_{10} + \alpha \cdot (t_j - t_0))]^2} \cdot \\ & \cdot [1 + \theta_3 \cdot \text{sign}(\theta(t_j) - (\theta_{10} + \alpha \cdot (t_j - t_0)))] \end{aligned} \right\} \quad (3.7)$$

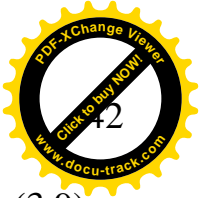
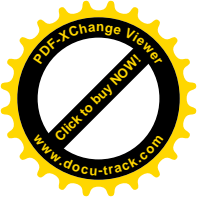
Згідно з методикою, оптимальне значення  $\beta$  визначається ітераційно, причому критерієм зупинки є нерівність:

$$[\beta_{k+1} - \beta_k]^2 + [\alpha(\beta_k) - \alpha(\beta_{k+1})]^2 < \varepsilon \quad (3.8)$$

де  $\varepsilon$  - припустима похибка обчислень.

При ітераційному переборі значень  $\beta$  слід звернути увагу, що квадрат кроку перебору ( $\beta_{k+1} - \beta_k$ ) повинен перевищувати значення припустимої помилки.

Оскільки параметри функції щільності розподілу випадкової величини попиту є функціями часу, то щільність розподілу при відомих значеннях параметрів нестационарного попиту є функцією двох змінних:



$$\psi = \psi(\theta, t) \tag{3.9}$$

На рисунку 3.1 наведено графік густини розподілу випадкової величини попиту як функції двох змінних, отриманий за результатами розрахунків за програмою Minitab.

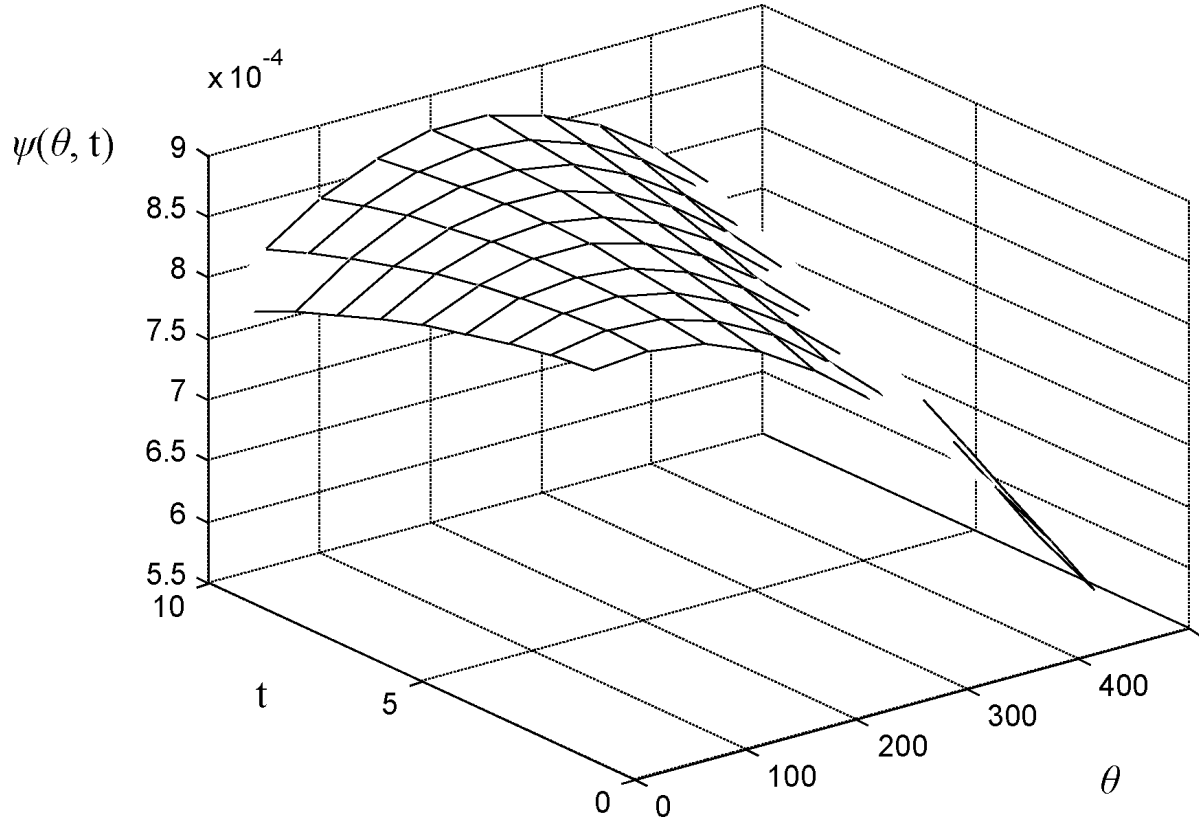


Рисунок 3.1 - Графік густини розподілу  $\psi(\theta, t)$

Прогнозну величину попиту  $\theta$  можна згенерувати відповідно [38, 39]:

$$\theta = N : \theta_1, \sqrt{\theta_2} = \theta_1 + \sqrt{\theta_2} \cdot \left( \sum_{i=1}^{12} (R : 0,1)_i - 6 \right) \tag{3.10}$$

де  $(R : 0,1)$  – рівномірно розподілена випадкова величина з параметрами  $0$  – початок інтервалу,  $1$  – довжина інтервалу;

$N : \theta_1, \sqrt{\theta_2}$  - нормально розподілена випадкова величина з параметрами  $\theta_1$  - математичне очікування,  $\sqrt{\theta_2}$  - середньо-квадратичне відхилення.

За результатами роботи програмного забезпечення Minitab можна отримати вибірку випадкової величини попиту на прогностний період.

На рисунку 3.2 представлено прогностну поверхню випадкової величини попиту, отриману за результатами роботи стандартної прикладної програми.

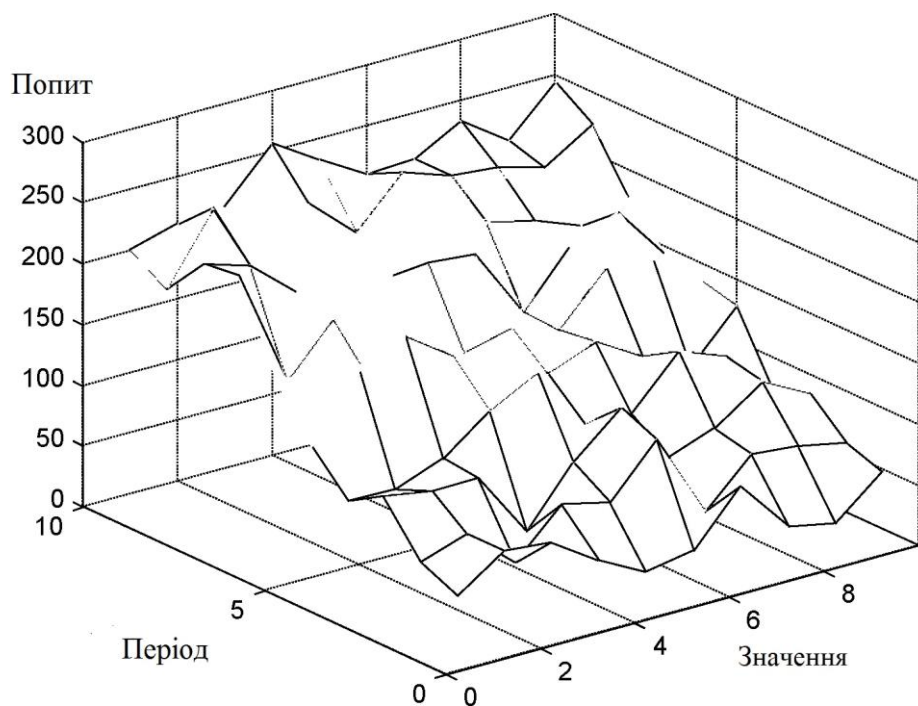
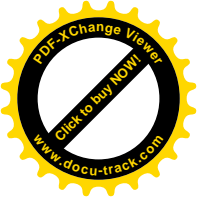


Рисунок 3.2 - Прогнозна поверхня випадкової величини попиту

Використана програма Minitab може бути використана з метою прогнозування попиту на підприємствах автотранспорту при оперативному плануванні. Крім того, функція програмного забезпечення, яка генерує вибірку на кожний період часу, дозволяє використовувати отримані дані під час імітаційного моделювання роботи підприємства.

### 3.2 Формування якісного складу парку вантажних автомобілів

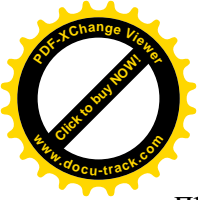
Структура парку визначається як співвідношення чисельності виділених за деякою ознакою груп автомобілів, причому класифікаційними ознаками є тип кузова та вантажопідйомність автомобілів. Однак експлуатація моделей автомобілів одного типу кузова та близької вантажопідйомності може призвести до різного значення прибутку підприємства. У зв'язку з цим необхідним є попередній розрахунок якісного складу парку рухомого складу.



У [40] вказується, що встановлена на підставі партійності перевезень вантажів модель транспортного засобу зрештою визначає рівень рентабельності вантажних перевезень. Розмір партії вантажу залежить насамперед потреб клієнтури. Крім того, оптимальна партія вантажу визначається рівнем організації роботи автомобілів на маршрутах та вартістю зберігання вантажу на складі.

Також у роботі [40] пропонується методика оцінки оптимальної партії вантажу окремо для маятникових і за аналогією – для кільцевих маршрутів. Виходячи з потреби клієнтури (терміновості доставки, режиму зберігання вантажу, режиму роботи підприємств, умов, зумовлених договорами тощо) встановлюється найбільш доцільна середня частота (інтервал) ввезення або вивезення вантажу. На підставі даних про середньодобову потребу у вантажі та середню частоту ввезення (вивезення) вантажу встановлюється оптимальна партійність перевезення (з обмеженням за гранично допустимою вантажопідйомністю транспортного засобу). Для кільцевих маршрутів партійність визначається двома параметрами: інтенсивністю споживання і частотою (інтервалом) для перших  $i$ -точок на маршруті. У роботі вказується, що невеликі партії вантажу доцільно укрупнювати. Однак часто на кільцевому (збірному, розвізному або збірно-розвізному) маршруті не вдається отримати точні дані щодо інтенсивності споживання та частоти завезення-вивезення. У цьому випадку найбільш доцільною укрупненою партійністю перевезення вантажів є значення праці середньогодинної інтенсивності споживання на загальний час, що витрачається на обслуговування клієнтури на маршруті.

У [41] оптимальний розмір партії поставки пропонується визначати виходячи з сумарної річної потреби у конкретному матеріалі (виді вантажу), вартості одиниці матеріалу, вартості реалізації замовлення (транспортно-заготівельних витрат за партію матеріалу) і річних витрат за зберігання одиниці матеріалу. Завдання полягає в тому, щоб визначити такий розмір партії поставки, при якому сумарні витрати на придбання матеріалів протягом року (що складаються з витрат на купівлю матеріалів та витрат на реалізацію замовлень), а також витрати на зберігання вантажу на складі будуть зведені до мінімуму. Розв'язання даного завдання отримало назву формули Вілсона [42, 43], і може використовуватися при наступних



припущеннях: витрати на виконання замовлення, ціна продукції, що поставляється, і витрати на зберігання одиниці продукції протягом аналізованого періоду постійні, період між поставками постійний, замовлення виконується повністю і миттєво, інтенсивність попиту постійна і ємність складу необмежена.

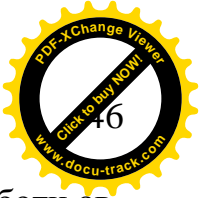
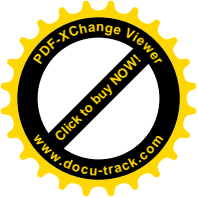
У роботі [26] також вказується необхідність обліку величини партії відправки при виборі найбільш ефективної моделі автомобіля; відзначимо, що в даній роботі як показники оцінки ефективності роботи вантажного автомобіля використовуються собівартість 1 *ткм* транспортної роботи та продуктивність рухомого складу. Зокрема, Лейдерманом С.Р. зазначається, що «...вибір автомобіля не завжди може базуватися на його продуктивності, тому що у автомобіля великої вантажопідйомності за наявності повного його використання продуктивність завжди буде більшою, але не завжди при неповному використанні вантажопідйомності автомобіля собівартість 1 *ткм* буде меншою».

Аналогічно слід враховувати величину партії відправки вантажу при виборі автомобіля за критерієм прибутку. Для цього необхідно порівнювати критерій ефективності альтернативних моделей автомобілів при конкретних значеннях партії вантажу. Для визначення та порівняльної оцінки моделей вантажних автомобілів, застосування яких для доставки вантажу ефективно, використовуємо поняття областей ефективного використання автомобілів [44].

Під областю ефективного використання вантажного автомобіля розумітимемо 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  $[\xi_1, \xi_2]$  для показника  $\Xi$  представимо наступним чином:

$$\Xi \in [\xi_1, \xi_2], \quad \Pi_{1T}(\forall \Xi) \geq 0 \quad (3.11)$$



Як  $\Xi$  може виступати будь-який техніко-експлуатаційний показник роботи автомобіля (відстань доставки, час на простій під вантажно-розвантажувальними операціями, швидкість руху автомобіля тощо). Найбільш суттєвим показником, що характеризує транспортний процес та його вартісні показники, є відстань доставки [44].

Розглянемо області ефективного використання деяких моделей бортових автомобілів на відстані доставки вантажу  $l_d$  з урахуванням партійності перевезень. Партія вантажу може мати значення від мінімально допустимої величини партії (або такої мінімальної кількості вантажу, перевезення якого вантажними автомобілями раціональна) до значення вантажопідйомності автомобіля.

Візьмемо такі бортові автомобілі: КамАЗ-5320, КамАЗ-4310, ЗІЛ-4331, ГАЗ-5312, ТаЕга 111К, МАЗ-53362. Розглянемо партії вантажу 2 т, 3 т і 4,5 т (максимальне значення партії вантажу визначається мінімальною з низки вантажопідйомностей). Проведемо розрахунок прибутку для інтервалу відстані доставки [10; 50] км з обліку оплати роботи транспортних засобів за кілометровим тарифом, використовуючи наведену вище методологію, і покажемо залежності прибутку від відстані доставки, що наведено на рисунку 3.3 - 3.5.

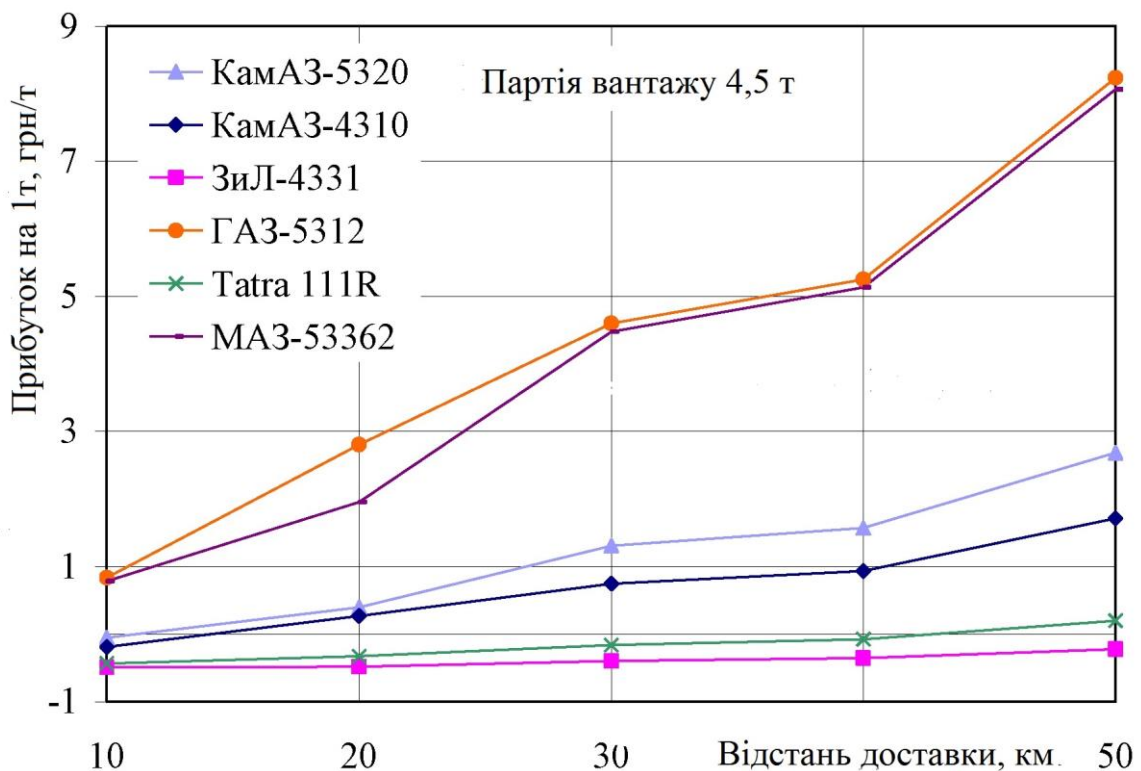


Рисунок 3.3 - Залежність прибутку від відстані доставки (партія 4,5 т)

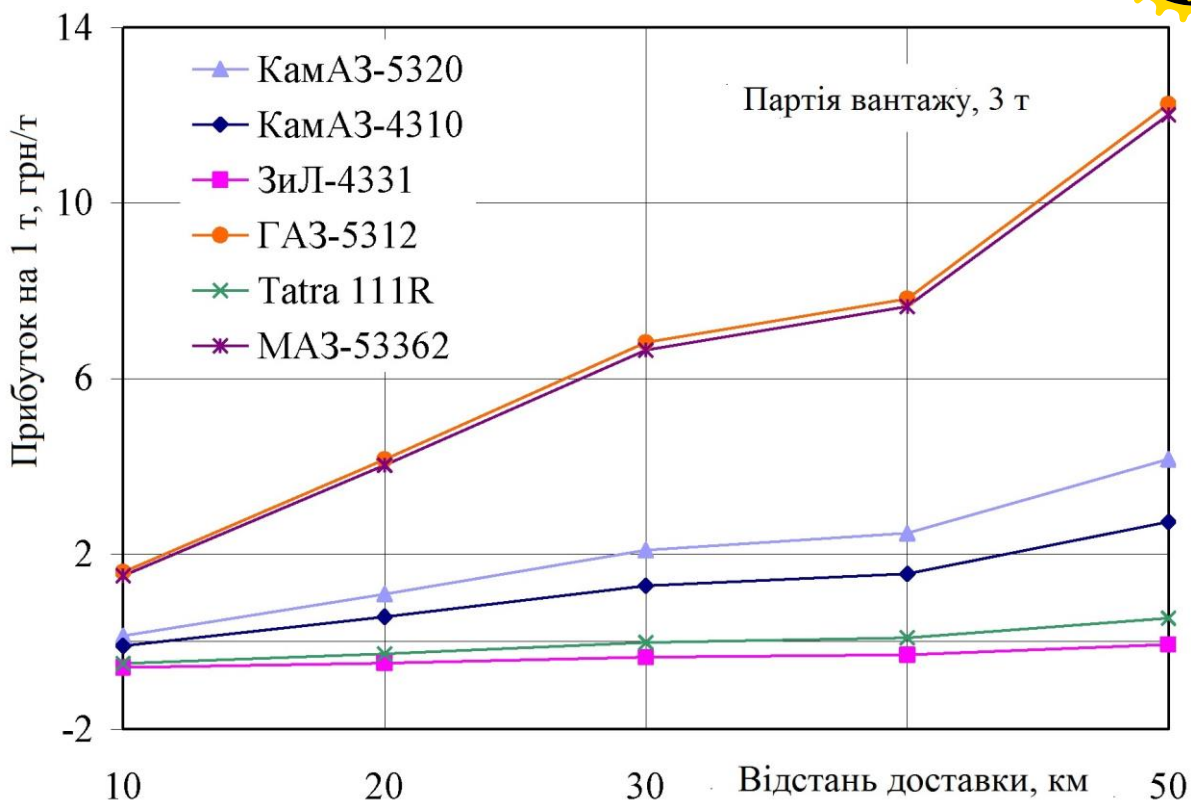
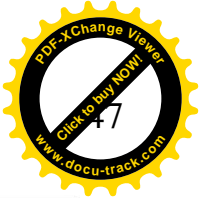
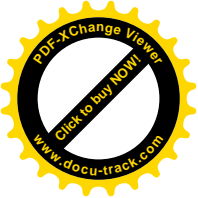


Рисунок 3.4 - Залежність прибутку від відстані доставки (партія 3 т)

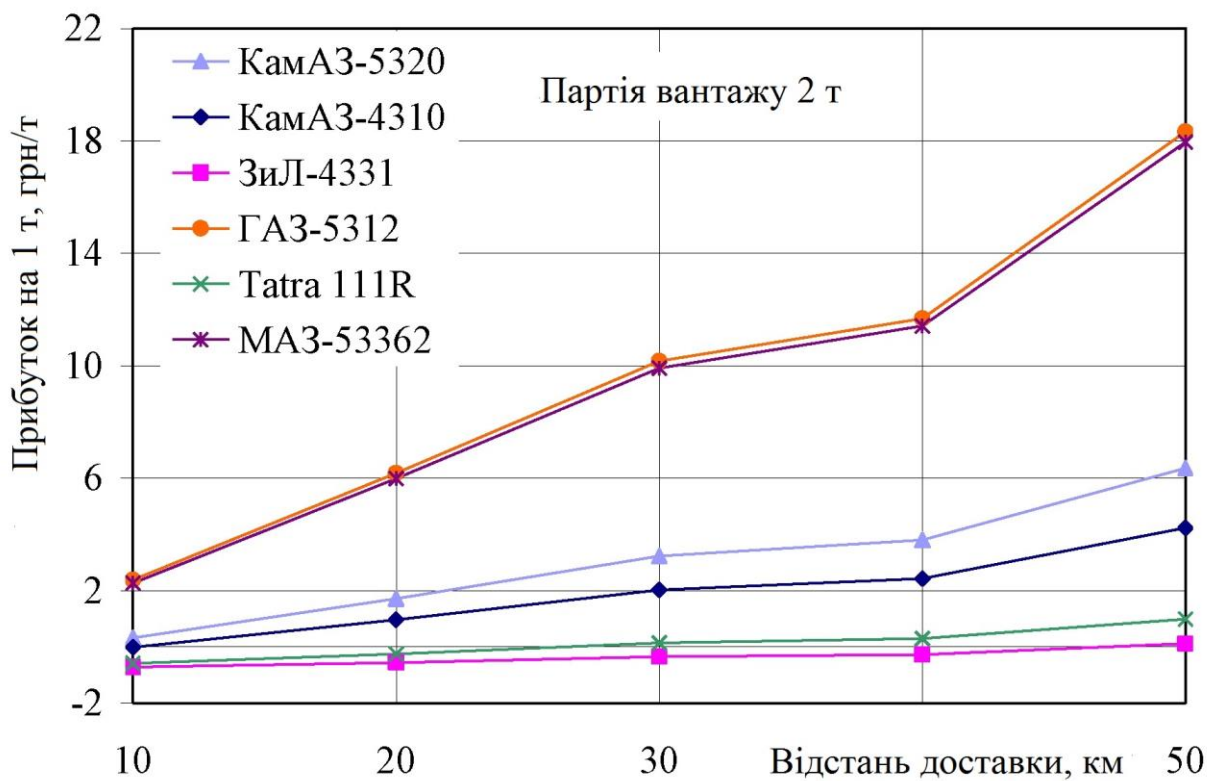
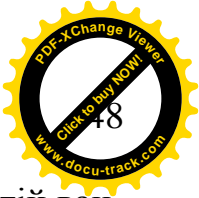
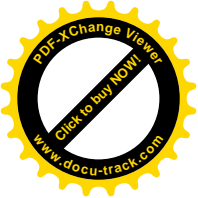


Рисунок 3.5 - Залежність прибутку від відстані доставки (партія 2 т)



Як видно з графіків, найвигіднішим для перевезення розглянутих партій вантажу є автомобіль ГАЗ-53. Це тим, що вантажопідйомність даної моделі автомобіля найбільше відповідає величині партії вантажу. У таблиці 3.1 наведено галузі ефективного використання розглянутих моделей вантажних автомобілів.

Таблиця 3.1 - Області ефективного використання автомобілів, км

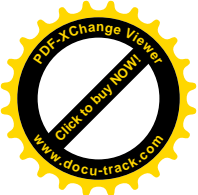
Модель автомобіля	Партія вантажу, <i>m</i>		
	4,5	3	2
КамАЗ-5320	20...50	10...50	10...50
КамАЗ-4310	20...50	20...50	20...50
ЗиЛ-4331	-	-	50
ГАЗ-5312	10...50	10...50	10...50
Татра 111К	50	40...50	30...50
МАЗ-53362	10...50	10...50	10...50

Розрахунок областей ефективного використання для аналізованих моделей автомобілів за наведеною методикою показав, що найбільш ефективними для перевезення заданої партії вантажу в більшості випадків є моделі автомобілів, що мають найближчу велику вантажопідйомність. Однак для цієї тенденції існують винятки. Так, для партії вантажу в 6 *m* при діапазоні відстані доставки вантажів 10...50 км найвигіднішим є використання не автомобіля КамАЗ-4310, що має найближчу вантажопідйомність, а автомобіля МАЗ-53362 більшої вантажопідйомності.

Наведений метод вибору найбільш ефективних моделей вантажних автомобілів може застосовуватися на сучасних автотранспортних підприємствах під час оперативного керування. Для розрахунків запропонованого критерію ефективності використання автомобілів розроблено відповідне програмне забезпечення [44].

Вантажний автомобіль можна визначити як оптимальний за критерієм максимального питомого прибутку, але його ефективне використання можливе за позитивного значення даного критерію (не тільки за максимального прибутку).

Для визначення ступеня ефективності автомобіля можна використовувати лінгвістичну змінну «ефективність» зі значеннями «найменш ефективний» + «ефективний» + «найбільш ефективний» + ..проте значення лінгвістичної змінної суб'єктивно і вимагає додаткового аналізу в кожному конкретному випадку. Крім



того, при використанні лінгвістичної змінної для опису ефективності вантажних автомобілів не може бути точно визначено семантичне правило для присвоєння значень змінної конкретних моделей автомобілів при роботі в заданих умовах експлуатації [45].

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. Аргумент функції приладдя має характеризувати параметри експлуатації вантажних автомобілів. Як зазначалося раніше, до визначальних факторів, що характеризують умови експлуатації автомобілів під час перевезення вантажів для конкретного клієнта, належать відстань доставки вантажу та партійність перевезень. У зв'язку з цим, кожену модель автомобіля можна охарактеризувати кількома функціями приладдя.

Нехай  $L$  - безліч значень відстані доставки вантажів, а  $Q$  - множина значень партії вантажу. Тоді, використовуючи наведені функції приладдя, кожену модель вантажного автомобіля можна охарактеризувати бінарним нечітким ставленням на базисних множинах  $Q$  і  $L$ , що визначається таким чином [46]:

$$A = \left\{ \langle q, 1 \rangle, \mu_A(\langle q, 1 \rangle) \right\} \quad (3.12)$$

де  $\mu_A(\langle q, 1 \rangle)$  - функція приналежності бінарного нечіткого відношення, яка визначається як відображення  $\mu_A: Q \times L \rightarrow [0, 1]$ ;

$\langle q, 1 \rangle$  - кортеж з елементів  $q$  та  $1$ , причому  $q \in Q, 1 \in L$ .

Аналізуючи дані моделі вантажних автомобілів, зокрема для автомобіля КамАЗ-5320, були отримані функції приналежності  $\mu_A(q)$ , що наведено на рисунку 3.6. У таблиці на рисунку 3.6 представлені значення  $\mu_A(\langle q, 1 \rangle)$  бінарного нечіткого відношення  $A$ .

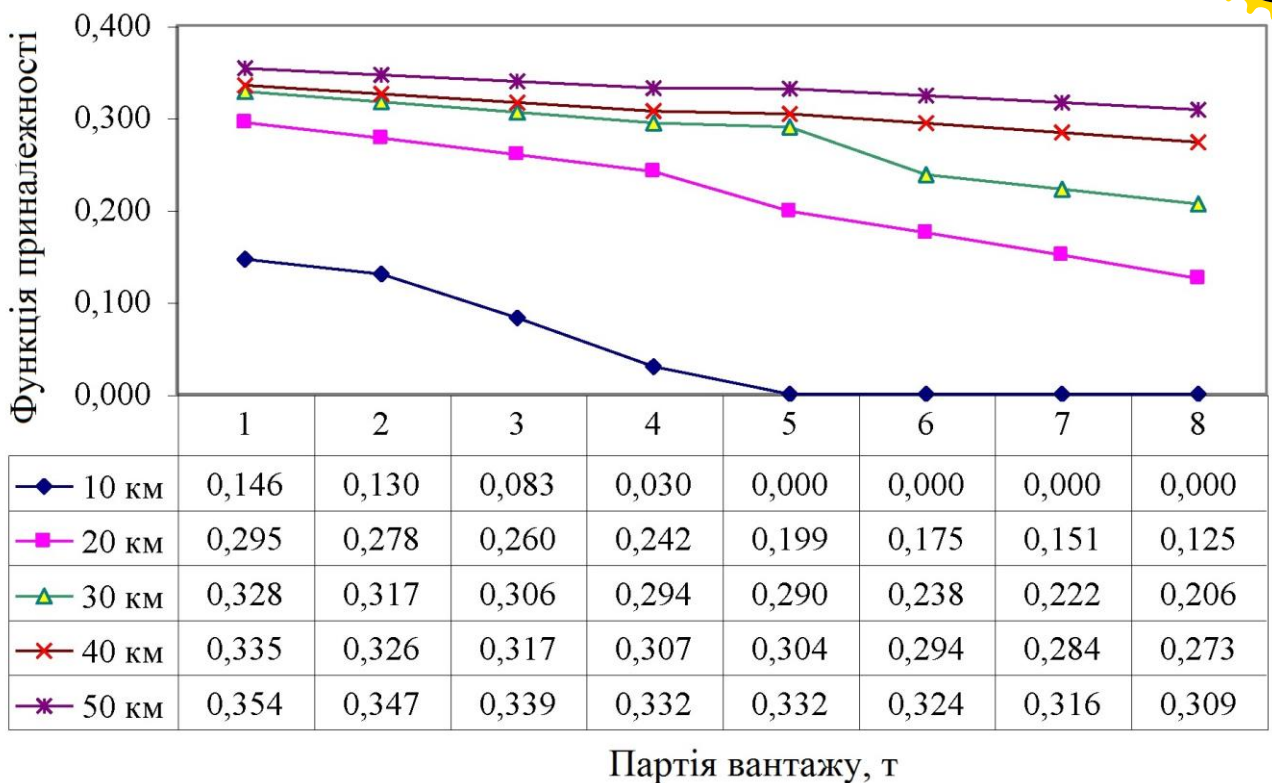
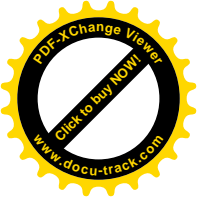


Рисунок 3.6 - Функції приналежності для автомобіля КамАЗ-5320

Наведений метод визначення якісної структури парку рухомого складу дозволяє врахувати, крім відстані доставки, партійність перевезень і дозволяє більш точно оцінити доцільність використання конкретних моделей вантажних автомобілів. Крім того, уявлення структури парку транспортної фірми у вигляді нечіткої множини дає можливість оцінки ризику використання парку із заданою структурою шляхом побудови ризик - функцій.

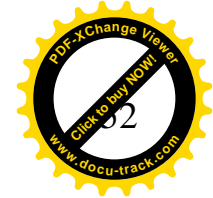
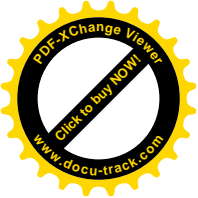
### 3.3 Визначення кількісного складу автопарку для перевезення планових обсягів вантажів

У роботі [47] вказується, що вид вантажу з відповідною середньою густиною є найважливішою ознакою, що визначає вибір того чи іншого типу кузова вантажного автомобіля та його параметрів. Перевезення промислових, будівельних, агропромислових та торгових вантажів у непристосованих кузовах, як правило, призводить до великих втрат. Тому дотримання принципу вантаж (або група вантажів) - відповідний тип кузова найбільше сприятиме підвищенню рівня безпеки вантажів на автомобільному транспорті.



Представимо класифікацію вантажів, що перевозяться автомобільним транспортом [47]:

1. За видами з відповідною середньою густиною.
2. За типом тари та упаковки: тарні, частково затарені, безтарні.
3. За формою.
4. За габаритними розмірами: габаритні, негабаритні (великогабаритні).
5. За масою неподільного виду вантажу: вантаж нормальної маси та вантаж великої маси.
6. За фізичним станом: твердий, рідкий, газоподібний, проміжний стан (напіврідкий, рідко-газові суміші і т.п.).
7. За пристосованістю до виконання вантажно-розвантажувальних робіт: навалочні та насипні; тарно-штучні, пакетовані та контейнерні; наливні та газоподібні; негабаритні (великогабаритні) та вантажі великої маси.
8. За фізико-механічними властивостями: абразивні, займисті, вибухонебезпечні; опір зсуву, пластичні; змочуються, що змерзають, липкі; з певним кутом природного укосу в русі, що видуюються вітром під час руху, сипучі та вантажі, що вимагають певного теплового режиму (температури та вологості) та певних санітарних умов перевезення.
9. За фізико-хімічними властивостями: абсорбційна здатність, корозійна агресивність, здатність до загусання під час перевезення, токсичність, отруйність, радіоактивність, наявність специфічного запаху.
10. По необхідного ступеня безпеки: не потребують підвищеної безпеки; що вимагають підвищеної безпеки під час перевезення (б'ються, легкоушкоджувані, деформіруемые); вантажі, сприйнятливі до динамічних навантажень, та швидкопсувні.
11. За розташуванням центру тяжіння: вантажі з низьким центром тяжіння, вантажі з високим центром тяжіння.
12. За терміновістю доставки: термінові, нетермінові.
13. За вартістю: без оголошеної вартості, малоцінні, цінні.
14. За розмірами твердих частинок: дрібні (пилоподібні), середні (порошкоподібні), великі (кускові).



15. За масою вантажу у тарі: маса нетто, маса бруто.

16. За партійністю перевезень вантажів: партійні вантажі, масові вантажі.

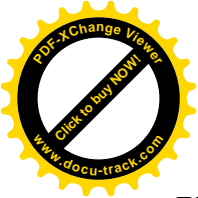
Дана класифікація вантажів автомобільного транспорту дозволяє сформулювати основні вимоги до відповідних типів кузовів вантажних автомобілів, причепів та напівпричепів. Стосовно видів вантажів, що перевозяться, транспортні засоби класифікуються за трьома ознаками. Перша ознака - функціональне призначення кузовів: самоскиди, фургони, цистерни тощо, що визначається видом вантажу, що перевозиться. Друга ознака класифікації кузовів визначає їхню пристосованість до найбільш збереженого перевезення вантажів. Крім того, перевезення вантажів має здійснюватися з мінімальними трудовими витратами (отже, максимальним прибутком). Тому третім та однією з основних класифікаційних ознак кузовів є їх пристосованість до механізованого виконання перевантажувальних операцій.

Визначення кількісної структури парку вантажних автомобілів полягає у розрахунку елементів матриці (2.3). Число автомобілів, необхідне для доставки  $j$ -го виду вантажу  $i$ -му замовнику, визначаємо як відношення прогнозного (або договірного) значення обсягу перевезення (робіт) до продуктивності відповідної оптимальної моделі автомобіля для конкретних умов експлуатації

$$a_{ij} = \frac{Q_{ij}}{W_j} \quad (3.13)$$

При розрахунку необхідної кількості автомобілів умови експлуатації враховуються показником продуктивності автомобіля, що визначається своєю чергою цілим комплексом показників. Так, партійність перевезень враховується коефіцієнтом використання вантажопідйомності, категорія доріг враховується швидкістю руху автомобіля тощо.

Слід врахувати, що значення кількості вантажних автомобілів  $a_{ij}$  має округлятися у більшу сторону. При округленні величини  $a_{ij}$  за математичними прави-



лами в меншу сторону число вантажних автомобілів буде недостатнім для вивезення планового обсягу.

Якщо значення  $Q_{ij}$  прогнозується виходячи з вибірки, що містить значення обсягів договірних робіт із відповідним замовником за минулі періоди, то як розрахункового значення приймається математичне очікування (припущення, що попит стаціонарний). При гіпотетично нестаціонарному попиті прогнозне значення визначається відповідно до залежності (3.3).

Виходячи з визначення структури автопарку як співвідношення чисельності виділених за деякою ознакою груп рухомого складу, що виражається в частках одиниці або у відсотках, на підставі матриці (2.3) визначаємо зміст моделей автомобілів у парку за ознаками вантажопідйомності та типу кузова.

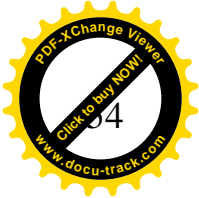
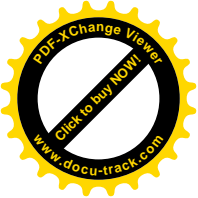
У [47] наведено експлуатаційну класифікацію транспортних засобів, згідно з якою за вантажопідйомністю рекомендується виділяти шість груп автомобілів: до 0,5  $t$ ; від 0,5 до 2  $t$ ; від 2 до 5  $t$ ; від 5 до 8  $t$ ; від 8 до 15  $t$ ; більше 15  $t$ . На кшталт кузова у цій роботі виділяються такі групи: бортова платформа, самоскид, фургон, цистерна і безбортова платформа. Використовуючи цю класифікацію, визначимо структуру парку автомобілів для виконання договірних обсягів перевезень за кількістю одиниць та загальною вантажопідйомністю.

Частку автомобілів  $k$ -ої групи  $\delta_k$  за чисельністю визначаємо за формулою

$$\delta_k = \frac{a_k}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}} \quad (3.14)$$

де  $a_k$  - кількість автомобілів  $k$ -ї групи.

Відповідно долю автомобілів  $k$ -ої групи  $\delta_{qk}$  загальної вантажопідйомності визначаємо наступним чином:



$$\delta_{qk} = \frac{\sum_{j=1}^m a_{jk} \cdot q_{Hj}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} \cdot q_{Hj}} \quad (3.15)$$

де  $q_{Hj}$  - номінальна вантажопідйомність  $j$ -ої моделі автомобіля,  $m$ .

Структуру автопарку зручно подати у вигляді зведених таблиць окремо за класифікаційними ознаками, що наведено в таблиці 3.2.

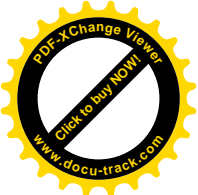
Таблиця 3.2 - Структура автопарку обслуговування постійних клієнтів

Класифікаційна ознака	Облікова кількість		Загальна вантажопідйомність	
	Значення, <i>авт.</i>	Частка	Значення, <i>авт-т</i>	Частка
$k=1$	$a_1$	$\delta_1$	$\sum_{j=1}^m a_{j1} \cdot q_{Hj}$	$\delta_{q1}$
$k=2$	$a_2$	$\delta_2$	$\sum_{j=1}^m a_{j2} \cdot q_{Hj}$	$\delta_{q2}$
...	...	...	...	...
Сума	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij}$	1,00	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} \cdot q_{Hj}$	1,00

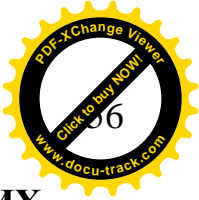
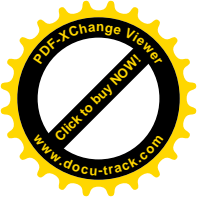
### 3.4 Висновки по розділу 3

1. Для визначення прогнозних значень попиту удосконалено модель, засновану на розрахунку нестационарних параметрів попиту. Розроблено та програмно реалізовано алгоритм, що дозволяє генерувати вибірку значень попиту на прогнозовані періоди часу. Ця функція може використовуватися під час моделювання роботи автотранспортного підприємства.

2. Розглянута математична модель визначення найефективніших автомобілів на підставі критерію питомого прибутку - пропонується застосовувати галузі ефективного використання для обліку партійності перевезень вантажів. При виборі моделей вантажних автомобілів обслуговування постійної клієнтури запропоновано оцінювати ефективність використання рухомого складу виходячи з функцій при-



належності нечіткому безлічі оптимальних автомобілів. Даний підхід дозволить найбільш ефективно використовувати наявний парк рухомого складу та оцінити ефективність експлуатації альтернативних моделей вантажних автомобілів.



## 4 РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

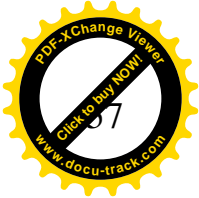
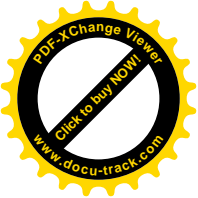
### 4.1 Дослідження ефективності використання вантажних автомобілів

Якісний склад парку рухомого складу визначається номенклатурою вантажів, що перевозяться, і умовами експлуатації автомобілів. Номенклатуру вантажів та певною мірою умови експлуатації (відстань доставки, партійність перевезень) визначає клієнтура вантажних автотранспортних підприємств.

Досліджуємо ефективність використання вантажних автомобілів (з прикладу ЗАТ «Автосервіс-2227»). Як було зазначено раніше, як порівняльний критерій ефективності доцільно використовувати питому прибуток. Визначимо найефективніші автомобілі для перевезення вантажів на вказаному автотранспортному підприємстві з низки моделей вантажних автомобілів, що становлять парк АТП. На підприємстві використовуються такі моделі для перевезення вантажів: КамАЗ-5320, КамАЗ-4310, ЗІЛ-4331, ГАЗ-5312, Tatra 111R та МАЗ-53362. Результати розрахунків критерію ефективності наведено у таблиці 4.1. Для розрахунків використовувалися середні техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу, причому розглянуті партії вантажу від 1 до 8 т і відстань доставки від 10 до 50 км.

Таблиця 4.1 - Результати розрахунку критерію порівняльної ефективності, грн/т

Модель	Відстань, км	Партія вантажу, т							
		1	2	3	4	5	6	7	8
КамАЗ-5320	10	0,83	0,31	0,13	0,04	-0,05	-0,09	-0,11	-0,14
	20	3,61	1,72	1,08	0,76	0,35	0,26	0,19	0,14
	30	6,63	3,23	2,09	1,51	1,17	0,51	0,41	0,33
	40	7,8	3,81	2,47	1,8	1,4	1,13	0,94	0,79
	50	12,91	6,35	4,16	3,06	2,4	1,96	1,65	1,41
КамАЗ-4310	10	0,33	-0,02	-0,1	-0,14	-0,18	-0,19	-0,21	-0,22
	20	2,14	0,96	0,56	0,36	0,24	0,05	0,01	-0,03
	30	4,27	2,02	1,27	0,89	0,66	0,51	0,39	0,11
	40	5,08	2,43	1,54	1,1	0,83	0,65	0,52	0,42
	50	8,72	4,23	2,73	1,98	1,53	1,22	1,01	0,84
ЗІЛ-4331	10	-1,23	-0,72	-0,59	-0,54	-0,45	-0,43	-0,42	-0,42
	20	-0,83	-0,56	-0,49	-0,46	-0,44	-0,39	-0,38	-0,38
	30	-0,41	-0,36	-0,36	-0,37	-0,37	-0,38	-0,38	-0,36
	40	-0,29	-0,28	-0,31	-0,32	-0,34	-0,34	-0,35	-0,36
	50	0,54	0,11	-0,07	-0,16	-0,22	-0,26	-0,29	-0,31



Продовження табл. 4.1

Модель	Відстань, км	Партія вантажу, <i>m</i>							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ГАЗ-5312	10	5,62	2,38	1,58	1,18	0,75	0,61	0,51	0,43
	20	12,21	6,18	4,15	3,13	2,51	1,51	1,29	1,13
	30	20,14	10,16	6,81	5,14	4,13	3,46	2,97	1,64
	40	23,2	11,68	7,81	5,87	4,71	3,93	3,38	2,96
	50	36,42	18,32	12,25	9,22	7,39	6,18	5,31	4,65
Tatra 111R	10	-0,89	-0,59	-0,5	-0,46	-0,4	-0,39	-0,38	-0,38
	20	-0,22	-0,26	-0,28	-0,29	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
	30	0,59	0,13	-0,02	-0,1	-0,15	-0,24	-0,25	-0,26
	40	0,88	0,29	0,08	-0,02	-0,08	-0,13	-0,16	-0,18
	50	2,34	0,99	0,53	0,3	0,16	0,07	0	-0,05
МАЗ-53362	10	4,53	2,26	1,5	1,11	0,7	0,57	0,47	0,4
	20	11,89	5,99	4,02	3,03	1,75	1,46	1,25	1,09
	30	19,71	9,91	6,64	5,01	4,02	2,13	1,82	1,59
	40	22,76	11,42	7,64	5,74	4,61	3,85	3,3	2,89
	50	35,78	17,95	12,01	9,03	7,24	6,05	5,2	4,56

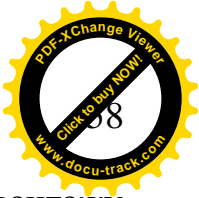
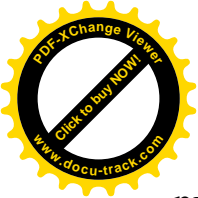
За даними таблиці 4.1 визначимо області ефективного використання вантажних автомобілів, використовуючи як визначальний показник відстань доставки.

Області ефективного використання автомобілів, км наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Области ефективного використання автомобілів

Партія вантажу, <i>m</i>	Модель автомобіля					
	КамАЗ-5320	КамАЗ-4310	ЗиЛ-4331	ГАЗ-5312	Tatra 111R	МАЗ-53362
1	10-50	10-50	50	10-50	30-50	10-50
2	10-50	20-50	50	10-50	30-50	10-50
3	10-50	20-50	-	10-50	20-50	10-50
4	10-50	20-50	-	10-50	50	10-50
5	20-50	20-50	-	-	50	10-50
6	20-50	20-50	-	-	50	10-50
7	20-50	-	-	-	50	10-50
8	20-50	-	-	-	-	10-50

Як бачимо з таблиці 4.2, автомобіль МАЗ-53362 ефективний при використанні для всіх значень відстані доставки та партії вантажу, автомобіль ГАЗ-5312 також ефективний, але через невелику вантажопідйомність не може використовуватися при перевезенні партій вантажу більше 4 *m*. Найменш ефективним є вико-



ристання автомобіля ЗіЛ- 4331 (використання доцільно лише для партій вантажу від 1 до 2 *t* на відстань понад 50 *км*).

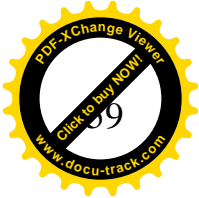
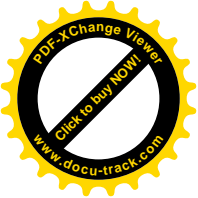
Функції приладдя для розглянутих моделей автомобілів визначаємо згідно з залежністю (3.12). Так, для автомобіля КамАЗ-5320 значення функції  $\mu_A(q)$  приналежності автомобіля нечіткій кількості оптимальних для використання моделей для партії вантажу 1 *t* при відстані доставки 10 *км* становить

$$\mu_A^{КамАЗ-5320}(1) = \frac{0,825}{\max \{0,825; 0,330; -1,231; 5,618; -0,888; 4,532\}} = \frac{0,825}{4,532} = 0,147$$

Аналогічно розраховуємо значення функції власності інших моделей автомобілів і зводимо результати в таблицю 4.3.

Талиця 4.3 - Значення функції приналежності

Модель	Відстань, <i>км</i>	Партія вантажу, <i>t</i>							
		1	2	3	4	5	6	7	8
КамАЗ-5320	10	0,147	0,130	0,083	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000
	20	0,296	0,278	0,260	0,242	0,199	0,175	0,151	0,125
	30	0,329	0,317	0,306	0,294	0,290	0,238	0,222	0,206
	40	0,336	0,326	0,317	0,307	0,304	0,294	0,284	0,273
	50	0,354	0,347	0,339	0,332	0,332	0,324	0,316	0,309
КамАЗ-4310	10	0,059	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	20	0,175	0,156	0,136	0,115	0,134	0,034	0,000	0,000
	30	0,212	0,199	0,186	0,173	0,164	0,238	0,000	0,000
	40	0,219	0,208	0,198	0,187	0,180	0,168	0,000	0,000
	50	0,239	0,231	0,223	0,215	0,211	0,202	0,000	0,000
ЗіЛ-4331	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	30	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	40	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	50	0,015	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ГАЗ-5312	10	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	20	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	30	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	40	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	50	1,000	1,000	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Татра 111R	10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	30	0,029	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	40	0,038	0,024	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	50	0,064	0,054	0,043	0,033	0,023	0,012	0,000	0,000



Продовження табл. 4.3

Модель	Відстань, <i>км</i>	Партія вантажу, <i>т</i>							
		1	2	3	4	5	6	7	8
МАЗ-53362	10	0,807	0,952	0,949	0,945	1,000	1,000	1,000	1,000
	20	0,974	0,970	0,969	0,967	1,000	1,000	1,000	1,000
	30	0,979	0,975	0,975	0,974	1,000	1,000	1,000	1,000
	40	0,981	0,978	0,978	0,978	1,000	1,000	1,000	1,000
	50	0,983	0,980	0,980	0,980	1,000	1,000	1,000	1,000

Аналізуючи отримані функції власності, робимо висновок, що найефективнішим при значенні партії вантажу до 4 *т* є автомобіль ГАЗ-5312, а значень партії вантажу від 4 до 8 *т* - автомобіль МАЗ-53362.

Представимо парк вантажних автомобілів, необхідний для перевезення вантажів клієнту «Завод Мінеральна вода «Мршинська», у вигляді нечіткої множини згідно (3.12) та отриманих значень функції належності таким чином:

$$A_{H1} = A_1 | 0,206 + A_2 | 0,000 + A_3 | 0,000 + A_4 | 0,000 + A_5 | 0,000 + A_6 | 1,000$$

При цьому  $A_1$  – модель КамАЗ-5320,  $A_2$  – КамАЗ-4310,  $A_3$  – ЗиЛ-4331,  $A_4$  – ГАЗ-5312,  $A_5$  – Tatra 111R,  $A_6$  – МАЗ-53362. Кожній моделі автомобіля відповідає значення функції приналежності для прийнятої партії відправлення вантажу та відстані доставки, розраховані значення яких наведено у таблиці 4.3.

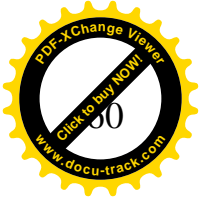
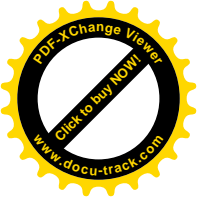
Аналогічно уявімо парк вантажних автомобілів для інших клієнтів і зведемо результати в таблицю 4.4.

Якісна структура парку автомобілів підприємства розраховується за формулою

$$A_{pc} = \bigcap_{i=1}^{18} A_{Hi} \tag{4.1}$$

Або інакше можна записати

$$A_{pc} = A_1 | \max(\mu_{ij}) + A_2 | \max(\mu_{ij}) + A_3 | \max(\mu_{ij}) + A_4 | \max(\mu_{ij}) + A_5 | \max(\mu_{ij}) + A_6 | \max(\mu_{ij}) \tag{4.2}$$



Таблиця 4.4- Парк автомобів у вигляді нечіткої множини

Клієнт	Нечітка безліч парку автомобів
«Завод Мінеральна вода «Мршинська»	$A_{H1} = A_1 0,206 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 0,000 + A_5 0,000 + A_6 1,000$
Бісквітна фабрика	$A_{H2} = A_1 0,030 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,945$
Корпорація «Дніпропаливо»	$A_{H3} = A_1 0,030 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,945$
Торговий дім «Престиж»	$A_{H4} = A_1 0,307 + A_2 0,187 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,978$
Компанія «Сесса»	$A_{H5} = A_1 0,273 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 0,000 + A_5 0,000 + A_6 1,000$
Компанія «Вудсток»	$A_{K6} = A_1 0,294 + A_2 0,173 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,974$
ВАТ «АТП-16355»	$A_{K7} = A_1 0,307 + A_2 0,187 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,978$
Фірма «Юсі»	$A_{H8} = A_1 0,294 + A_2 0,173 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,974$
ВАТ «КЗХА»	$A_{H9} = A_1 0,030 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,945$
ВО «КИЇВ-КОНТИ»	$A_{H10} = A_1 0,206 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 0,000 + A_5 0,000 + A_6 1,000$
ТОВ «Дніпро-Пак»	$A_{H11} = A_1 0,030 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,945$
ТБ «Урожай»	$A_{H12} = A_1 0,125 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 0,000 + A_5 0,000 + A_6 1,000$
АТ «БМТ»	$A_{H13} = A_1 0,242 + A_2 0,115 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,967$
ТОВ «Овротек»	$A_{K14} = A_1 0,125 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 0,000 + A_5 0,000 + A_6 1,000$
ТОВ «Схід-трейд»	$A_{H15} = A_1 0,294 + A_2 0,173 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,974$
Конд. фабрика «Дніпрянські зорі»	$A_{H16} = A_1 0,030 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,945$
ТОВ «Південспецатоменерго»	$A_{H17} = A_1 0,030 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 1,000 + A_5 0,000 + A_6 0,945$
Дніпровський лікєро-горілчаний завод	$A_{H18} = A_1 0,309 + A_2 0,000 + A_3 0,000 + A_4 0,000 + A_5 0,000 + A_6 1,000$

Отримуємо наступний раціональний якісний склад парку вантажних автомобів для ЗАТ «Автосервіс-2227» у вигляді нечіткої множини.

$$A_{PC} = A_1 | 0,309 + A_2 | 0,187 + A_3 | 0,000 + A_4 | 1,000 + A_5 | 0,000 + A_6 | 1,000$$

Представимо це нечітку безліч як графік функції власності, яку наведено на рисунку 4.1.

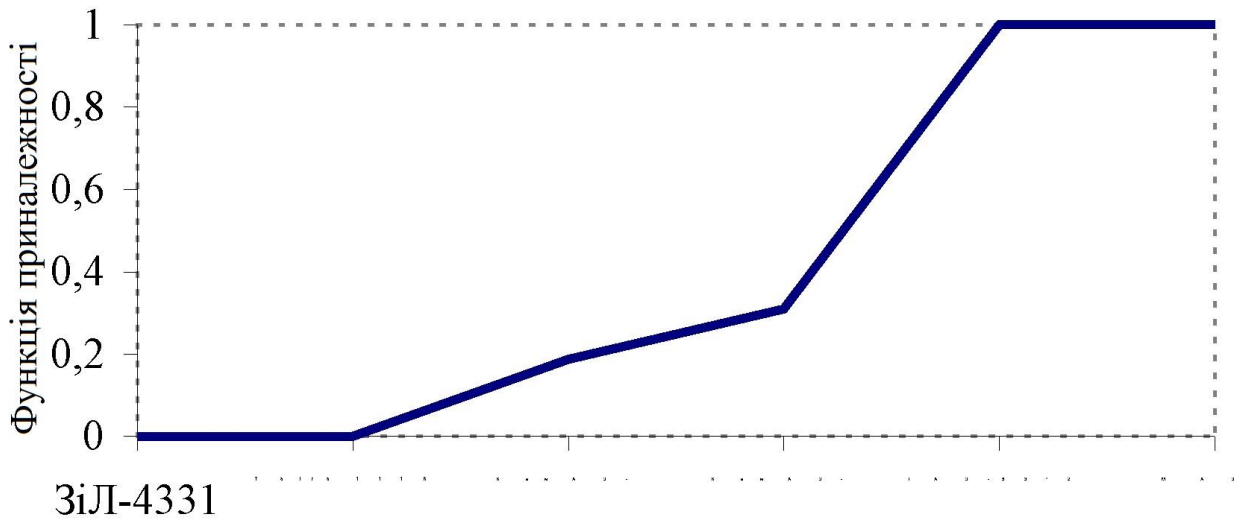


Рисунок 4.1 - Функція приналежності нечіткої множини раціонального парку автомобілів

Аналізуючи склад нечіткої множини, робимо висновок, що автомобілі ЗиЛ-4331 та Tatra 111R недоцільно використовувати у транспортному процесі для доставки вантажів клієнтурі ЗАТ «Автосервіс-2227». Автомобілі ГАЗ-5312 та МАЗ-53362 є найбільш ефективними та використання автомобілів КамАЗ-4310 та КамАЗ-5320 у транспортному процесі можливе (незбиткове).

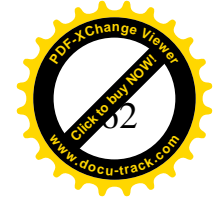
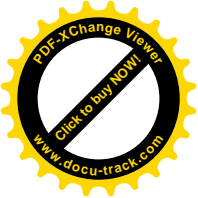
#### 4.2 Визначення раціональної структури парку рухомого складу автотранспортного підприємства

Визначимо вплив показників потоку разових заявок на оптимальну кількість груп автомобілів. Для цього збудуємо регресійну модель залежності числа груп автомобілів від параметрів законів розподілу характеристик разових заявок.

Для оцінки впливу вхідних факторів на вихід системи використовуємо гіпотезу про такий вид регресійної моделі:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^7 b_i \cdot X_i \quad (4.3)$$

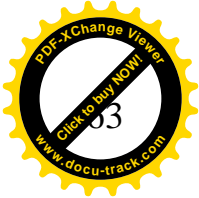
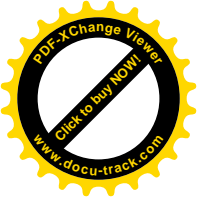
де  $Y$  - функція відгуку (кількість груп автомобілів);



$b_i$  – коефіцієнти регресії.

Техніко-економічний результат емпіричного дослідження істотно залежить від правильності та чіткості кожного з вищевказаних етапів (а також від проведення експерименту та інтерпретації досвідчених фактів). Однак особливу роль відіграють етапи, що утворюють власне план експерименту: вибір факторів  $X_i$  та діапазонів їх варіювання  $(X_i)_{\max} - (X_i)_{\min}$ , визначення координат дослідних точок  $\{X_1, X_2, \dots, X_k\}$  і загальної кількості дослідів, вибір числа змін та порядку реалізації дослідів). Ці етапи можуть бути досить строго формалізовані та питання про складання плану потребує обов'язкового аналізу з позицій математичної теорії експерименту [48, 49].

Оптимально алгоритмізований план експериментів відповідно до [50] має задовольняти таким критеріям, як мінімізація числа дослідів, простота обчислень коефіцієнтів моделі, композиційність, незалежність оцінок коефіцієнтів регресійної моделі, рототабельність, уніформність та ортогональність. Ортогональні плани дозволяють визначити всі коефіцієнти моделі незалежно один від одного. Найчастіше використовуваним ортогональним планом є повнофакторний експеримент (розглядаються всі можливі комбінації нижніх та верхніх меж вхідних факторів). Число серій дослідів у повнофакторному експерименті становить  $2^k$ , де  $k$  - кількість факторів. Таким чином, при повнофакторному експерименті для семи факторів знадобиться 128 дослідів серій. Кількість дослідів у кожній із серій для рівня значущості 0,05 (ймовірності того, що справжня гіпотеза буде оцінена як помилкова) згідно з центральною граничною теоремою має дорівнювати 384 [35], тобто. загальна кількість дослідів у цьому випадку дорівнюватиме 49152, що не задовольняє такому критерію оптимальності плану, як мінімізація числа дослідів. На підставі методу дробових реплік, суть якого полягає у поділі повнофакторного експерименту таким чином, щоб різниця між числом оцінюваних параметрів і числом дослідів (серій дослідів) була мінімальна, використовуємо насичений план Плакетта-Бермана для побудови лінійних моделей [51], наведений у таблиці 4.5.



Таблиця 4.5 - План експерименту Плакетта Бермана  $2^{7-4}$

Серія дослідів	Чинники						
	$X_1(b)$	$X_2(\sigma_q)$	$X_3(\mu_q)$	$X_4(a_0)$	$X_5(b_0)$	$X_6(a_d)$	$X_6(b_d)$
1	+	—	—	+	—	+	+
2	+	+	—	—	+	—	+
3	+	+	+	—	—	+	—
4	—	+	+	+	—	—	+
5	+	—	+	+	+	—	—
6	—	+	—	+	+	+	—
7	—	—	+	—	+	+	+
8	—	—	—	—	—	—	—

У таблиці знаком «+» позначено верхню межу, а знаком «-» - нижню межу діапазону варіювання відповідного фактора.

Для визначення оптимальної кількості груп за допомогою стандартних функцій Microsoft Excel пакета MS Office XP отримана наступна регресійна модель:

$$N_{\text{ван}} = 0,982 + 0,506 \cdot \ln b + 0,006 \cdot (a_0 + b_0) + 0,012 \cdot (a_d + b_d) \quad (4.4)$$

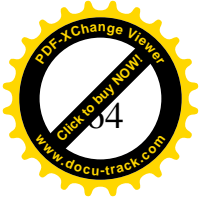
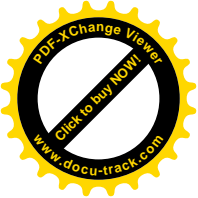
Для даної моделі перевіряємо за  $F$ -критерієм Фішера гіпотези про інформаційну здатність та адекватність регресійної моделі.

Для перевірки інформаційної спроможності моделі формулюємо нульгіпотезу про рівність загального розсіювання результатів вимірювань по всьому експерименту та дисперсії неадекватності

$$H_0 : \sigma_{\text{заг}}^2 \{y\} = \sigma_{\text{на}}^2 \quad (4.5)$$

де  $\sigma_{\text{заг}}^2 \{y\}$  - загальне розсіювання результатів вимірювань  $y_{uvz}$  стосовно загального середнього по всьому експерименту;

$\sigma_{\text{на}}^2$  - дисперсія, що характеризує неадекватність моделі експериментальним даним.



Загальне розсіювання результатів вимірів визначаємо за формулою

$$\sigma_{\text{заг}}^2 \{y\} = \frac{1}{n \cdot m} \cdot \sum_{v=1}^n \sum_{w=1}^m (y_{uvw} - \bar{y})^2 \quad (4.6)$$

де  $n$  – кількість серій експериментів;

$\bar{y}$  - загальне середнє значення функції відгуку з усього експерименту:

$$\bar{y} = \frac{1}{n \cdot m} \cdot \sum_{v=1}^n \sum_{w=1}^m y_{uvw} \quad (4.7)$$

Значення дисперсії, що характеризує неадекватність моделі експериментальним даним, розраховуємо за формулою

$$\sigma_{\text{на}}^2 = \frac{1}{n - \lambda} \cdot \sum_{u=1}^n (\bar{y}_u - \bar{y}_u)^2 \quad (4.8)$$

де  $\lambda$  – кількість значущих коефіцієнтів регресійної моделі;

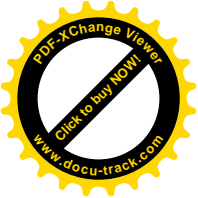
$\bar{y}_u$  - середнє експериментальне значення виходу в  $u$ -ої серії;

$\bar{y}_u$  – значення функції відгуку, отримане за моделлю.

Істинність гіпотези (4.5) перевіряємо за критерієм Фішера

$$F_u = \frac{\sigma_{\text{заг}}^2 \{y\}}{\sigma_{\text{на}}^2} \quad (4.9)$$

Гіпотеза вважається істинною, якщо розрахункове значення  $F$ -критерію більше відповідного табличного значення  $F_{\text{табл}}$ .



$$F_u > F_{\text{табл}} \quad (4.10)$$

Згідно з розрахунками для моделі (4.4)  $F_u = 148$ , тоді як згідно [86] при рівні значущості в 0,05 відповідне табличне значення критерію Фішера становить  $F_{\text{табл}} = 3,84$  тобто, нерівність (4.10) виконується. Це говорить про те, що отримана регресійна модель описує результати експерименту краще, ніж найпростіша модель  $\bar{Y} = \bar{y}$ , в якій при будь-якому наборі значень  $X_i$  вихід не змінюється і дорівнює середньому  $\bar{y}$ , тобто модель має інформаційну цінність.

Для перевірки адекватності регресійної моделі формулюємо нуль-гіпотезу про рівність дисперсії неадекватності  $\sigma_{\text{на}}^2$  та дисперсії експерименту  $\sigma_e^2$

$$H_0 : \sigma_{\text{на}}^2 = \sigma_e^2 \quad (4.11)$$

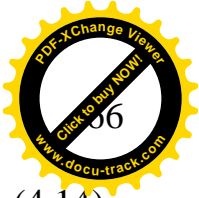
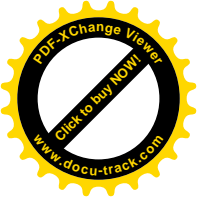
Дисперсію експерименту розраховуємо як відношення суми квадратів відхилень, пов'язаної з повторенням дослідів і вимірювань, до ступенів свободи даної суми.

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{n \cdot m - n} \cdot \frac{1}{m - 1} \sum_{v=1}^n \sum_{w=1}^m \left( y_{uvw} - \bar{y}_{uv} \right)^2 \quad (4.12)$$

Істинність гіпотези (4.11) перевіряємо за значенням критерію Фішера  $F_a$ , що визначається за формулою

$$F_a = \frac{\sigma_{\text{на}}^2}{\sigma_e^2} \quad (4.13)$$

Гіпотеза істинна, якщо виконується нерівність



$$F_a < F_{\text{табл}} \quad (4.14)$$

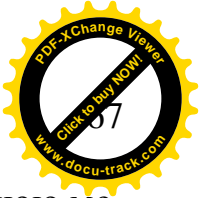
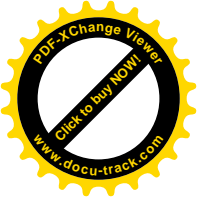
Відповідно до розрахунків значення  $F_a$  становило 2,62 за відповідного табличному значенні  $F_{\text{табл}} = 3,84$  (рівень значимості 0,05). Таким чином, нерівність (4.11) виконується, що говорить про вірність гіпотези (4.14). Отже, модель (4.4) адекватно визначає експериментальні результати, тобто передбачувані моделлю результати будуть точно не гірше експериментальних.

Використовуючи наведений алгоритм імітаційної моделі транспортного процесу, аналогічно було розраховано регресійні моделі визначення оптимального числа автомобілів кожної з груп (табл. 4.6). Отримані моделі також адекватні, оскільки розрахункові значення критерію Фішера значно менші за відповідні табличні.

Таблиця 4.6 - Моделі для розрахунку потрібної кількості автомобілів

Число груп	Модель для визначення оптимального кількості автомобілів	Критерій Фішера $F_a$	
		розрахунковий	табличний
1	$a_1 = 7,49 + 0,65 \cdot b - 0,12 \cdot \sigma + 0,44 \cdot \mu - 0,07 \cdot a_0 + 0,02 \cdot b_0 - 0,26 \cdot a_{\text{д}} - 0,04 \cdot b_{\text{д}}$	2,03	3,84
2	$a_{21} = 3,69 - 0,42 \cdot b - 0,40 \cdot \mu + 0,13 \cdot a_0 + 0,05 \cdot b_0 + 0,21 \cdot a_{\text{д}} + 0,06 \cdot b_{\text{д}}$	3,49	3,84
	$a_{22} = 5,15 - 0,30 \cdot b - 0,09 \cdot \sigma + 0,39 \cdot \mu - 0,15 \cdot a_0 - 0,04 \cdot b_0 - 0,39 \cdot a_{\text{д}} - 0,02 \cdot b_{\text{д}}$	1,59	3,84
3	$a_{31} = 3,25 - 0,29 \cdot b - 0,06 \cdot \sigma - 0,32 \cdot \mu + 0,13 \cdot a_0 + 0,04 \cdot b_0 + 0,20 \cdot a_{\text{д}} + 0,04 \cdot b_{\text{д}}$	$\approx 0$	3,84
	$a_{32} = 6,29 - 0,47 \cdot b + 0,03 \cdot \sigma + 0,18 \cdot \mu - 0,17 \cdot a_0 - 0,02 \cdot b_0 - 0,34 \cdot a_{\text{д}} - 0,01 \cdot b_{\text{д}}$	$\approx 0$	3,84
	$a_{33} = 1,42 - 0,06 \cdot b + 0,02 \cdot \sigma + 0,16 \cdot \mu - 0,03 \cdot a_0 - 0,01 \cdot b_0 - 0,05 \cdot a_{\text{д}} - 0,004 \cdot b_{\text{д}}$	$\approx 0$	3,84

Для значень параметрів потоку заявок, поданих у табл. 4.6, згідно з наведеними регресійними моделями, оптимальна кількість груп автомобілів становить 1, а оптимальна кількість вантажних автомобілів - 6 одиниць.



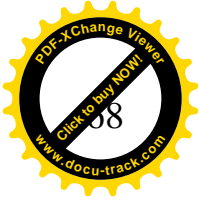
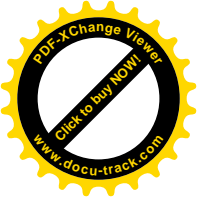
Розглянемо розрахунок оптимальної структури автопарку за відповідною методикою А. І. Воркута. Використовуючи вибірку за обсягами партій вантажів, визначимо можливість надходження партії вантажу, для перевезення якої необхідний автомобіль вантажопідйомністю за формулою (1.1). Відповідно до розрахунків за (1.3) - (1.5) сумарна потрібна кількість автомобілів становить 11 одиниць, причому необхідно 6 груп автомобілів. Результати розрахунків оптимальної структури автопарку за методикою А. І. Воркута представлені у таблиці 4.7

Таблиця 4.7 - Результати розрахунків оптимальної структури автопарку за методикою А.І. Воркута

Номер групи	Вантажопідйомність, $m$	Імовірність надходження партії вантажу	Швидкість доставки, км/год	Час на навантаження-розвантаження, год	Потрібна кількість автомобілів
1	0 - 2	0,011	25	0,47	0
2	2 - 4	0,031	25	0,60	0
3	4 - 6	0,060	25	0,73	1
4	6 - 8	0,164	24	0,87	2
5	8 - 10	0,171	24	1,00	2
6	10 - 12	0,258	24	1,13	3
7	12 - 14	0,204	24	1,27	2
8	14 - 16	0,080	24	1,40	1
9	16 - 18	0,022	24	1,53	0
Сума		1,000	-	-	11

Як очевидно з табл. 4.7 структура парку, розрахована за методикою А. І. Воркута, має 6 груп автомобілів.

Значний вплив на необхідну кількість автомобілів має середнє значення величини партії вантажу. Це тим, що із збільшенням середнього обсягу партії вантажу немає необхідності використання автомобілів малої вантажопідйомності, оскільки відповідні заявки будуть обслужені автомобілями інших груп (справді, зі збільшенням цього показника зростає потрібну кількість автомобілів у другій і третій групах). Слід зазначити, що незначний вплив на структуру автопарку має середньоквадратичне відхилення величини партії вантажу та мінімальне значення нульового пробігу.

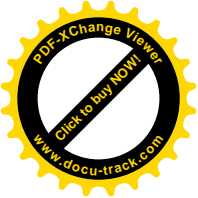


### 4.3 Висновки по розділу 4

1. Визначено галузі ефективного використання вантажних автомобілів підприємства, на підставі яких можна зробити висновок про недоцільність використання автомобілів ЗіЛ-4331 при обслуговуванні клієнтури та про ефективність використання автомобілів МАЗ-53362 та ГАЗ-5312 (на прикладі ЗАТ «Автосервіс-2227»). Для автопарку підприємства отримано функцію власності, що визначає ефективність використання конкретних моделей автомобілів. Отримані результати говорять про доцільність використання при перевезенні заданих партій автомобілів найближчої більшої вантажопідйомності.

2. Теоретично обґрунтовано закони розподілу випадкових величин параметрів потоку – інтервалу надходження заявки та обсягу партії вантажу. Проведено емпіричні дослідження законів розподілу даних величин. Практично отримані результати збігаються з теоретично обґрунтованими законами: інтервал надходження заявки розподілено за показовим законом, обсяг вантажу – за нормальним, відстань доставки – за рівномірним.

3. Оптимальна кількість груп автомобілів у структурі автопарку визначається середнім інтервалом надходження заявки, а також максимальними значеннями нульового пробігу та відстані доставки. Найбільш значущими показниками, що визначають потрібну кількість автомобілів, є середній інтервал надходження заявки та середня величина партії вантажу. Розроблені на підставі аналізу рекомендації щодо формування структури автопарку становлять практичну цінність і можуть бути використані при прийнятті оперативних управлінських рішень у процесі обслуговування потоку заявок на перевезення вантажів.



## ВИСНОВКИ

На основі виконаних досліджень одержано такі результати:

1. Відповідно до проведених на автомобільному транспорті досліджень, найважливішим фактором, від якого залежить ефективність роботи автотранспортної фірми, є структура парку рухомого складу. Таким чином, під час управління сучасним автотранспортним підприємством насамперед необхідно проводити роботи з раціоналізації структури парку рухомого складу.

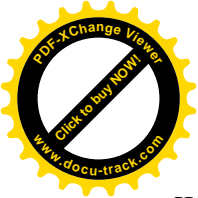
2. Існуючі методики розрахунку структури парку вантажних автомобілів мають низку недоліків. Крім того, в умовах конкурентного ринку необхідні нові підходи до формування структури автопарку, що дозволяють найповніше адаптувати систему парку рухомого складу щодо динаміки та кон'юнктури ринку автотранспортних перевезень.

3. Вирішення поставлених задач дозволить усунути недоліки існуючих методик та отримати математичні моделі та практичні рекомендації для формування парку вантажних автомобілів, експлуатація якого призведе до найбільш повного задоволення потреб населення.

4. При розрахунку раціональної структури необхідно розділяти парк автомобілів обслуговування потоку разових заявок і парк до роботи з постійної клієнтурою. Структура парку для постійної клієнтури описується матрицею розмірністю  $n \times m$ , де  $n$  – кількість клієнтів,  $m$  – кількість моделей автомобілів, а елементи матриці – потрібна кількість автомобілів. Склад автопарку для обслуговування разових заявок описується вектором, кількість елементів якого - кількість груп автомобілів за вантажопідйомністю, а елементи - кількість вантажних автомобілів. При цьому існує оптимальний варіант описаних матриці та вектора, при якому прибуток автотранспортної фірми буде максимальним, а потреби клієнтури задоволені повністю.

5. Для визначення прогностичних значень попиту удосконалено модель, засновану на розрахунку нестационарних параметрів попиту.

6. Розглянута математична модель визначення найефективніших автомобілів пропонується застосовувати галузі ефективного використання для обліку партій-

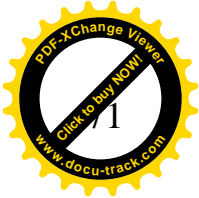
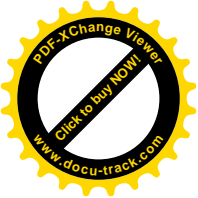


ності перевезень вантажів. При виборі моделей вантажних автомобілів обслуговування постійної клієнтури запропоновано оцінювати ефективність використання рухомого складу виходячи з функцій приналежності нечіткому безлічі оптимальних автомобілів. Даний підхід дозволить найбільш ефективно використовувати наявний парк рухомого складу та оцінити ефективність експлуатації альтернативних моделей вантажних автомобілів.

7. Визначено галузі ефективного використання вантажних автомобілів підприємства, на підставі яких можна зробити висновок про недоцільність використання автомобілів ЗіЛ-4331 при обслуговуванні клієнтури та про ефективність використання автомобілів МАЗ-53362 та ГАЗ-5312 (на прикладі ЗАТ «Автосервіс-2227»). Для автопарку підприємства отримано функцію власності, що визначає ефективність використання конкретних моделей автомобілів. Отримані результати говорять про доцільність використання при перевезенні заданих партій автомобілів найближчої більшої вантажопідйомності.

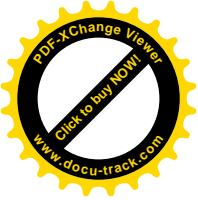
8. Теоретично обґрунтовано закони розподілу випадкових величин параметрів потоку – інтервалу надходження заявки та обсягу партії вантажу. Проведено емпіричні дослідження законів розподілу даних величин. Практично отримані результати збігаються з теоретично обґрунтованими законами: інтервал надходження заявки розподілено за показовим законом, обсяг вантажу – за нормальним, відстань доставки – за рівномірним.

9. Оптимальна кількість груп автомобілів у структурі автопарку визначається середнім інтервалом надходження заявки, а також максимальними значеннями нульового пробігу та відстані доставки. Найбільш значущими показниками, що визначають потрібну кількість автомобілів, є середній інтервал надходження заявки та середня величина партії вантажу. Розроблені на підставі аналізу рекомендації щодо формування структури автопарку становлять практичну цінність і можуть бути використані при прийнятті оперативних управлінських рішень у процесі обслуговування потоку заявок на перевезення вантажів.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Колибабчук, А.П. Формирование рациональной структуры грузового автопарка [Текст]/ А.П. Колибабчук// Автодорожник Украины. - 1991. - Вып. 2. - С. 55 - 57.
2. Голованенко, С.Л. Рентабельность автотранспорта в строительстве [Текст]/ С.Л. Голованенко, О.М. Маслова// - К.: Будівельник, 1977. - 140 с.
3. Ходош, М.С. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]/ М.С. Ходош // - М.: Транспорт, 1980. - 270 с.
4. Афанасьев, Л. Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки [Текст]/Л.Л. Афанасьев, Н.Б. Островский, С.М. Цукерберг//- М.: Транспорт, 1984. - 333 с.
5. Воркут, А.И. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]/ А.И. Воркут //- К.: Вища ттк., 1986. - 447 с.
6. Панов, С.А. Развитие парка в автотранспортных объединениях [Текст]/ С.А. Панов, А.М. Поляк, Ю.К. Поносков //- М.: Транспорт, 1986. - 200 с.
7. Великанов, Д.П. Автомобильные транспортные средства [Текст]/ Д.П. Великанов// - М.: Транспорт, 1977. - 326 с.
8. Тенденции и перспективы развития автомобильного транспорта Украины [Текст]/ Транспорт. - 20018. - Вып. 65. - С. 60 - 61.
9. Дажин, В. Грузовые автомобильные перевозки: тенденции и перспективы [Текст]/ В. Дажин // Автоперевозчик. - 2004. - Вып. 6. - С. 38-42.
10. Колибабчук, А.П. Интенсификация использования подвижного состава грузового автомобильного транспорта [Текст]/ А.П. Колибабчук, Т.В. Бряузова // - К.: Техника, 1986. - 103 с.
11. Труды МАДН: Сб. научи. Трудов [Текст]/ - М.: Научно-техническое издательство автотранспортной литературы, 1956. - С. 125 - 132.
12. Колибабчук, А.Т. Исследование влияния типажа и грузоподъёмности подвижного состава автомобильного транспорта на эффективность перевозочного процесса: Дис. канд. техн. наук [Текст]/ А.Т. Колибабчук //- Харьков, 1968. - 176 с.



13. Бабушкин, Г.Ф. Планирование оптимального развития автомобильного парка. Методика расчёта заводского парка автомобилей [Текст]/ Г.Ф. Бабушкин, А.Н. Шопин // Промышленный транспорт. - 1978. - Вып. 1. - С. 16 - 17.

14. Бабушкін, Г.Ф. Багатокритеріальний розрахунок потрібної кількості транспортних машин з урахуванням динаміки вихідних даних у плановому періоді [Текст]/ Г.Ф. Бабушкін, О.В. Тарасенко, В.П. Юдш// Автошляховик України. - 1998. - Вип. 6. - С. 6 - 7.

15. Рабинович, Я.Н. Методика расчёта потребности в автомобильном подвижном составе // Промышленный транспорт [Текст]/ Я.Н. Рабинович // - 1978. - Вып. 5. - С. 10 - 11.

16. Агапитов, В. Оптимизация структуры автопарка в районах Крайнего Севера //Автомобильный транспорт [Текст]/В. Агапитов //-1988 - Вып. 3 - С. 22 - 23

17. Столл Роберт Р. Множества. Логика. Аксиоматический теории: Пер. с англ. [Текст]/ Р. Столл Роберт //- М.: Просвещение, 1968. - 231 с.

18. Яблонский, С.В. Введение в дискретную математику [Текст]/ С.В. Яблонский // - М.: Высш. тик., 2003. - 384 с.

19. Каштонова, Ю.В. Основы дискретной математики [Текст]/ Ю.В. Каштонова, С.Л. Кривий, О.А. Летичевський, Г.М. Луцький, М.К. Печурш// - К.: Наук. думка, 2002. - 580 с.

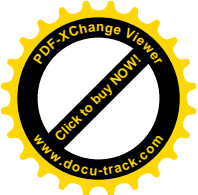
20. Котлер, Ф. Основы маркетинга. Краткий курс: Пер. с англ. [Текст]/Ф. Котлер //- М.: Из- дат. дом «Вильямс», 2003. - 656 с.

21. Русев, Г.В. Организация автомобильных перевозок [Текст]/ Г.В. Русев // - К.: Высш. ттк., 1971. - 256 с.

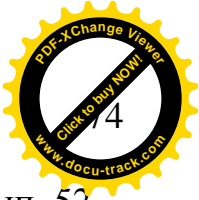
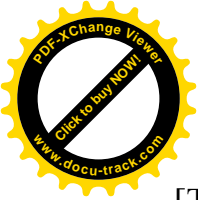
22. Воркут, А.И. Автомобильные перевозки партионных грузов [Текст]/ А.И. Воркут // - К.: Высш. шк., 1974. - 184 с.

23. Великанов, Д.П. Избранные труды. Эффективность автомобильных транспортных средств и транспортной энергетики [Текст]/ Д.П. Великанов// - М.: Наука, 1989. - 199 с.

24. Квитко Х.Д. Эффективность использования автомобилей / под ред. А.И. Малышева [Текст]/ Х.Д. Квитко //- М.: Транспорт, 1979. - 174 с.



25. Великанов, Д.П. Эффективность автомобиля [Текст]/ Д.П. Великанов //- М.: Транспорт, 1969 - 239 с.
26. Лейдерман, С.Р. Эксплуатация грузовых автомобилей (технико-экономические основы) [Текст]/ С.Р. Лейдерман // - М.: Транспорт, 1966. - 150 с.
27. Говорущенко, Н.Я. Основы теории эксплуатации автомобилей [Текст]/ Н.Я. Говорущенко //- К.: Вища шк., 1971. - 232 с.
28. Говорущенко, Н.Я. Системотехника проектирования транспортных машин [Текст]/ Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко //- Харьков: ХНАДУ, 2004. - 208 с.
29. Бронштейн, Л.А. Система показателей для оценки эксплуатационных качеств автомобиля и эффективности их использования [Текст]/ Л.А. Бронштейн // Труды МАДН 1956. - Вып. 19. - С. 13 - 27.
30. Васильев Н.М. К вопросу о критерии экономической эффективности автомобильного транспорта / [Текст]/ Н.М. Васильев / Труды МАДН. - 1973. - Вып. 70. - С. 3 - 13.
31. Бекетов, Ю.А. Выбор критерия сравнительной эффективности для определения рациональных моделей автомобилей [Текст]/ Ю.А. Бекетов, В.С.Наумов // Автомоб. трансп.: Сб. науч. тр. - Х., 2004. - Вып. 14. - С. 70 - 73.
32. Справочник по рентабельности эксплуатации грузовых автомобилей [Текст]// Толстов Е.П., Чалый А.А., Герасимчук Н.Е., Фарбер С.Ш., Топейцев В.И. - К.: Техника, 1984. - 168 с.
33. Еромов, Н.Н. Управление на транспорте [Текст]/ Н.Н. Еромов, В.А. Персианов// - М.: Транспорт, 1990. - 336 с.
34. Раскин, Л.Е. Оценка параметров нестационарного процесса спроса [Текст]/ Л.Е. Раскин, П.Е. Пустовойтов // Вестник НТУ «ХПИ». - 2003. - Вып. 52. - С. 45 - 51.
35. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений [Текст]/ А.К. Митропольский // - М.: Наука, 1971. - 576 с.
36. Елисеева, И.И. Общая теория статистики [Текст]/ И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев М.М. // - М.: Финансы и статистика, 2002. - 480 с.
37. Раскин, Л.Е. Оценка параметров нестационарного процесса спроса



[Текст]/ Л.Е. Раскин, П.Е. Пустовойтов // Вестник НТУ «ХПИ». - 2003. - Вып. 52. - С. 45 - 51.

38. Хастингс, Н. Справочник по статистическим распределениям: Пер. с англ. [Текст]/ Н. Хастингс, Дж. Пикок //- М.: Статистика, 1980. - 95 с.

39. Мирский, Е.Я. Характеристики стохастической взаимосвязи и их измерения [Текст]/ Е.Я. Мирский // - М.: Энергоиздат, 1982. - 320 с.

40. Чеботаев, А.А. Специализированные автотранспортные средства: выбор и эффективность применения [Текст]/ А.А. Чеботаев // - М.: Транспорт, 1988. - 159 с.

41. Хруцкий Е.А. Экономике-математические методы в планировании материально-технического снабжения [Текст]/ Е.А. Хруцкий //- М.: Экономика, 1976. - 287 с.

42. Модели и методы теории логистики / под ред. В.С. Лукинського. - СПб.: Питер, 2003. - 176 с.

43. Неруш, Ю.М. Логистика [Текст]/ Ю.М. Неруш //- М.: Юнити-Дана, 2003. - 495 с.

44. Наумов, В.С. Эффективність використання вантажних автомобілів з урахуванням партійності перевезень [Текст]/ В.С. Наумов // Удоск. вантаж. 1 комерц. роботи на залізн. України: 36. наук. праць. - Укр. держ. акад. зашзн. трансп. - Х., 2004.

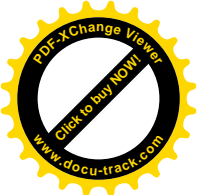
45. Воцинин, А.П. Оптимизация в условиях неопределённости [Текст]/ А.П. Воцинин, Г.Р. Сотиров //- Минск: Техника (НРБ), 1989. - 224 с.

46. Леоненков, А.В. Нечёткое моделирование в среде МАТБАВ и БиггуТЕСН [Текст]/ А.В. Леоненков // - СПб.: БХВ-Петербург, 2003. - 736 с.

47. Мирский, Е.Я. Характеристики стохастической взаимосвязи и их измерения [Текст]/ Е.Я. Мирский // - М.: Энергоиздат, 1982. - 320 с.

48. Вознесенский, В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях [Текст]/ В.А. Вознесенский// - М.: Статистика, 1974. - 192 с.

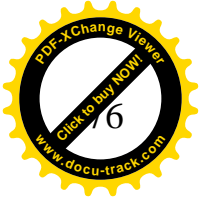
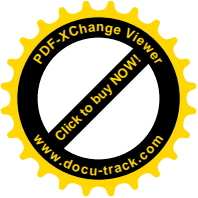
49. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента [Текст]/ В.И. Асатурян //- М.: Радио и связь, 1983. - 248 с.



50. Фёдоров, В.В. Теория оптимального эксперимента (планирование регрессионных экспериментов) [Текст]/ В.В. Фёдоров //- М.: Наука, 1971. - 312 с.

51. Налимов, В.В. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей [Текст]/ под ред. В.В. Налимова// - М.: Metallurgia, 1982. - 752 с.

52. Очков, В.Ф. Этюды на языках QBasic, QuickBasic i Basic Compiler [Текст]/ В.Ф. Очков, М.А. Рахаев // Сошрйег. - М.: Финансы и статистика, 1995. - 368 с.



## ДОДАТОК А

(обов'язковий)

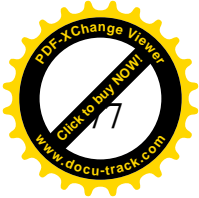
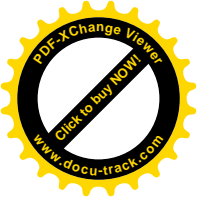
### ПЕРЕЛІК МУЛЬТИМЕДІЙНОГО ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ДО ДМР

#### **Актуальність роботи**

Технологічні можливості автотранспортного підприємства залежать від структури парку по вантажопідйомності. Рентабельність підприємства визначається його прибутком та витратами на виробництво продукції; у свою чергу прибуток залежить від тарифу, обсягу виконаних робіт та експлуатаційних витрат. Однак, в теперішній час не існує конкретних методичних і практичних розробок формування оптимального складу парку вантажних автомобілів для роботи в умовах ринкових відносин. Таким чином, особливо актуальними для сучасних АТП є дослідження, спрямовані на методичні та практичні питання формування структури автопарку.

1

Рисунок А.1 – Слайд 1 мультимедійного демонстраційного матеріалу



## Мета і задачі дослідження

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

**Задачі дослідження.** Для досягнення мети дослідження необхідно вирішити такі задачі:

- дослідити ефективність використання вантажних автомобілів;
- розробити математичну модель для розрахунку раціональної структури автопарку;
- проаналізувати вплив показників потоку разових заявок на структуру автопарку;
- визначити економічний ефект від експлуатації парку рухомого складу з розрахованою структурою.

Рисунок А.2 – Слайд 2 мультимедійного демонстраційного матеріалу

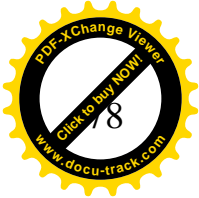
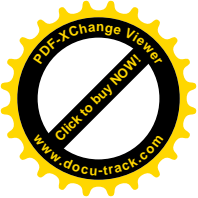
## Об'єкт, предмет та методи дослідження

**Об'єкт дослідження** – процес формування раціональної структури парку рухомого складу автотранспортного підприємства, призначеного для виконання замовлень на перевезення вантажів.

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

**Методи дослідження.** Для формалізації об'єкта дослідження використовується математична статистика. При визначенні якісного складу парку рухомого складу використовуються методи теорії множин. Для визначення залежності кількості груп автомобілів та кількості автомобілів у кожній із груп від параметрів законів розподілу характеристик потоку заявок на перевезення вантажів застосовується системний підхід. Залежність структури автопарку від параметрів законів розподілу характеристик потоку заявок встановлюється за допомогою методології регресійного аналізу.

Рисунок А.3 – Слайд 3 мультимедійного демонстраційного матеріалу



## **Вплив сучасного парку вантажних автомобілів на ефективність перевізного процесу**

Парк рухомого складу доцільно розглядати як відокремлену систему. Це зумовлено такими факторами:

- наявність в окремих одиниць рухомого складу загальних властивостей та призначення;
- комплексний характер впливу парку на результати діяльності автотранспортних підприємств;
- неможливість у багатьох випадках розділити кінцеві результати діяльності автотранспорту за окремими одиницями рухомого складу, оскільки транспортний процес включає багато елементарних операцій, що виконуються групами автомобілів;
- необхідність аналізу та обліку загальних закономірностей розвитку та взаємного впливу процесів формування окремих груп рухомого складу.

Рисунок А.4 – Слайд 4 мультимедійного демонстраційного матеріалу

### **Ознаки рухомого складу**

- функціональне призначення;
- рід споживаного палива;
- колісна формула;
- навантаження на вісь;
- конструктивна схема;
- вантажосумісність;
- повна маса

Специфіка проблеми, що розглядається в даній роботі, вимагає особливого розгляду наступних моноструктур автопарку, що характеризують його стан:

- структура парку з вантажопідйомності;
- структура парку за типом кузова.

Рисунок А.5 – Слайд 5 мультимедійного демонстраційного матеріалу

## Темпи зміни показників роботи автопарку України

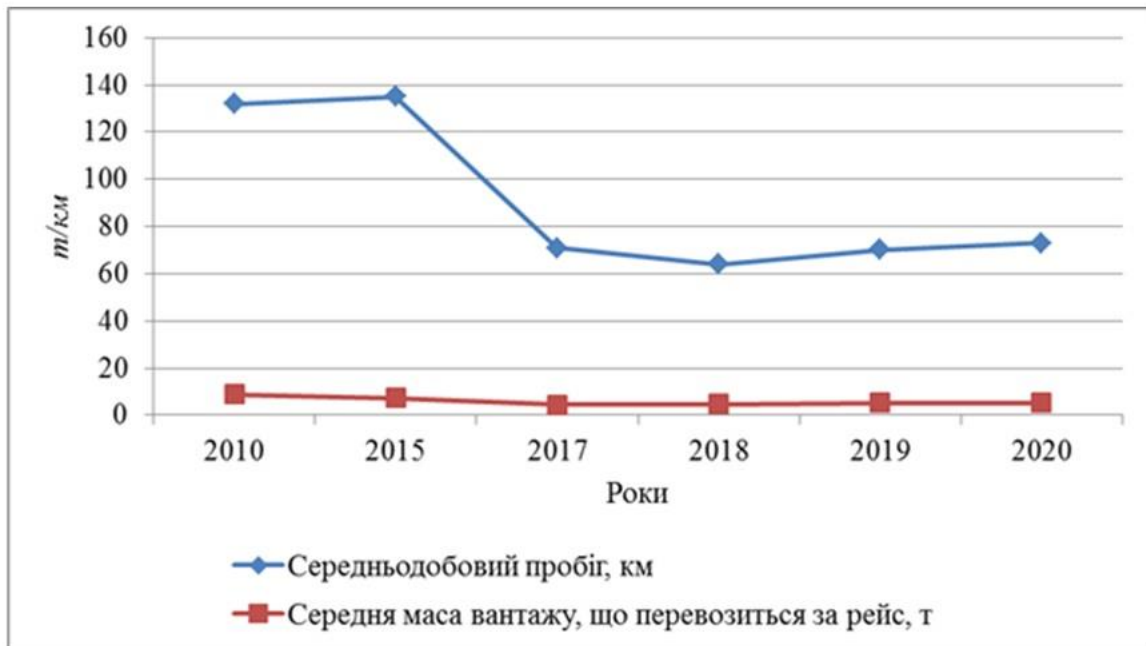


Рисунок А.6 – Слайд 6 мультимедійного демонстраційного матеріалу

## Опис об'єкта дослідження

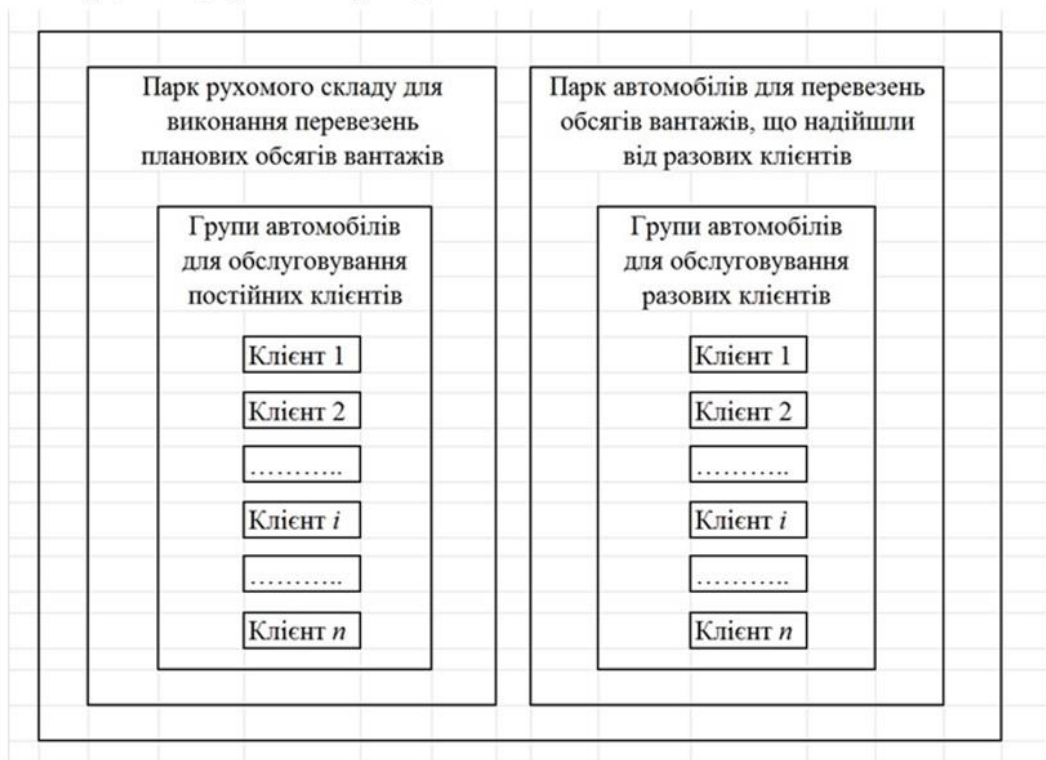
Парк вантажних автомобілів сучасної автотранспортної фірми можна поділити за призначенням на дві групи:

- парк автомобілів для виконання договірних обсягів перевезень
- парк автомобілів для виконання разових заявок на перевезення вантажів.

Розрахунок раціональної структури парку в такому випадку проводяться для кожної групи окремо відповідно до призначення транспортних засобів.

Рисунок А.7 – Слайд 7 мультимедійного демонстраційного матеріалу

## Структура парку вантажних автомобілів



8

Рисунок А.8 – Слайд 8 мультимедійного демонстраційного матеріалу

## Критерії ефективності застосування різних типів рухомого складу

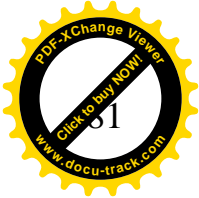
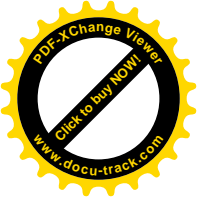
Ефективності застосування різних типів рухомого складу в різних умовах експлуатації необхідно пов'язати експлуатаційно-технічні та транспортно-експлуатаційні якості автомобіля за двома основними параметрами:

- динамічність автомобіля, тобто. визначити, якою мірою можливості, закладені в конструкцію автомобіля, реалізуються в конкретних умовах експлуатації (дорожні умови, навантаження, відстань перевезень та ін.);

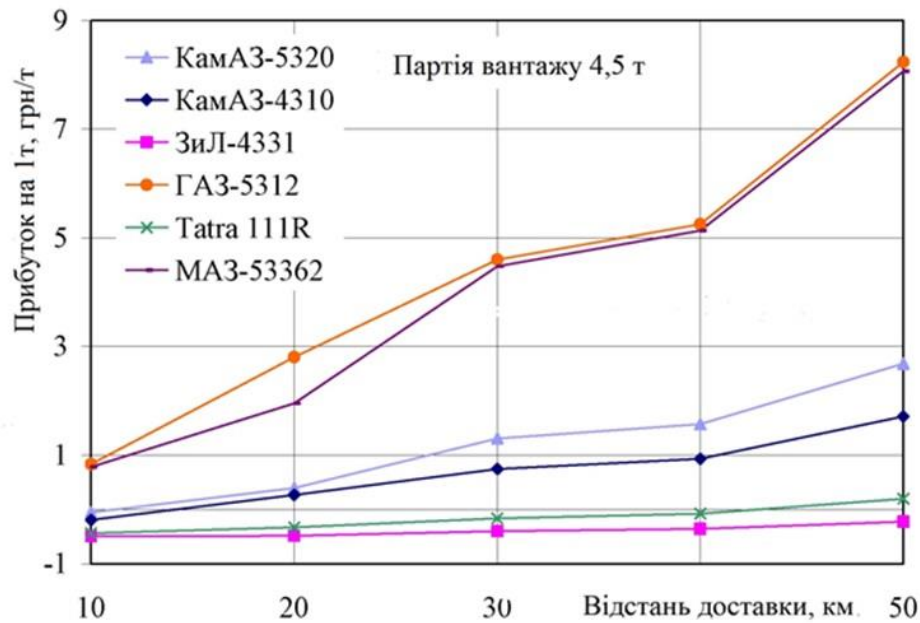
- економічність автомобіля, тобто. визначити залежність основних експлуатаційних витрат від навантаження, дорожніх умов, швидкості та режиму руху.

9

Рисунок А.9 – Слайд 9 мультимедійного демонстраційного матеріалу



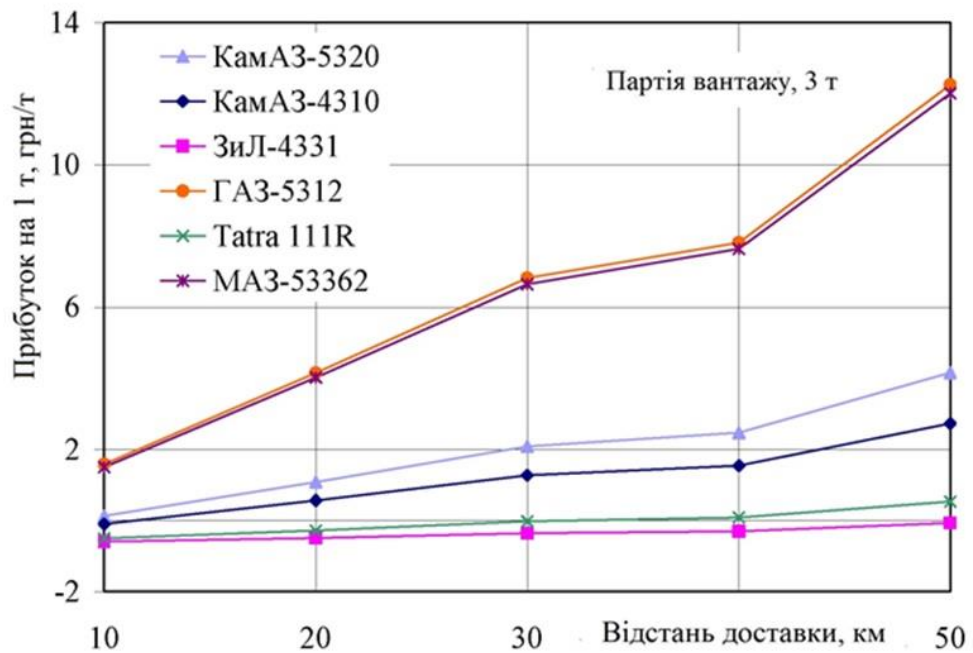
## Залежність прибутку від відстані доставки (партія 4,5 т)



10

Рисунок А.10 – Слайд 10 мультимедійного демонстраційного матеріалу

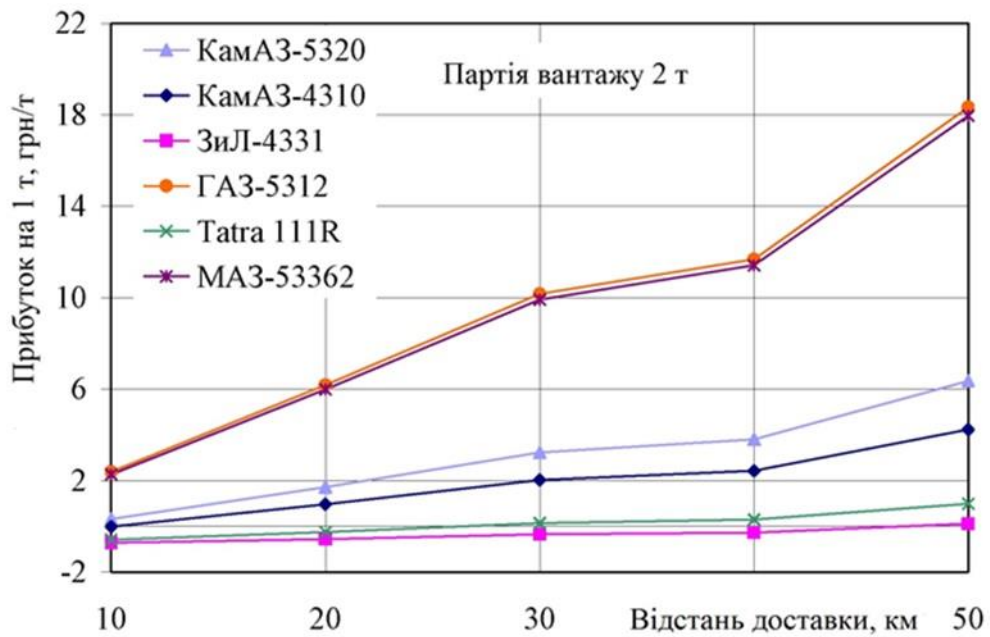
## Залежність прибутку від відстані доставки (партія 3 т)



11

Рисунок А.11 – Слайд 11 мультимедійного демонстраційного матеріалу

## Залежність прибутку від відстані доставки (партія 2 т)



12

Рисунок А.12 – Слайд 12 мультимедійного демонстраційного матеріалу

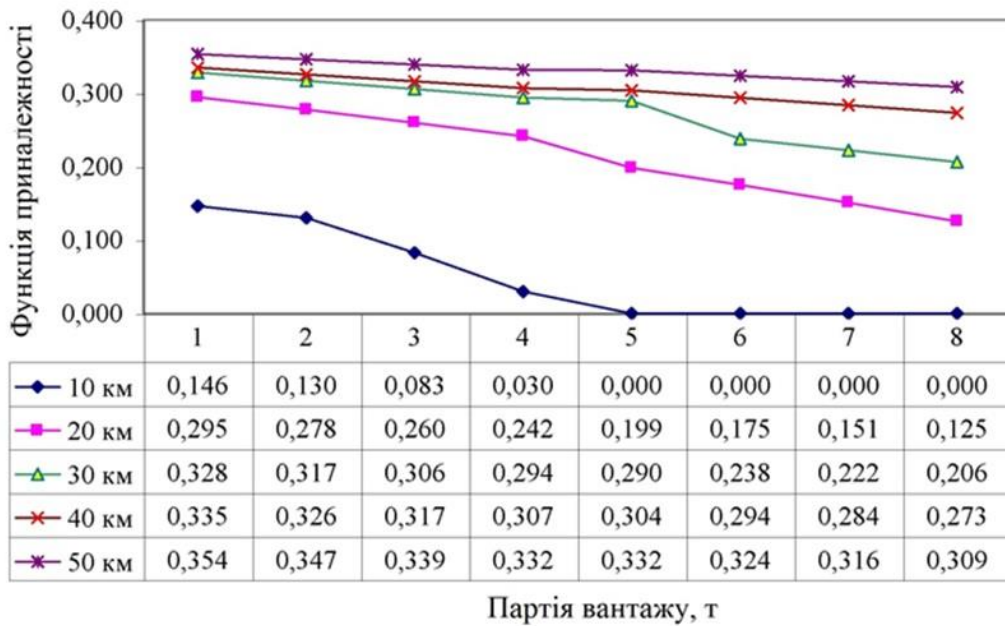
## Області ефективного використання автомобілів, км

Модель автомобіля	Партія вантажу, т		
	4,5	3	2
КамАЗ-5320	20...50	10...50	10...50
КамАЗ-4310	20...50	20...50	20...50
ЗиЛ-4331	-	-	50
ГАЗ-5312	10...50	10...50	10...50
Tatra 111K	50	40...50	30...50
МАЗ-53362	10...50	10...50	10...50

13

Рисунок А.13 – Слайд 13 мультимедійного демонстраційного матеріалу

## Функції приналежності для автомобіля КамаЗ-5320



14

Рисунок А.14 – Слайд 14 мультимедійного демонстраційного матеріалу

## Значення функції приналежності

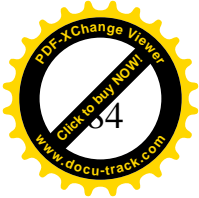
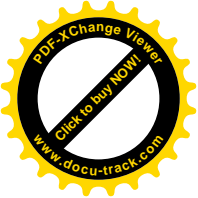
Модель	Відстань, км	Партія вантажу, т							
		1	2	3	4	5	6	7	8
КамаЗ-5320	10	0,147	0,13	0,083	0,03	0	0	0	0
	20	0,296	0,278	0,26	0,242	0,199	0,175	0,151	0,125
	30	0,329	0,317	0,306	0,294	0,29	0,238	0,222	0,206
	40	0,336	0,326	0,317	0,307	0,304	0,294	0,284	0,273
	50	0,354	0,347	0,339	0,332	0,332	0,324	0,316	0,309
КамаЗ-4310	10	0,059	0	0	0	0	0	0	0
	20	0,175	0,156	0,136	0,115	0,134	0,034	0	0
	30	0,212	0,199	0,186	0,173	0,164	0,238	0	0
	40	0,219	0,208	0,198	0,187	0,18	0,168	0	0
	50	0,239	0,231	0,223	0,215	0,211	0,202	0	0
Зил-4331	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0	0	0
	40	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	0,015	0,006	0	0	0	0	0	0

Модель	Відстань, км	Партія вантажу, т							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ГАЗ-5312	10	1	1	1	1	1	0	0	0
	20	1	1	1	1	0	0	0	0
	30	1	1	1	1	0	0	0	0
	40	1	1	1	1	0	0	0	0
	50	1	1	1	1	0	0	0	0
Татра Т118	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0
	30	0,029	0,013	0	0	0	0	0	0
	40	0,038	0,024	0,011	0	0	0	0	0
	50	0,064	0,054	0,043	0,033	0,023	0,012	0	0
МАЗ-53022	10	0,807	0,952	0,949	0,945	1	1	1	1
	20	0,974	0,97	0,969	0,967	1	1	1	1
	30	0,979	0,975	0,975	0,974	1	1	1	1
	40	0,981	0,978	0,978	0,978	1	1	1	1
	50	0,983	0,98	0,98	0,98	1	1	1	1

15

Рисунок А.15 – Слайд 15 мультимедійного демонстраційного матеріалу



## ВИСНОВКИ

1. Відповідно до проведених на автомобільному транспорті досліджень, найважливішим фактором, від якого залежить ефективність роботи автотранспортної фірми, є структура парку рухомого складу. Таким чином, під час управління сучасним автотранспортним підприємством насамперед необхідно проводити роботи з раціоналізації структури парку рухомого складу.

2. Існуючі методики розрахунку структури парку вантажних автомобілів мають низку недоліків. Крім того, в умовах конкурентного ринку необхідні нові підходи до формування структури автопарку, що дозволяють найповніше адаптувати систему парку рухомого складу щодо динаміки та кон'юнктури ринку автотранспортних перевезень.

3. Вирішення поставлених задач дозволить усунути недоліки існуючих методик та отримати математичні моделі та практичні рекомендації для формування парку вантажних автомобілів, експлуатація якого призведе до найбільш повного задоволення потреб населення.

16

Рисунок А.16 – Слайд 16 мультимедійного демонстраційного матеріалу

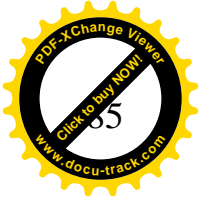
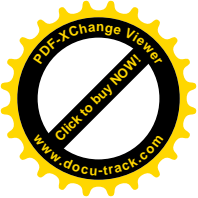
## Висновки (продовження)

4. При розрахунку раціональної структури необхідно розділяти парк автомобілів обслуговування потоку разових заявок і парк до роботи з постійної клієнтурою. Структура парку для постійної клієнтури описується матрицею розмірністю  $n \times m$ , де  $n$  – кількість клієнтів,  $m$  – кількість моделей автомобілів, а елементи матриці – потрібна кількість автомобілів. Склад автопарку для обслуговування разових заявок описується вектором, кількість елементів якого - кількість груп автомобілів за вантажопідйомністю, а елементи - кількість вантажних автомобілів. При цьому існує оптимальний варіант описаних матриці та вектора, при якому прибуток автотранспортної фірми буде максимальним, а потреби клієнтури задоволені повністю.

5. Для визначення прогнозних значень попиту удосконалено модель, засновану на розрахунку нестационарних параметрів попиту.

17

Рисунок А.17 – Слайд 17 мультимедійного демонстраційного матеріалу



## **Висновки (продовження)**

6. Розглянута математична модель визначення найефективніших автомобілів пропонується застосовувати галузі ефективного використання для обліку партійності перевезень вантажів. При виборі моделей вантажних автомобілів обслуговування постійної клієнтури запропоновано оцінювати ефективність використання рухомого складу виходячи з функцій приналежності нечіткому безлічі оптимальних автомобілів. Даний підхід дозволить найбільш ефективно використовувати наявний парк рухомого складу та оцінити ефективність експлуатації альтернативних моделей вантажних автомобілів.

18

Рисунок А.18 – Слайд 17 мультимедійного демонстраційного матеріалу

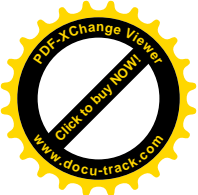
## **Висновки (продовження)**

7. Визначено галузі ефективного використання вантажних автомобілів на підставі яких можна зробити висновок про недоцільність використання автомобілів ЗіЛ-4331 при обслуговуванні клієнтури та про ефективність використання автомобілів МАЗ-53362 та ГАЗ-5312. Для автопарку підприємства отримано функцію власності, що визначає ефективність використання конкретних моделей автомобілів.

8. Теоретично обґрунтовано закони розподілу випадкових величин параметрів потоку – інтервалу надходження заявки та обсягу партії вантажу. Проведено емпіричні дослідження законів розподілу даних величин. Практично отримані результати збігаються з теоретично обґрунтованими законами: інтервал надходження заявки розподілено за показовим законом, обсяг вантажу – за нормальним, відстань доставки – за рівномірним.

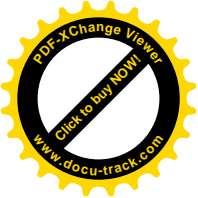
19

Рисунок А.19 – Слайд 17 мультимедійного демонстраційного матеріалу



## Висновки (продовження)

9. Оптимальна кількість груп автомобілів у структурі автопарку визначається середнім інтервалом надходження заявки, а також максимальними значеннями нульового пробігу та відстані доставки. Найбільш значущими показниками, що визначають потрібну кількість автомобілів, є середній інтервал надходження заявки та середня величина партії вантажу. Розроблені на підставі аналізу рекомендації щодо формування структури автопарку становлять практичну цінність і можуть бути використані при прийнятті оперативних управлінських рішень у процесі обслуговування потоку заявок на перевезення вантажів.



## ДОДАТОК Б

(обов'язковий)

### ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Таблиця Б.1 – Відомість матеріалів дипломної магістерської роботи, наданих до захисту

№ з/п	Матеріал ДМР, наданий до захисту	Кількість аркушів (листів)	Найменування матеріалу
1	Дослідження організації вантажних перевезень автотранспортом	87	Пояснювальна записка
2	Мультимедійний демонстраційний матеріал до дипломної роботи	20 слайдів	Презентація