

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

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

ПОКРАЩЕННЯ МЕТОДИКИ ПЛАНУВАННЯ МІЖМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ  
ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЯМИ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ГРІН КУЛ» МІСТО ВІННИЦЯ

Виконав: студент 2-го курсу, групи ІТТ-22м  
спеціальності 275 – Транспортні технології (за  
видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні  
технології (на автомобільному транспорті)

  
\_\_\_\_\_ Табаков Б.В.

Керівник: к.т.н., ст. викл. АТМ

  
\_\_\_\_\_ Антонюк О.П.

« 08 » грудня 2023 р.

Опонент: к.т.н., доц. кафедри АТМ  
Піонтишев О.В.

« 08 » грудня 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

  
\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 11 » грудня 2023 р.

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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)

Галузь знань – 27 – Транспорт

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

«19» 12 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Табакова Богдана Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Покращення методики планування міжміських перевезень вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця

керівник роботи Антонюк Олег Павлович, к.т.н., старший викладач,  
затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; район експлуатації автомобілів – Україна, м. Вінниця; досліджувані моделі АТЗ – транспортні засоби ТОВ «ГРІН КУЛ»; об'єкт дослідження – процес здійснення міжміських вантажних автомобільних перевезень; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

- 1) Аналіз шляхів покращення ефективності міжміських вантажних автомобільних перевезень
- 2) Теоретичне обґрунтування оцінки ефективності виконання міжміських вантажних автомобільних перевезень
- 3) Дослідження факторів, що впливають на матеріальні витрати при здійсненні міжміських вантажних перевезень
- 4) Вдосконалення методики планування міжміських перевезень вантажів
- 5) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1-3 Тема, мета та завдання дослідження.

4 Класифікація факторів, які впливають на витрату палива



- 5-7 Математична модель для визначення витрати палива при плануванні міжміських вантажних перевезеннях
- 8 Алгоритм процедури проведення факторного аналізу
- 9 Алгоритм вибору ефективного замовлення на перевезення
- 10 Порівняння моделей для визначення витрати палива автопоїздом
- 11 Алгоритм послідовності виконання розрахунків
- 12 Принцип роботи системи штатного технічного комплексу
- 13 Результати оцінки сукупного впливу факторів на витрату палива вантажним транспортом при міжміських перевезеннях
- 14 Залежності впливу віку РС та його завантаження на матеріальні витрати необхідні для підтримки в працездатному стані вантажних автомобілів
- 15 Залежності впливу коефіцієнта використання вантажопідйомності на матеріальні витрати на паливо та ремонт РС
- 16-17 Розрахунок економічного ефекту від застосування методики планування міжміських перевезень вантажів в умовах ТОВ «ГРІН КУЛ»
- 18 Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Антонюк О.П. ст. викл. кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Г.В., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання « 19 » вересня 2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	19.09-02.10.2023	виконав
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	19.09-02.10.2023	виконав
3	Обґрунтування методів досліджень	19.09-02.10.2023	виконав
4	Розв'язання поставлених задач	03.10-20.11.2023	виконав
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	21.11-29.11.2023	виконав
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	07.11-27.11.2023	виконав
7	Виконання розділу «Економічна частина»	07.11-27.11.2023	виконав
8	Нормоконтроль МКР	30.11-04.12.2023	виконав
9	Попередній захист МКР	05.12-07.12.2023	виконав
10	Рецензування МКР	08.12-11.12.2023	виконав
11	Захист МКР	12.12-22.12.2023	виконав

Студент

Табаків Б.В.

Керівник роботи

Антонюк О.П.



## АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Табаків Б. В. Покращення методики планування міжміських перевезень вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології. Вінниця: ВНТУ, 2023. 101 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 47 назв; рис.: 20; табл. 20.

У магістерській кваліфікаційній роботі на основі проведеного теоретичного дослідження впливу конкретних умов експлуатації на оцінку змінних витрат при оперативному плануванні міжміських вантажних автомобільних перевезень, визначено основні фактори, до яких належать маса вантажу, що перевозиться, вік рухомого складу і стиль водіння.

Встановлено залежності впливу коефіцієнта використання вантажопідйомності, віку рухомого складу та стилю водіння на витрату палива при міжміських вантажних автомобільних перевезеннях сідельними тягачами з напівпричепами по міжміській мережі доріг.

Удосконалено методику оперативного планування виконання перевезень за критерієм максимального питомого маржинального прибутку з урахуванням конкретних умов організації міжміських вантажних автомобільних перевезень, яка враховує вік рухомого складу, стиль водіння та коефіцієнт використання вантажопідйомності при визначенні змінних витрат.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як причини виникнення, дія на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів у зоні поточного ремонту; оцінка факторів виробничого і трудового процесів, гігієнічна оцінка умов праці; рекомендації щодо поліпшення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Графічна частина складається з 18 слайдів

Ключові слова: міжміські перевезення, рухомий склад, маршрут, умови експлуатації, швидкість транспортного сполучення, транспортний процес.



## ABSTRACT

UDC 629.113

Tabakov B.V. Enhanced methods for planning inter-city transportation of goods by vehicles of the partnership with interconnected service "GREEN COOL" in the city of Vinnytsia. Master's qualification in specialty 275 – Transport technologies. Vinnytsia: VNTU, 2023. 101 p.

In Ukrainian movie Bibliography: 47 titles; Fig.: 20; table 20.

In the master's qualification work, based on the theoretical research carried out, the influx of specific minds into the assessment of variable costs during the operational planning of inter-city motor vehicle transportation, determined The main factors that determine the weight of what is transported are the type of warehouse and the style of shipping.

The dependency of the injection coefficient of the vikoristic vantage capacity, the age of the dry warehouse and the style of water for the drying of the fire during interim motor vehicle transport by truck tractors with fuel pumps has been established. The borders of the roads.

The method of operational planning of commercial transportation has been improved according to the criterion of maximum profit margin profit with the coordination of specific minds in the organization of interim commercial automobile transportation, which is responsible for the maintenance of dry warehouses, the style of water supply and coffee. the value of the value of the vantage point with the required change in costs.

In the protection department, the following nutritional measures have been taken into consideration: the causes of guilt, the effect on the human body and the regulation of wasteful and unsafe viral factors in the in-line repair zone; assessment of factors of industrial and labor processes, hygienic assessment of the minds of workers; Recommendations to improve the minds of the people, as well as fire safety standards are reviewed.

The graphic part consists of 18 slides

Key words: intercity transportation, dry goods warehouse, route, efficiency, speed of transport, transport process.



## ЗМІСТ

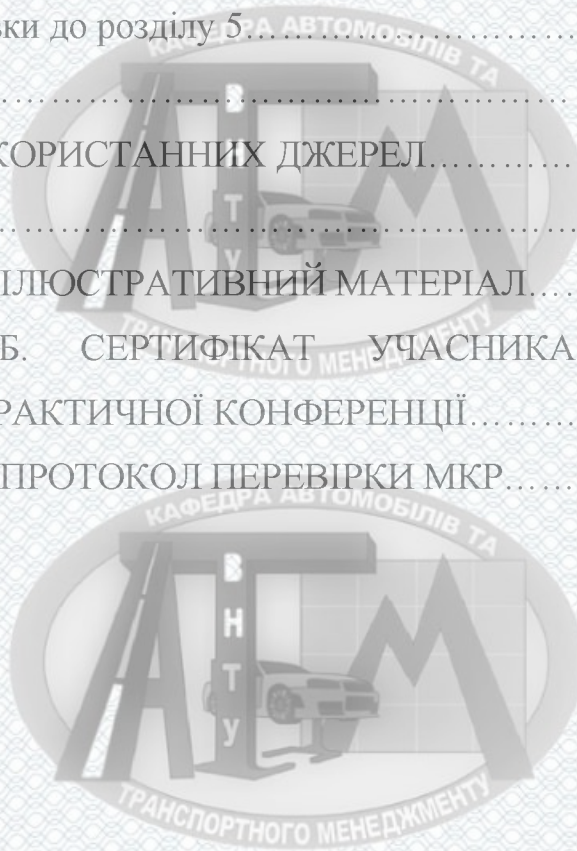
ВСТУП.....	9
1. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖМІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	12
1.1 Аналіз законодавчого підґрунтя, що застосовується при плануванні вантажних перевезень для нормування витрати палива	12
1.2 Аналіз методик, що використовуються при плануванні перевезень вантажів для розрахунку витрати палива.....	19
1.3 Аналіз факторів, що впливають на витрату палива вантажних автомобілів.....	33
1.4 Аналіз факторів, що впливають на матеріальні витрати необхідні для підтримки в працездатному стані вантажних автомобілів.....	42
1.5 Висновки до розділу 1.....	44
2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ МІЖМІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	46
2.1 Факторний аналіз: кількісна оцінка впливу факторів, що впливають на виконання міжміських вантажних автомобільних перевезень.....	46
2.2 Економічна доцільність використання транзитних провізних можливостей вантажного транспорту.....	49
2.3 Математична модель для визначення витрати пального при плануванні міжміських вантажних перевезеннях.....	54
2.3 Висновки до розділу 2.....	58
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА МАТЕРІАЛЬНІ ВИТРАТИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖМІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	60



3.1	Загальна методика розрахунково - експериментальних досліджень.....	60
3.2	Аналіз особливостей вантажного автомобільного транспорту, що використовується ТОВ «ГРІН КУЛ» для міжміських перевезень вантажів.....	63
3.3	Оцінка сукупного впливу факторів на витрату палива вантажним транспортом при міжміських перевезеннях.....	69
3.4	Оцінка впливу віку рухомого складу на матеріальні витрати необхідні для підтримки в працездатному стані вантажних автомобілів.....	75
3.5	Оцінка впливу завантаження на матеріальні витрати необхідні для підтримки в працездатному стані вантажних автомобілів.....	76
3.6	Висновки до розділу 3.....	78
4	ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПЛАНУВАННЯ МІЖМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ.....	80
4.1	Вдосконалення методики планування міжміських перевезень вантажів в умовах ТОВ «ГРІН КУЛ».....	80
4.2	Розрахунок економічного ефекту від застосування методики планування міжміських перевезень вантажів в умовах ТОВ «ГРІН КУЛ».....	83
4.3	Висновки до розділу 4.....	85
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	86
5.1	Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці.....	87
5.1.1	Мікроклімат та склад повітря робочої зони.....	87
5.1.2	Виробниче освітлення.....	89
5.1.3	Виробничі віброакустичні коливання.....	90
5.1.4	Виробничі випромінювання.....	91
5.2	Технічні рішення з безпеки при проведенні покращення методики планування.....	92



5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць.....	92
5.2.2 Електробезпека.....	93
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	93
5.4 Висновки до розділу 5.....	95
ВИСНОВКИ.....	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	97
ДОДАТКИ.....	102
ДОДАТОК А. ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ.....	103
ДОДАТОК Б. СЕРТИФІКАТ УЧАСНИКА МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ.....	122
ДОДАТОК В. ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МКР.....	123





## ВСТУП

**Актуальність теми.** У сучасних умовах перевізникам необхідно шукати додаткові резерви для підвищення ефективності використання рухомого складу (РС) та зниження собівартості вантажних перевезень.

Наразі близько чверті підприємств вантажного автомобільного транспорту є збитковими. Така ситуація спостерігається вже протягом багатьох років з незначними коливаннями, що свідчить про те, що кризи, що періодично з'являються, не мають істотного впливу на ефективність роботи автотранспортних підприємств.

При здійсненні оперативного планування міжміських вантажних автомобільних перевезень основними завданнями за значимістю та витратами часу є пошук замовлень на перевезення та їхня порівняльна оцінка з точки зору економічної ефективності для автотранспортного підприємства.

У існуючій методиці вибору ефективних замовлень за критерієм питомого маржинального прибутку змінні витрати оцінюються усереднено, без урахування конкретних умов виконання замовлень. Оцінка конкретних умов експлуатації транспорту відбувається у системі «водій-автомобіль-вантаж», яка істотно впливає на фактичні змінні витрати при здійсненні перевезення.

Основною статтею змінних витрат при міжміських перевезеннях вантажів є витрати на паливо, на які впливають усі елементи системи «водій-автомобіль-вантаж», що визначаються насамперед такими факторами, як стиль водіння, вік рухомого складу та маса вантажу. Існуючі методики нормативної оцінки впливу конкретних умов експлуатації на витрати пального не відповідають сучасному рівню розвитку техніки та технологій. Більше того, такий фактор, як стиль водіння ніяк не враховується в чинних нормах, хоча фахівцями відзначається значний вплив цього фактора. Також залишаються маловивченими питання впливу маси вантажу на витрати на ремонт.

У цьому зв'язку дослідження з підвищення ефективності оперативного планування роботи міжміського вантажного автомобільного транспорту на



основі більш точного обліку змінних витрат, в умовах ТОВ «ГРІН КУЛ», є актуальними.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету і є невід'ємною частиною досліджень пов'язаних з підвищенням якості вантажних автомобільних перевезень.

**Мета роботи** – підвищення ефективності оперативного планування міжміських перевезень вантажів ТОВ «ГРІН КУЛ» шляхом удосконалення методики формування замовлень на перевезення з урахуванням конкретних умов експлуатації автомобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

1) провести теоретичне дослідження факторів, що визначають конкретні умови експлуатації та їх вплив на змінні витрати під час виконання замовлень на міжміські вантажні автомобільні перевезення;

2) провести теоретичне дослідження факторів, що впливають на витрати на ремонт, та запропонувати математичну модель впливу віку рухомого складу на витрати на ремонт;

3) удосконалити методику обґрунтування вибору замовлень за критерієм питомого маржинального прибутку за конкретних умов організації міжміських вантажних автомобільних перевезень.

**Об'єкт дослідження** – процес здійснення міжміських вантажних автомобільних перевезень.

**Предмет дослідження** – закономірності впливу умов експлуатації автомобілів на процес оперативного планування міжміських вантажних автомобільних перевезень.

**Методи дослідження, достовірність та обґрунтованість результатів.** Теоретичні дослідження виконувались з використанням положень теорії вантажних автомобільних перевезень, теорії технічної експлуатації автомобілів, теорії ймовірностей та математичної статистики з урахуванням сучасних наукових методів кореляційно-регресійного аналізу. Достовірність



запропонованої методики та висновки підтверджуються позитивними результатами практичного застосування під час реалізації міжміських перевезень вантажів ТОВ «ГРІН КУЛ».

**Новизна одержаних результатів** полягає в удосконаленні:

- методики визначення витрати палива для міжміських вантажних автомобільних перевезень, що відрізняється від чинної нормативної уточненням впливу на витрату палива маси вантажу, що перевозиться, та віку рухомого складу, а також з урахуванням стилю водіння.
- методики вибору замовлень на перевезення вантажів, що відрізняється від відомих урахуванням конкретних умов організації міжміських вантажних автомобільних перевезень.

**Практична значимість отриманих результатів.** У результаті впровадження запропонованої методики у транспортний процес підвищується ефективність міжміських вантажних автомобільних перевезень за рахунок більш точного обліку чинників, які впливають змінні витрати.

**Достовірність теоретичних положень** підтверджується застосуванням сучасних методів обробки статистичних даних з використанням репрезентативних обсягів вибірок, відсутністю протиріч між отриманими результатами та висновками теоретичних досліджень.

**Апробація роботи.** Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи було представлено на XVI міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» – 5 жовтня 2023 року – 20 травня 2024 року– Україна, Вінниця, ВНТУ.

**Публікації.** Антонюк О.П. Теоретичне дослідження впливу рівня завантаженості вантажних транспортних засобів на матеріальні витрати для підтримки їх в працездатному стані / О.П. Антонюк, Б.В. Табаков // Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць. Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет. - Вінниця: ВНТУ, 2023.- С. 38-40.



# 1 АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖМІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Аналіз законодавчого підґрунтя, що застосовується при плануванні вантажних перевезень для нормування витрати палива

Норми витрати палива та мастильних матеріалів призначені для планування їх використання та оцінки ефективності використання рухомого складу автомобільного транспорту. Норми витрати палива та мастильних матеріалів встановлюються стосовно місцевих умов транспорту для конкретної моделі, марки або модифікації з урахуванням умов експлуатації. При нормуванні витрати палива враховується базове значення витрати палива, що визначається для кожної моделі, марки чи модифікації автомобіля як загальноприйнятої норми і розрахункове нормативне значення витрати палива, враховує виконувану транспортну роботу та умови експлуатації автомобілів.

Норми враховують не тільки пробіг автомобілів, а й виконувану транспортну роботу, а також відстань перевезень з вантажем, крім того, норми диференційовані за дорожніми та кліматичними умовами.

З урахуванням змін формула набула вигляду:

$$Q_n = 0,01 \cdot (H_{sn} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 \pm 0,01 \cdot D), \quad (1.1)$$

Норма витрати палива на 100 км пробігу автопоїзда визначається за такою формулою:

$$H_{sn} = H_S + H_o \cdot G_{np} \cdot N_{np}, \quad (1.2)$$

де  $H_S$  – норма витрати палива на 100 км пробігу автомобіля (тягача),



л/100×км;

$H_{\partial}$  – надбавка на додаткову масу причепа, л/100 т×км;

$G_{np}$  – маса причепа, т;

$N_{np}$  – кількість причепів.

Стандарти встановлюють такі показники: витрати палива на заданих швидкостях руху, контрольна витрата палива в міському і магістральному циклі на дорозі, паливна характеристика руху, максимальна швидкість автомобіля, час розгону на заданому шляху і т.д.

Окремий етап розвитку в галузі нормування витрати палива розпочався з 01.10.1993 року прийняттям «Норм витрати палив та мастильних матеріалів на автомобільному транспорті», затверджених Департаментом автомобільного транспорту.

Чергові зміни до норм витрат палива були введені у 2008 році, де для автомобілів встановлені такі види:

- базова норма, л/100 км пробігу автомобіля у спорядженому стані;
- транспортна норма, л/100 км пробігу під час приведення транспортної норми роботи: самоскида, де враховується споряджена маса та нормоване завантаження самоскида (з коефіцієнтом 0,5); автобусу де враховується споряджена маса та нормоване завантаження пасажирів;

- транспортна норма, л/100 т - км під час проведення транспортної роботи вантажного транспорту, де враховується додаткова витрата до базової норми витрати палива під час руху транспорту з вантажем, автопоїзда з причепом або напівпричеп. Додаткова норма витрати пального на транспортну роботу використовується для встановлених раніше коефіцієнтів на кожну тонну вантажу, що перевозиться, маси причепа та напівпричепа для автомобілів, відповідно, з дизельними двигунами - до 1,3 л/100 т - км та бензиновими двигунами – до 2,0 л/100 т – км.

Формули базової норми витрати палива для легкових автомобілів, що рухаються тільки двигуном внутрішнього згорання або гібридним пристроєм:



$$H_S = K_{HS} \cdot Q_{R101}, \quad (1.3)$$

де  $H_S$  - базова норма витрати пального, л/100 км;

$Q_{R101}$  – витрата палива за даними заводу-виробника, отриманим відповідно до процедури випробувань, описаної до Правил ООН № 101, л/100км;

$K_{HS}$  – поправочний коефіцієнт, що враховує характеристики колісних транспортних засобів.

Аналіз даного періоду державного регулювання в галузі нормування витрати палива показує, що в даний час методичні рекомендації «Норми витрати палив та мастильних матеріалів на автомобільному транспорті» концептуально не змінилися порівняно з попередніми, тільки були поправки та додавання базових норм витрати палива.

Нормативи витрати палива в Україні [16] були затверджені 10.02.1998р. На основі наказу Мінтрансу України від 10 лютого 1998 р. №43, були зміни та доповнення: «Про затвердження Норм витрати палива та мастильних матеріалів на автомобільному транспорті» від 17 грудня 2002 року №893, від 16 лютого 2004 року № 99, від 5 серпня 2008 року № 973, наказом Міністерства інфраструктури України від 24 січня 2012 року № 36. Наказом Мінтрансу України від 16 лютого 2004 року № 99, «Про внесення змін витрат палива та мастильних матеріалів на автомобільному транспорті» було внесено такі зміни:

- додано гранично допустиму норму витрати палива на транспортну роботу (для автопоїздів, повна маса та максимальна швидкість яких дорівнює або перевищує відповідно 40 тонн та 100 км/год у розмірі 1,0 л на 100 т - км для дизельного палива, для магістральних перевезень сучасними вантажними автомобілями рекомендується норма витрати палива на транспортну роботу в межах 0,6...0,8 л дизельного палива на 100 т - км;
- додано базові норми для нових автомобілів.



За наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 5 серпня 2008 р. №973 доповнилися ідентифікаційні дані автобусів виробництва ЗАТ "ЗАЗ" та ЗАТ "БАЗ". У редакції наказу Міністерства інфраструктури України від 24.01.2012 р. №36 було додано нові моделі та уточнено поправочні коефіцієнти, а також гранично допустимі (максимальні) норми; витрата палива на транспортну роботу залежно від виду палива становить: бензин – 2,0 л/100 т – км, дизельне паливо - 1,3 л/100 т – км. Працюючи за межами міста на дорогах з твердим покриттям (дорогах з асфальтобетону, цементобетону), гранично допустимі норми на виконання транспортної роботи в залежності від виду палива становлять: бензин - 1,4 л/100 т - км; дизельне паливо – 0,9 л/100 т – км, а при магістральних перевезеннях сучасними вантажними автомобілями рекомендувалася норма витрати палива на транспортну роботу в межах 0,55...0,7 л дизельного палива на 100 т – км (змінилася від попереднього наказу).

У європейських країнах нормування витрати палива проводиться у відповідності до методики вимірювань витрати палива та викидів CO<sub>2</sub>. Вона затверджена Директивами 93/12/ЄЕС, 2003/17/ЄС, 98/70/ЄС, ЄС 715/2007, 2007/46/ЄС, регламентом Комісії (ЄС) 2017/2400 від 12 грудня 2017 року, який реалізує Регламент (ЄС) № 595/2009 Європейського парламенту та Ради щодо визначення викидів CO<sub>2</sub> та витрати палива для транспортних засобів великої вантажопідйомності, а також поправками до Директиви 2007/46/ЄС Європейського Парламенту та Регламенту Ради та Комісії (ЄС) № 582/2011 та Регламенту Комісії (ЄС) 2019/318 з поправками до Регламенту (ЄС) /2400 та Директивою 2007/46/ЄС Європейського парламенту та Ради щодо визначення викидів CO<sub>2</sub> та витрати палива для транспортних засобів великої вантажопідйомності. В усіх цих документах відсутні конкретні значення витрати палива [30].

На даний час у Європі витрата палива оцінюється з урахуванням викидів вуглекислого газу. Викиди CO<sub>2</sub> та витрата палива автомобіля розраховуються прямо пропорційно одне одному. Таким чином, зниження



викидів CO<sub>2</sub> також призводить до зниження витрати палива.

Виділення вуглекислого газу автотранспортом прямо пропорційне кількості витраченого палива. Для автовиробників у Євросоюзі період з 1 липня 2019 року до 30 червня 2020 року був прийнятий за базовий. Щодо цього актуального рівня витрати палива виготовлених автомобілів встановлено цільовий показник зниження витрати палива для нових автомобілів до 2025 року на 15%, і до 2030 року на 30%. Ця вимога не відноситься до автобусів та комунальної техніки. Зниження планується досягти за рахунок масового впровадження на всіх моделях автомобілів гібридних технологій, систем зупинки двигуна на світлофорах, відключення циліндрів під неповним навантаженням, рекуперації енергії, аеродинамічної оптимізації та інших заходів.

У віддаленій перспективі заплановано (але ще не закріплено законодавчо) до 2050 року перейти в Євросоюзі до виробництва автотранспорту з нульовим вихлопом, тобто лише електричних автомобілів на акумуляторних батареях або водневих паливних елементах.

Згідно з Директивою ЄС 2017/2400, з 1 січня 2019 року кожен вантажний автомобіль, що випускається в Євросоюзі, повною масою понад 16 т з колісною формулою 4×2 або 6×2 повинен поставлятися із заводу-виробника зі спеціальним супровідним документом Customer Information File (CIF). Цей документ супроводжує транспортний засіб весь час його експлуатації до списання. У ньому міститься інформація про викиди CO<sub>2</sub> (як основного парникового газу) та витрату палива цим транспортним засобом за циклом VECTO. З 1 січня 2020 року цей документ необхідний для встановлення на облік вантажних автомобілів з колісною формулою 4×2 повною масою менше 16 т. З 1 липня 2020 року Customer Information File буде необхідний і для вантажних автомобілів з колісними формулами 6×4 та 8×4. Вантажні автомобілі з усіма іншими колісними формулами поки що звільнені від необхідності мати цей документ [30].

Цикл VECTO розроблений для виробників автотранспорту в



Об'єднаному дослідницькому центрі Ispra Єврокомісії ЄС. Безкоштовна програма, що постійно оновлюється, для розрахунку витрати палива за циклом VECTO завжди знаходиться у вільному доступі на сайті Єврокомісії ЄС. Цикл розроблений з використанням аналітичних експертних методів і показав високу точність результатів, розрахованих за електронною моделлю, значення фактичних вимірів, неодноразово проведених при натурних випробуваннях на маршрутах у північній Італії. Програма розраховує лише витрату палива в л/100 км, величина викиду вуглекислого газу в г/км обчислюється за значенням витрати палива.

Для дизельного палива за кожен літр на 100 км викид CO<sub>2</sub> становить 26,39 г/км. Як приклад, для усередненого Євросоюзом двовісного тягача з тривісним напівприцепом (дозволена максимальна маса 40 т) із середньозваженою масою вантажу 19,3 т за циклом VECTO Long Haul витрата дизельного палива становитиме 33,6 л/100 км, що в перерахунку дасть значення викидів CO<sub>2</sub> становитиме 886,74 г/км або 45,945 г/100 т×км.

У законодавстві (Директивах) Європи немає конкретних значень витрати палива, але в опублікованих наукових працях можна побачити реальні дані значень витрат палива. Так у Німеччині нормування витрати палива показує, що витрата палива диференційована залежно від повної маси транспортного засобу. Методика нормування витрати палива для вантажних автомобілів на транспортну роботу в Німеччині, залежно від повної маси транспортних засобів, наводиться в роботі Копфера [29] (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Витрата палива на транспортну роботу

Категорія ТЗ	Повна маса, тонн	Витрата палива на транспортну роботу (літрів на 100 т×км)
ТЗ (40)	40	0,36
ТЗ (12)	12	0,76
ТЗ (7,5)	7,5	1,54
ТЗ (3,5)	3,5	3,31



Ця норма розрахунку витрати палива не передбачає врахування умов перевезень, і це може бути правильно для перевезень на великі відстані, оскільки для них частка пробігів містами дуже мала. Однак такий підхід може давати великі відхилення фактичної витрати від нормованої. Але й існуючі поправочні коефіцієнти слабо враховують реальну дорожню обстановку в містах. Автори роботи [29] пропонували нормування витрати палива на транспортну роботу у Франції відповідно до повної маси транспортних засобів та технічної швидкості. Результати розрахунків представлені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Вплив технічної швидкості ТЗ на витрату палива

Максимальне навантаження (т)	Тип ТЗ	Додаткове споживання у літрах на 100 км на додаткову завантажену тонну		
		Швидкість		
		20 км/год	60 км/год	80 км/год
5	Вантажівки із жорсткою рамою 7,5-12т	1,0	0,4	0,7
8,4	Вантажівка 14-20 т	0,9	0,6	0,3
24,7	Вантажівка 34-40 т	0,9	0,6	0,4

У роботі М. Койле [33] розглядається рух тривісного тягача з тривісним напівпричепом у Великій Британії. Автор пропонує розрахунки витрати пального з різним навантаженням, результати представлені у таблиці 1.3.

Аналіз нормування витрат палива у Європі показує, що у законодавстві (директивах) Європейського Союзу відсутні значення норм витрати палива. Результати дослідження у Німеччині, Франції та Великобританії [34] свідчить про те, що нормування витрати пального значно відрізняються від нормування у нашій державі.



Таблиця 1.3 - Вплив завантаження витрати палива на транспортну роботу

Стан транспортного засобу	Загальна витрата палива (л/100 км)	Середня витрата палива на транспортну роботу, (л/100 т×км)	Додаткові витрати пального на транспортну роботу, (л/100 т×км)
Порожній – споряджена маса 15,76 тонни	27,51	-	-
Часткове завантаження - загальна маса 26 тонн	37,97	1	1 (на 10,24 т)
Часткове завантаження - загальна маса 32 тонни	43,26	0,97 (на 16,24 т)	0,88 (на 6 т)
Повне завантаження - повна маса 44 тонни	51,27	0,84 (на 28,24 т)	0,67 (на 12 т)

1.2 Аналіз методик, що використовуються при плануванні перевезень вантажів для розрахунку витрати палива

Питанням розробки та вдосконалення методів нормування витрати палива автомобілями у конкретних умовах експлуатації присвячені роботи багатьох провідних вітчизняних та зарубіжних учених.

Розроблені у науковій школі академіка О.О. Чудакова питання з теорії розрахунку витрати палива автомобіля на цей час отримали значну практичну реалізацію. Розроблено загальні рівняння руху на базі тягового та потужнісного балансу, а також рівняння витрати палива, які стали основою розвитку у всіх подальших використаннях у галузі тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності автомобіля. Є.А. Диваків [31] розробив методику побудови економічних характеристик двигуна при рівномірному та нерівномірному русі автомобіля на різних передачах по



дорогах з урахуванням впливу коефіцієнта сумарного опору руху. Витрата палива при встановленому режимі руху автомобіля виражається за формулою:

$$Q_{S100} = \frac{g_e}{2700 \cdot V_a \cdot \eta_{TP}} \left( \Psi \cdot G \cdot V_a + W \cdot V_a^3 \frac{1}{3,6^2} \right), \quad (1.4)$$

тут  $Q_{S100}$  - Витрата палива, кг/100 км;

$g_e$  - Питома ефективна витрата палива двигуном, г/к.с. • год;

$V_a$  - Швидкість автомобіля, км/год;

$\eta_{TP}$  - Коефіцієнт корисної дії (ККД) трансмісії;

$\Psi$  - Коефіцієнт сумарного дорожнього опору;

$G$  - Повна маса автомобіля, кг;

$W$  - фактор опору повітряного середовища.

Витрата палива автомобіля визначається через питому витрату палива двигуна  $g_e$  та витрати ефективної потужності двигуна  $N$  на подолання різних зовнішніх опорів руху автомобіля.

Витрату палива на 100 км можна підрахувати, якщо відомі годинна витрата палива та швидкість руху автомобіля [46]:

$$Q_S = \frac{g_e \cdot N_e}{10 \cdot V_a \cdot \rho_m}, \quad (1.5)$$

де  $Q_S$  - шляхова витрата палива, л/100 км;

$g_e$  - питома ефективна витрата палива двигуном, г/к.с×год;

$N_e$  – ефективна потужність двигуна, кВт;

$V_a$  – швидкість руху автомобіля, км/год;

$\rho_m$  - витрата палива, г/см<sup>3</sup>.

У іншій роботі Е.А. Чудаковим [29] розроблено основи теоретичної



оцінки паливної економічності за умов рівномірного руху:

$$Q_s = g_e / (2700 \cdot \eta_{TP}) \cdot \left( G_a \cdot \Psi + K \cdot F \cdot \frac{V_a}{13} \right), \quad (1.6)$$

де  $Q_s$  - шляхова витрата палива, л/100 км;

$g_e$  - питома ефективна витрата палива двигуном, г/к.с×год;

$\eta_{TP}$  - коефіцієнт корисної дії (ККД) трансмісії;

$G_a$  - повна маса автомобіля, кг;

$\Psi$  - коефіцієнт сумарного дорожнього опору;

$K$  - коефіцієнт аеродинамічного опору,  $кг \cdot c^2 / m^4$ ;

$F$  - лобова площа автомобіля,  $m^2$ ;

$V_a$  - швидкість автомобіля, км/год.

Відповідно до обліку витрата палива, приведена до транспортної роботи, виконаної автомобілем, за даними Б.С. Фалькевича [32] визначається виразами:

$$Q_s = \frac{9,8 \cdot g_e}{10^2 \cdot 3,6 \cdot \eta_T \cdot G_{ep}} \left( \frac{K \cdot F \cdot V_a^2}{3,6^2} + G_a \cdot \Psi + \frac{G_a}{g} \delta_j \cdot \frac{dV_a}{dt} \right),$$

або

$$Q_s = \frac{9,8 \cdot g_e}{10^2 \cdot 3,6 \cdot \eta_T \cdot G_G} \left( \frac{KF \cdot V_a^2}{3,6^2 \cdot G_a} + \Psi + \frac{\delta_j}{g} \cdot \frac{dV_a}{dt} \right), \quad (1.7)$$

де  $Q_s$  - витрата палива, кг/100 км;

$G_G$  - коефіцієнт використання ваги автомобіля;

$\eta_T$  - ККД трансмісії;



$g_e$  - питома витрата палива в г/ кВт×год ;

$G_a$  - повна вага автомобіля, Н;

$G_{ep}$  - навантаження автомобіля, Н;

$\Psi$  - коефіцієнт сумарного дорожнього опору;

$KF$  - фактор опору повітряного середовища,  $c^2/m^2$ ;

$g$  - прискорення вільного падіння,  $m/c^2$ ;

$\delta_j$  - Коефіцієнт, що враховує моменти інерції частин автомобіля, що обертаються;

$\frac{dV_a}{dt}$  – прискорення автомобіля,  $m/c^2$

У праці Г.В. Зимелева, були встановлені методи оцінки економічності автомобіля як по витраті палива та впливу зовнішніх умов руху (швидкість, якості дороги), так і за основними параметрами самого автомобіля (вага, обтічність, передавальні числа трансмісії). Витрата палива визначається за формулою:

$$Q_s = \frac{g_e}{10 \cdot V_a \cdot \eta_T} (N_f + N_i + N_w), \quad (1.8)$$

де  $Q_s$  – витрата палива, кг/100 км;

$g_e$  – питома витрата палива в г/ кВт×год ;

$V_a$  – швидкість автомобіля, км/год;

$\eta_T$  – ККД трансмісії;

$N_f$  – потужність, що витрачається на подолання опору коченню, кВт;

$N_i$  – потужність, що витрачається на подолання опору підйому, кВт;

$N_w$  – потужність, що витрачається на подолання опору повітря, кВт;

Для визначення витрат палива Н.А. Яковлєвим [35] було запропоновано таку формулу:



$$g = g_{x.x.} + \left( \frac{g_{80} - g_{x.x.}}{80} \cdot \frac{\psi \cdot G_a + kF \frac{v^2}{13}}{2700 \cdot N_m \cdot \eta_T} \cdot \frac{100}{\frac{a_0}{v_m} + \frac{b_0 v}{v_m^2} - \frac{c_0 v^2}{v_m^3}} \right) \frac{100 \cdot i_0}{2\pi \cdot r}, \quad (1.9)$$

де  $g$  – витрата палива автомобіля, г/км;

$g_{x.x.}$  – витрата палива на холостому ході, г/км;

$g_{80}$  – витрата палива на 80% використання потужності, г/км;

$\psi$  – коефіцієнт сумарного дорожнього опору;

$G_a$  – повна маса автомобіля, кг;

$kF$  – фактор опору повітря,  $c^2/m^2$ ;

$N_m$  – максимальна потужність двигуна, кВт;

$a_0, b_0, c_0$  – постійні коефіцієнти;

$v, v_m$  – відповідно поточна та максимальна швидкості руху автомобіля, км/год.

Автори роботи [34] уточнили методи розрахунку витрати палива за навантажувальними характеристиками двигуна та характером залежності ККД трансмісії вантажних автомобілів від частоти обертання колінчастого валу двигуна, а також інших факторів. Загальними недоліками методів розрахунку витрати палива за характеристиками навантаження двигуна є значні похибки, що виникають при апроксимації зовнішньої швидкісної і характеристики, а також трудомісткість.

Методи розрахунку витрати пального, запропоновані В.А. Іларіоновим та А.М. Шейніним [29] враховували вплив дорожніх умов на нормування витрат палива, методи визначення ряду параметрів автомобіля, способи вирішення ряду завдань тягової та гальмівної динаміки, вплив ряду факторів на економіку палива і т.д. Нині став вельми поширеним метод розрахунку витрати палива, запропонований В.А. Іларіоновим:



$$q_{II} = \frac{g_e}{2700 \cdot \rho_m \cdot \eta_m} (P_D + P_W - P_I) \quad (1.10)$$

$$q_{II} = \frac{g_n \cdot k_{об} \cdot k_i}{2700 \cdot \rho_m \cdot \eta_m} (P_D + P_W + P_{X.X.} - P_I) \quad (1.11)$$

де  $q_{II}$  - витрата палива, л/100 км;

$g_e$  - питома ефективна витрата палива в г/кВт×год ;

$g_n$  - питома витрата палива двигуном при максимальній потужності, г/кВт×год;

$k_{об}$  - коефіцієнт, що враховує зміну  $g_e$  залежно від частоти обертання колінчастого валу;

$k_i$  - коефіцієнт, що враховує зміну  $g_e$  від ступеня використання потужності двигуна;

$P_D$  - сила опору дороги, кгс;

$P_W$  - сила опору повітря, кгс;

$P_I$  - сила опору інерції автомобіля, кгс;

$P_{X.X.}$  - сила опору руху від втрат у трансмісії, кгс;

А.М. Шейнін запропонував визначати витрати палива з урахуванням експлуатаційної витрати палива та середнього ефективного тиску у циліндрах. Залежності між витратою палива та середнім ефективним тиском [29] визначається за такою формулою:

$$Q_s = 0,008 \cdot (V_h \cdot A \cdot i_T / r_k) + B / 100 \cdot (G_a \cdot \psi + w \cdot V_a^2 / 13) \quad (1.12)$$

де  $V_h$  – робочий об'єм двигуна, л;

$i_T$  - передавальне число трансмісії;

$r_k$  - радіус кочення колеса, м;



$\psi$  - коефіцієнт сумарного дорожнього опору;

$w$  - фактор опору повітря,  $\text{кг} \times \text{с}^2 / \text{м}^2$ .

М.Д. Артамонів та ін [5] розглядали формули (1.10-1.12) для полегшення теоретичних та експериментальних розрахунку витрати палива, запропонували:

$$q_{II} = (A_m + B_m (\Psi \cdot G_0 + P_\sigma)) + B_m \cdot \psi \cdot G_{zp}, \quad (1.13)$$

де  $q_{II}$  - витрата палива, спричинена внутрішніми (тепловими та механічними) втратами енергії у двигуні, л/100 км;

$B_m$  - збільшення витрати палива, що відповідає сумарній силі опору руху, що дорівнює 1 кг, в л/100 кг км;

$\psi$  - коефіцієнт сумарного дорожнього опору;

$P_\sigma$  - сила опору повітря, кг;

$G_0$  - власна вага автомобіля, кг;

$G_{zp}$  - вага корисного вантажу, кг.

Отже, витрату палива можна розглядати як величину, що складається з двох частин, одною з яких є постійні втрати в двигуні, а інша призначена для виконання транспортної роботи. Автори роботи [5], помножили обидві частини рівняння (1.13) на величину пробігу та розділили їх на 100, отримали вираз для обчислення витрати палива за нормами:

$$Q = K_{m1} \frac{S}{100} + K_{m2} \frac{W_{mp}}{100} \quad (1.14)$$

де  $Q$  – витрата палива, л;

$K_{m1} = (A_m + B_m (\psi \cdot G_0 + P_\sigma))$  - норма витрати на пересування автомобіля та внутрішній втрати у двигуні, л/100 км;



$K_{m2} = 1000 \cdot B_m \cdot \psi$  - норма витрати палива на одиницю транспортної роботи, л/100т×км.

Метод розрахунку витрати палива з урахуванням оборотної витрати палива та сумарного крутного моменту [34]. Математична модель для розрахунку витрати палива через оборотну витрату палива розроблена на підставі аналітичних залежностей, наведених нижче:

$$Q_s = 0,001 \frac{g_0}{\rho_m} \omega_{100}, \quad (1.15)$$

де  $Q_s$  - колійна витрата палива, л/100 км;

$g_0$  - оборотна витрата палива, г/об;

$\rho_m$  - густина палива, г/см<sup>3</sup>;

$\omega_{100}$  - частота обертання колінчастого валу двигуна на 100 км шляху.

Частота обертання колінчастого валу двигуна на 100 км шляху визначається за формулою:

$$\omega_{100} = \omega_e \frac{100}{v_a} 60, \quad (1.16)$$

де  $\omega_e$  - поточна частота обертання колінчастого валу двигуна, хв<sup>-1</sup>;

$v_a$  - швидкість руху автомобіля, км/год.

Оборотна витрата палива визначається за виразом:

$$g_0 = \frac{100 G_T}{60 \omega_e}, \quad (1.17)$$

$$g_0 = g_{0,x} + \mu \cdot M_{дв} \quad (1.18)$$

де  $g_0$  - оборотна витрата палива, г/об;

$G_T$  - годинна витрата палива за навантажувальною характеристикою



двигуна, кг/год;

$\omega_e$  - поточна частота обертання колінчастого валу двигуна, хв<sup>-1</sup>;

$g_{0.X}$  - витрата палива за один оборот колінчастого валу, г/об;

$\mu$  - коефіцієнт підвищення оборотної витрати палива в залежності від крутного моменту двигуна, г/(н×м×об. );

$M_{дв}$  - крутний момент двигуна, н×м .

Метод розрахунку витрати палива з урахуванням оборотної витрати палива враховує вибір максимальної потужності двигуна для даного типу автомобіля та конкретні умови експлуатації.

У праці [26] розглянуто вплив опору коченню, середня швидкість руху автомобіля та витрату палива, а також залежність витрати палива від коефіцієнта опору коченню. У праці [26] розглядається формула розрахунку колійної витрати палива з урахуванням ступеня буксування коліс автомобіля типу 4×2 не вище 10...15%, вона визначається виразом:

$$Q_S = 15,9 \frac{U_{mp}}{r_k \cdot \rho_m} \left( g_{0.X} + \mu \cdot r_k \left( \frac{R_{X2} + G_2 \cdot f_2}{U_{mp} \cdot \eta_{mp}} \right) \right), \quad (1.19)$$

де  $Q_S$  - шляхова витрата палива при буксуванні, л/100 км;

$U_{mp}$  - передавальне число трансмісії;

$r_k$  - радіус кочення колеса, м;

$\rho_m$  - густина палива, г/см<sup>3</sup>;

$g_{0.X}$  - витрата палива за один оборот колінчастого валу, г/об;

$\mu$  - коефіцієнт підвищення оборотної витрати палива в залежності від крутного моменту двигуна, г/(Н×м×об.);

$R_{X2}$  - сумарна дотична реакція на задніх (провідних) колесах автомобіля, Н;

$G_2$  - нормальне навантаження на задніх провідних колесах, Н;

$f_2$  - коефіцієнт опору коченню коліс;



$\eta_{mp}$  - ККД трансмісії.

На даний час успішно використовується у працях [27, 51, 52, 56, 57, 59] методика розрахунку витрати палива Я.Н. Говорушенка, де розглядається вплив дорожнього опору, швидкості та конструктивні параметри автомобіля.

Рівняння витрати пального, запропоноване Н.Я. Говорушенко має коефіцієнти, які у явному вигляді виражені через конструктивні параметри автомобіля та індикаторний ККД двигуна [26]:

$$Q_s = \frac{1}{\eta_i} \cdot \left( A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \left( (G_0 + G_{sp}) \psi + 0,077 KF \cdot V_a^2 \right) \right), \quad (1.20)$$

де  $\eta_i$  - індикаторний ККД двигуна;

$i_k$  - передавальне число коробки;

$A, B, C$  - постійні коефіцієнти для даного автомобіля, що залежать від робочого об'єму двигуна, передавального числа головної передачі, радіусу кочення колеса, ходу поршня, ККД трансмісії автомобіля, щільності палива та теплотворної здатності.

З рівняння (1.17) можна одержати формули визначення основної і додаткової норм.

Основна норма  $H_0$ , л/100 км, виражається за такою формулою:

$$H_0 = \frac{1}{\eta_i} \left( A \cdot i_k + B \cdot i_k^2 \cdot V_a + C \cdot G_0 \cdot \psi + D \cdot V_a^2 \right) \quad (1.21)$$

де  $G_0$  - вага порожнього автомобіля, Н;

$D$  - постійний коефіцієнт для даного автомобіля (0.077СКФ).

Додаткова норма на кожну тону вантажу ( $10^4$  Н) перевезеного на 100 км, виражається за формулою [23]:

$$H_d \approx 10^4 C \cdot \psi / \eta_i = 10^6 \psi / \eta_i \cdot H_H \cdot i \cdot \rho_{mp} \cdot \eta_{mp}, \quad (1.22)$$



де  $i$  - середній поздовжній ухил дороги, %;

$\rho_{mp}$  - густина палива, кг/м<sup>3</sup>.

Значення  $H_D$  для бензинових автомобілів при різних значеннях  $\eta_i$  та  $\eta_{mp}$   $H_D = (106...118)\psi$ , для дизельних  $H_D = (62...66)\psi$

При здійсненні експлуатаційних розрахунків важливо правильно визначати середньозважені значення  $\eta_i$  при руху автомобіля без вантажу та з вантажем. Припустимо, що автомобіль працює на маршруті довжиною  $l_1 + l_2$  ( $l_1$  - без вантажу,  $l_2$  - з вантажем). Приймаємо індикаторні ККД для порожнього автомобіля  $\eta_{i1}$  для завантаженого  $\eta_{i2}$ .

Таким чином, загальна витрата палива визначається за такою формулою:

$$\begin{aligned} Q &= 0,01 \cdot (Q_1 \cdot l_1 + Q_2 \cdot l_2) = \\ &= 0,01 \left( \frac{A \cdot l_1 \cdot i_k}{\eta_{i1}} + \frac{B \cdot l_1 \cdot i_k^2}{\eta_{i1}} + \frac{C \cdot l_1 \cdot G_0 \cdot \psi}{\eta_{i1}} + \frac{0,077 C_1 \cdot l_1 \cdot KF \cdot V_a^2}{\eta_{i1}} + \right. \\ &+ \frac{A \cdot l_2 \cdot i_k}{\eta_{i2}} + \frac{B \cdot l_2 \cdot i_k^2 \cdot V_a}{\eta_{i2}} + \frac{C \cdot l_2 \cdot G_0 \cdot \psi}{\eta_{i2}} + \frac{C \cdot l_2 \cdot G_{GP} \cdot \psi}{\eta_{i2}} + \\ &\left. + 0,077 C \cdot l_2 \cdot KF \cdot V_a^2 \right), \end{aligned} \quad (1.23)$$

З даної формули видно, що при даних конструктивних параметрах автомобіля основна норма залежить головним чином від дорожніх умов  $\psi$  і швидкості руху автомобіля  $V_a$ , додаткові норми  $\eta_i$  - від дорожніх умов.

Рівняння (1.18-1.20) дозволяють описувати процес формування витрати палива при русі автомобіля, що встановився.

У праці [39] досліджувалась основна частка пробігу в реальних умовах експлуатації та були розроблені показники паливної економічності з урахуванням режимів руху.

Під час руху автомобіля, енергія, підведена ведучим колесам,



витрачається: на механічні втрати у двигуні та трансмісії, на подолання опору кочення, опору повітря, на подолання підйомів та на розгін.

За даними В.І. Іванова середня витрата палива на одиницю пробігу за визначення часу на ділянці дороги дорівнює [39]:

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{S} (Q_T + Q_f + Q_w + Q_j) = \\
 &= \frac{1}{S} \left( \Delta N_T + f \int_0^T v dt + K \int_0^T v^3 dt + \delta \int_0^T j v dt \right) = \\
 &= \frac{1}{S} \left( \frac{g_e \cdot N_e (1 - \eta_{mp})}{10v} + \frac{g_e \cdot N_f}{10v} + \frac{g_e \cdot N_w}{10v} + \frac{g_e \cdot N_j}{10v} \right),
 \end{aligned} \tag{1.24}$$

де  $Q$  – витрата палива, кг/100 км;

$Q_T$  - кількість палива, витраченого на подолання механічних опорів руху, кг/100 км;

$Q_f$  - кількість палива, витраченого на опір коченню, кг/100 км;

$Q_w$  - кількість палива, витраченого на опір повітря, кг/100 км;

$Q_j$  - кількість палива, витраченого збільшення швидкості руху, кг/100км;

$N_e$  - ефективна потужність двигуна, кВт;

$g_e$  - питома ефективна витрата палива, г/кВт×год ;

$\eta_{mp}$  - механічний ККД трансмісії;

$j$  - прискорення, м/с<sup>2</sup>;

$S$  - відрізок шляху, км;

$T$  - часовий фактор, с;

$K$  - коефіцієнт опору руху,

$\delta$  - коефіцієнт, що враховує вплив мас автомобіля, що обертаються.

За розрахунками В.І. Іванова [49] норма витрати палива для вантажних



автомобілів та автопоїздів з урахуванням транспортної роботи виражається за формулою:

$$Q_H = (K + K_1 - 1)(Q_0 + Q_1 \cdot q_a \cdot \gamma \cdot \beta), \quad (1.25)$$

де  $K$  - коефіцієнт враховує надбавку до витрат палива на зимовий період;

$K_1$  - коефіцієнт враховує надбавку чи зниження витрати палива залежно від виду перевезень (сільськогосподарські, кар'єрні та міжміські);

$Q_0$  - лінійна норма витрати палива, л/100 км;

$Q_1$  - норма витрати палива на 100 т-км транспортної роботи, л/100 т-км (2,0 л – автомобілів з карбюраторними двигунами та 1,3 л – з дизельними двигунами);

$q_a$  - вантажопідйомність автомобіля, т;

$\gamma$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$\beta$  - Коефіцієнт використання пробігу.

Для автомобілів, що працюють з причепами, норма витрати палива може бути визначена за формулою [37]:

$$Q_{АП} = (K + K_1 - 1) \cdot (Q_0 + Q_1 \cdot (q_a + q_{ПР})) + Q_1 \cdot G_{ПР}, \quad (1.26)$$

де  $q_{ПР}$  - вантажопідйомність причепа, т;

$G_{ПР}$  - вантажопідйомність причепа, т.

У праці В.К. Вахламова [18] наведено теоретичні розрахунки з витрат палива автопоїздами під час використання причепів. Витрата палива на транспортну роботу вважається за виразом:



$$q_P = \frac{g_e \cdot (P_D + P_B)}{36000 \cdot \rho_T \cdot G_{TP} \cdot \eta_{TP}}, \quad (1.27)$$

де  $q_P$  - витрата палива на транспортну роботу, л/100 т×км ;

$g_e$  - питома ефективна витрата палива, г/кВт×год ;

$P_D$  - сила опору дороги, Н;

$P_B$  - сила опору повітря, Н;

$\rho_T$  - щільність палива, кг/м<sup>3</sup>;

$G_{TP}$  - вага перевезеного вантажу, Н;

$\eta_{TP}$  - механічний ККД трансмісії.

Сила опору дороги розраховується за такою формулою:

$$P_D = G_{АП} \cdot \psi = (G_{0АП} + G_{TP}) \cdot \psi, \quad (1.28)$$

де  $P_D$  – сила опору дороги, Н;

$G_{АП}$  - вага автопоїзда з повним навантаженням, Н;

$G_{TP}$  - вага автопоїзда без вантажу, Н;

$\psi$  - коефіцієнт сумарного дорожнього опору.

Тоді, зіставивши формулу розрахунку опору дороги (1.25) та формулу (1.24), отримуємо:

$$q_P = \frac{g_e \cdot ((G_{0АП} + G_{TP})\psi + P_B)}{36000 \cdot \rho_T \cdot G_{TP} \cdot \eta_{TP}}, \quad (1.29)$$

Здебільшого сила опору повітря залежить від швидкості транспортних засобів. Швидкість автопоїзда відносно невелика, тому можна не враховувати силу опору повітря. Отже, витрата палива на транспортну роботу (формула



1.26) має вигляд:

$$q_p = \frac{g_e}{36000 \cdot \rho_T \cdot G_{TP} \cdot \eta_{TP}} \left( \frac{G_{0AP}}{G_{TP}} + 1 \right), \quad (1.30)$$

З останньої формули (1.27) можна дійти висновку, що витрата палива автопоїзда істотно залежить від відношення ваги автопоїзда до ваги вантажу.

1.4 Аналіз факторів, що впливають на витрату палива вантажних автомобілів

Паливо є основною статтею витрат при міжміських автомобільних перевезеннях, для оцінки їх ефективності важлива точна оцінка витрати палива. Існує безліч факторів, що впливають на витрату палива: швидкість руху, прискорення, ухил дороги, погода, загальна вага, стиль водія, дорожні умови тощо. Таким чином, на енергоефективність перевезень впливають численні змінні.

Основні фактори, що впливають на витрату палива, пов'язані з механічними втратами в двигуні та трансмісії, а також з подоланням опору руху автомобіля, що складається з витрат на подолання опору коченню, аеродинамічного опору та сил інерції.

Чинники, що впливають витрату палива: організація транспортного процесу; відповідність застосовуваних марок палив; умови експлуатації; технічний стан рухомого складу; майстерність керування автомобілем і т.д. Для підвищення ефективності використання витрат палива вантажного транспорту можна застосовувати технічні та організаційні заходи. З літератури, до організаційних заходів щодо економії палива відносять методи та засоби підвищення ефективності використання витрат палива на одиницю транспортної роботи. Технічні заходи включають підвищення технічної готовності автомобілів, удосконалення методів контролю їх стану та



технічного обслуговування, якості палива.

Автор праці [23] визначили основні фактори, що впливають на експлуатаційну витрату палива (рис. 1.1).

Підвищення паливної економічності вантажного транспорту можна досягти вдосконаленням конструкції автомобіля та його агрегатів: зменшенням маси автомобіля, підвищенням ККД двигуна та трансмісії, зниженням аеродинамічного опору та опору коченню.

Витрату палива на автомобільному транспорті можна знизити за рахунок обмеження швидкості, якщо швидкість 60 км/год встановлюється на автомагістралях і 50 км/год на інших дорогах, можна знизити витрату палива автомобіля на 12% для умов вільного руху. Результати випробовувань, проведених науково-дослідним інститутом дорожнього руху Швеції, показали, що тип дорожнього покриття не істотно впливає в цілому на витрату палива. Паливна економічність погіршується зі збільшенням швидкості.

Фактори, пов'язані з водієм (стиль водіння), в основному відносяться до поведінки та агресивності водія, які зазвичай визначаються за профілями швидкості та прискорення. Порівняно з недосвідченими, досвідчені водії можуть заощаджувати паливо, вміло регулюючи швидкість, щоб уникнути зупинок на світлофорах, а також різких прискорень та уповільнень. Деякі дослідження показали, що агресивне водіння може призвести до збільшення витрати палива на 30-40% порівняно зі спокійним водінням.

За даними Н.К. Горяєва та співавторів [29] основні фактори, що впливають на витрату палива на транспортну роботу такі: повна маса автомобіля; технічна швидкість; коефіцієнт використання вантажопідйомності та вік транспортних засобів.

Маса транспортного засобу є одним із основних факторів, що впливають на витрату палива транспортного засобу. Зі збільшенням маси транспортних засобів збільшується витрата палива та опір коченню.



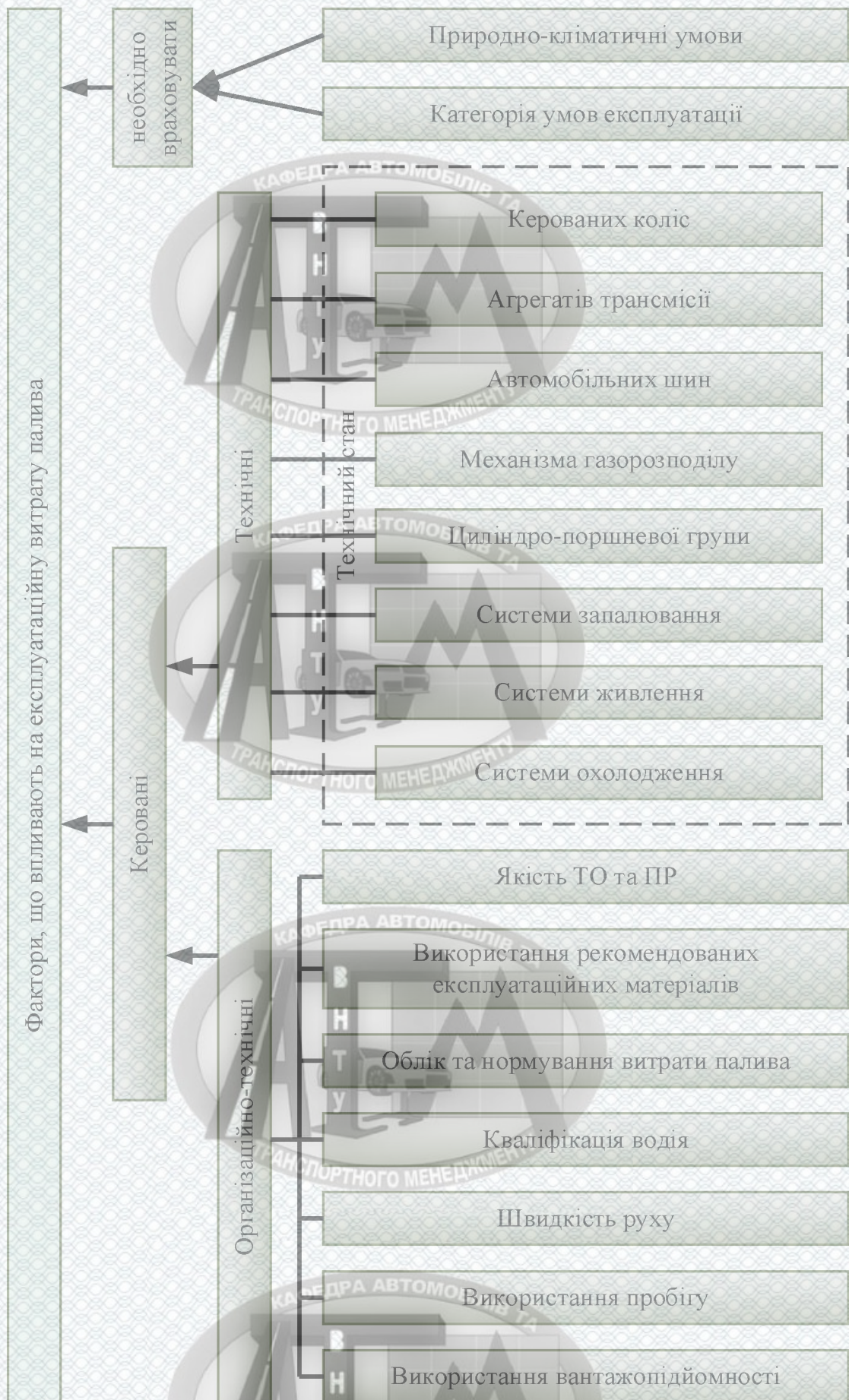


Рисунок 1.1 – Класифікація факторів, які впливають на витрату палива



Витрата палива автомобілів досліджувалася у різних дорожніх умовах. Польові вимірювання з автомобілем на сільських дорогах дозволили встановити зв'язок між витратою палива та наступними змінними: швидкістю, ухилом та вагою. Для вантажних автомобілів вплив нахилу дороги на витрату палива було досліджено за допомогою розрахункової моделі. Модель використовувалася для розрахунку витрати палива при різній вазі, швидкості та ухилі. Автором праці [31] проводилося дослідження у Швеції для вантажних автомобілів з повною масою 10-40 т на трьох швидкостях з різними ухилами. Результат досліджень при ухилі (0 до +4%) показав, що зі збільшенням швидкості транспортних засобів витрата палива зменшується.

Деякі дослідження свідчать про зниження ваги транспортного засобу на витрату палива, особливо в умовах експлуатації транспортних засобів. У праці [32] досліджено взаємозв'язок між збільшенням маси та витратою палива автомобіля. Зі збільшенням маси на 100 кг, відбувається збільшення споживання палива на 6,5% (бензинові автомобілі) та 7,1% (дизельні автомобілі). Для кожного додаткового зниження маси на 100 кг витрата палива виходить 0,36 л/100 км для легкових автомобілів. Дослідження, проведене Массачусетським технологічним інститутом [32], виявило залежність витрати палива від навантаження для легкових автомобілів. Автори роботи проводили дослідження залежності витрати палива вантажних автомобілів повною масою 11 тонн у Німеччині від технічної швидкості. Результати досліджень впливу технічної швидкості вантажного транспорту на витрату палива показали, що при швидкості транспорту 60 км/год витрата палива становить 19,4 л/100 км, 70 км/год – 21,4 л/100 км (+10,3%), 80 км/год – 25 л/100 км (+28,9%), 90 км/год – 27,8 л/100 км (+43,3%).

У реальних умовах маса вантажу, що перевозиться, впливає на витрату палива дуже значно. Залежність витрати палива від маси вантажу, що перевозиться, описується лінійною або степеневою моделями.

У праці [186] розглядається залежність ефективності витрати палива від збільшення ваги транспорту. Більша вага означає більшу витрату палива.



Збільшення вагового навантаження на 10 тонн збільшує витрату палива на 0,11 л на 10 км за умови, що всі інші незалежні змінні залишаються незмінними. Автори роботи показали, що витрата палива при русі з повним навантаженням була приблизно на 22% вище, ніж при русі без вантажу, зниження маси транспортного засобу на 1 тону дозволить знизити витрату палива на 0,28% при лісозаготівлі у Швеції. Nylund (2006) виявив, що збільшення ваги на 1 т (або власної ваги транспорту, або вантажу) збільшує витрату палива на 0,7 літра на 100 км для автопоїзда з причепом під час руху шосе.

Автори ряду досліджень розглядають вплив ваги автомобіля та типу дороги на витрату палива. Цей вплив представлений приблизно лінійною залежністю витрати палива як функція ваги автомобіля. Експериментально встановлена залежність між витратою палива та вагою автомобіля з урахуванням опору дороги витрату палива представлена рисунку 1.2.

Як відомо, в експлуатаційних умовах загальна вага автомобілів змінюється залежно від місткості (для пасажирських автомобілів) або ступеня використання вантажопідйомності (вантажних автомобілів), а також залежно від застосування причепів та їх вантажопідйомності.

Завантаження автомобіля вважається одним із основних факторів, що впливають на витрату палива при транспортній роботі. Підвищення коефіцієнта використання вантажопідйомності, як правило, визнається найдоцільнішим способом підвищення енергоефективності автомобільного транспорту.

Зарубіжні автори також досліджували взаємозв'язок між енергією та загальною вагою транспортного засобу. Збільшення вантажопідйомності вантажних автомобілів призводить до зниження витрат на автомобільні перевезення для транспортної роботи. Для дорожнього транспортного засобу максимальне навантаження є різницею між максимальною допустимою масою транспортного засобу і масою спорядженого транспортного засобу.



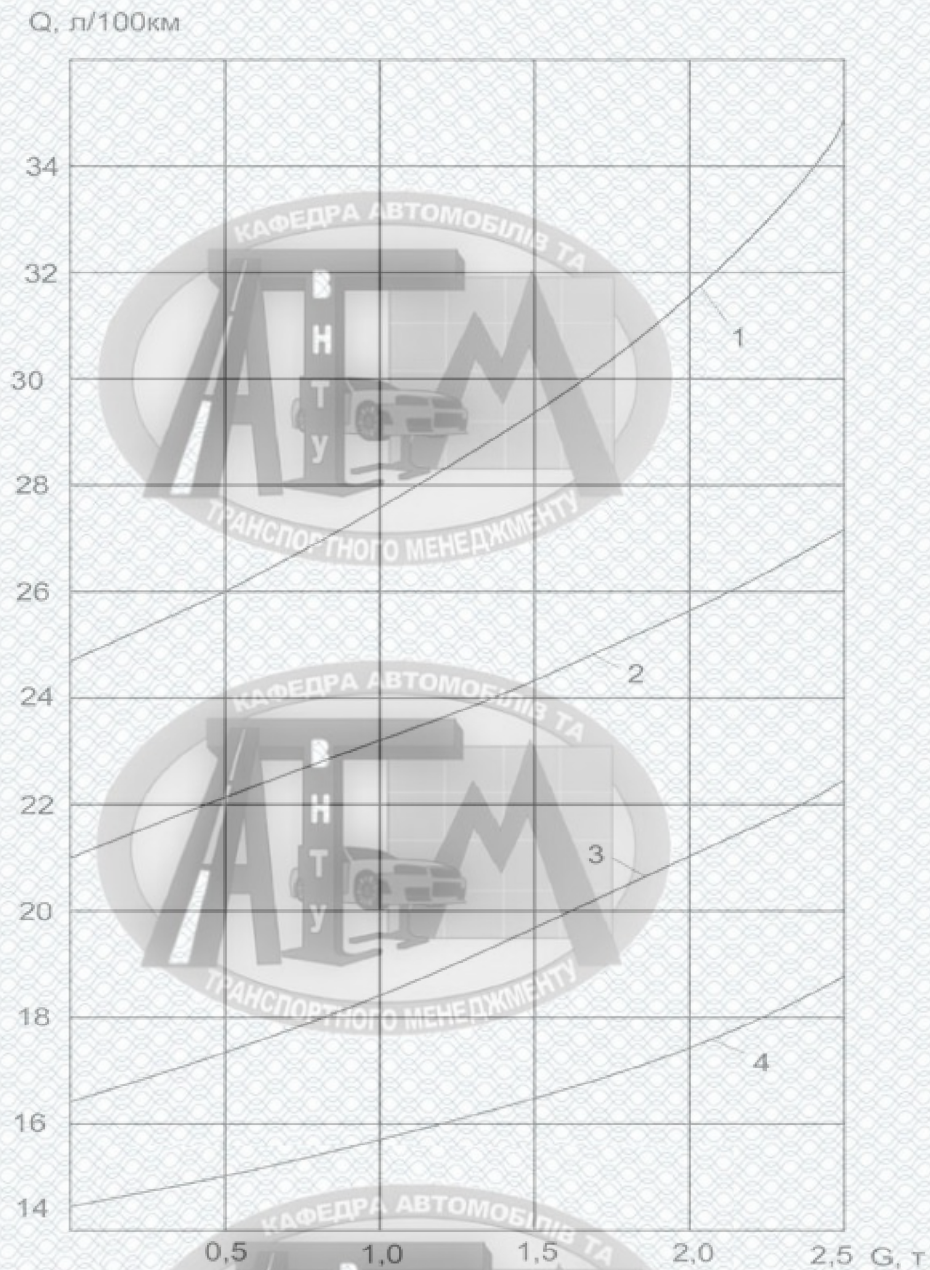


Рисунок 1.2 - Вплив маси автомобіля на витрату палива: 1 – ґрунтова дорога; 2 – міські вулиці; 3 - дорога з асфальтобетонним покриттям та пересіченим профілем; 4 – дорога з асфальтобетонним покриттям рівним профілем.

Максимальна дозволена маса транспортного засобу в даний час становить 40 тонн у багатьох європейських країнах, що дає максимальне навантаження близько 25 тонн на один важкий транспортний засіб. Як приклад McKinnon уточнив, що у Великобританії історично гранична вага збільшувалася двічі: з 38 тонн до 40 тонн (1999 року) і з 40 тонн до 44 тонн (2001 року), при цьому спостерігалось зниження вартості автомобільних



перевезень відповідно на 7% та 11% у розрахунку на тону. Через набагато більш високе навантаження (60 тонн) для важких вантажних автомобілів, зниження витрат, ймовірно, становитиме від 20% до 30% порівняно зі звичайними 40-тонними.

М. Coyle (2007) у Великій Британії досліджував вплив навантаження на витрату палива для тривісного вантажного автомобіля DAF 75.310PS з двома ведучими осями. Ці дослідження виявляли залежність між витратою палива (л/100 т×км) і загальною вагою транспортного засобу (в тоннах). Результати дослідження залежності витрати палива від транспортної роботи показують, що при коефіцієнті використання вантажопідйомності 0,5 витрата палива на транспортну роботу становить 1,23 л/100 т×км, а при коефіцієнті використання вантажопідйомності 1 – 0,93 л/100 т×км. Автор робить висновок, що витрати на транспортну роботу нелінійно залежить від навантаження.

Діяльність [37] проводилося дослідження впливу повної масою вантажного транспорту витрата палива. При порівнянні витрати палива з масою корисного навантаження транспорт стає більш енергоефективним зі збільшенням вантажопідйомності транспортного засобу, але відсоток зниження витрати палива зменшується зі збільшенням загальної ваги.

У роботі М. Turkensteen [38] досліджує такі фактори, що впливають на витрату палива, як завантаження автомобіля та обрана швидкість. Автор робить припущення, що витрати палива є функцією технічної швидкості транспортного засобу. Автори роботи показують, що є кілька факторів, що впливають на витрату палива автотранспортними засобами в реальних умовах експлуатації, які не враховуються «Нормами витрати паливно-мастильних матеріалів для автомобільного транспорту», Затвердженими Мінтрансом Росії. Крім того, такі фактори, як норма витрати палива на транспортну роботу та вік рухомого складу потребують уточнення.

Г.В. Борисовим та співавторами [34] розглянуто різні методики визначення витрати палива на автомобільному транспорті. Показано, що фактична витрата палива відрізняється від розрахованих за нормами значень



як меншу, так і більшу сторону. Таким чином, дані дослідники роблять висновок, що діюча методика нормування витрати пального не враховує фактори, які суттєво впливають на витрату палива, такі як категорія доріг та швидкість автомобіля.

У праці [39] досліджується збільшення змінних та постійних витрат із зростанням віку рухомого складу у Польщі. Результат дослідження показав, що середня витрата палива з кожним роком збільшення віку рухомого складу зростає на 1,5%. Автор запропонував, що витрата палива суттєво залежить від віку рухомого складу.

Важливими елементами автомобіля, від яких залежить тягова і гальмівна динаміка, керованість, стійкість, плавність ходу та інші експлуатаційні властивості є шини.

У праці [34] розглядається проблема вибору автомобільних шин у відповідність до експлуатаційних вимог. Автори приділяють велику увагу розрахунку економічності шин залежно від вартості та витрати палива, а також наводять формули для визначення коефіцієнтів економічності шини та сили опору коченню.

Значення коефіцієнта економічності шин у загальному вигляді визначається за формулою:

$$K_T = \frac{Q_\phi}{Q_H}, \quad (1.31)$$

де  $Q_\phi$  - фактична витрата палива транспорту на досліджуваних шинах, л/100 км;

$Q_H$  - Витрата палива транспорту за нормою, л/100 км.

Сила опору коченню автомобіля розраховується за виразом:

$$P_f = G_K \cdot f, \quad (1.32)$$



де  $G_K$  - вертикальне навантаження на шини, Н;

$f$  - Коефіцієнт опору коченню.

Сила опору коченню пов'язана з втратами внутрішнього тертя в шинах через деформацію в процесі експлуатації, втрату тертя між протектором і дорогою та втрату деформації дорожнього покриття (на м'яких ґрунтах). Коефіцієнт опору коченню на кшталт дорожнього покриття дорівнює:

- для доріг із асфальтобетонним покриттям 0,015...0,020;
- для доріг із гравійним покриттям 0,020...0,025;
- ґрунтова дорога суха 0,025...0,035;
- ґрунтова дорога мокра 0,05...0,15;
- піщаний шлях 0,10...0,30.

Опір коченню шин дуже впливає на витрату палива транспортним засобом: від 7 до 10% від загального енергоспоживання транспортного засобу витрачається на опір коченню. Підраховано, що зниження опору коченню шини на 10% призведе до збільшення економії палива автомобіля на 2-3% [133]. Опір коченню – це втрата енергії через взаємодію шини з поверхнею дорожнього покриття. Взаємодія шини з поверхнею покриття є складною комбінацією напруг і деформацій, які залежать як від факторів, пов'язаних з шиною, так і від дорожнього покриття, включаючи швидкість і вагу транспортного засобу, матеріал шини, тип і тиск у шині, а також вигин дороги та текстуру покриття.

Останніми роками спостерігається розвиток систем моніторингу автопарку. Системи контролю тиску у шинах постійно вдосконалюються. Зниження значень тиску у шинах може призвести до деформації шин. Тиск у шинах та стійкість до кочення впливають на витрату палива. У праці [23] було визначено вплив тиску в шинах на витрату палива в автопарку вантажних автомобілів із встановленою системою контролю тиску в шинах та виявлено інші фактори, які можуть вплинути на витрату палива, такі як вага автомобіля, використання гальм та ін. отримані з використанням моделі множинної регресії, що описує вищезазначену залежність. Аналіз результатів



випробувань показує, що найсильніша кореляція була продемонстрована між наступними параметрами: зміни значення тиску шин та витратою палива. За отриманими результатами можна зробити висновок, що одним із способів економії палива є підвищення тиску в шинах, проте підвищення тиску в шинах негативно позначається на безпеці дорожнього руху, особливо в зимових умовах.

Діяльність професора Н.С. Захарова [25] було вивчено вплив температури шин на інтенсивність зношування протектора. Результат дослідження показав, що з пониженнях температури шин інтенсивність зношування спочатку падає, потім стабілізує і знову зростає.

#### 1.4 Аналіз факторів, що впливають на матеріальні витрати необхідні для підтримки в працездатному стані вантажних автомобілів

Скорочення витрат у автотранспортних підприємствах стає дедалі серйознішим завданням. Конкурентоспроможність автотранспортного підприємства залежить від його здатності керувати власними витратами.

У численних наукових працях розглядаються змінні витрати на автомобільний транспорт та обговорюються витрати на ремонт та технічне обслуговування. Автори приходять до висновку, що на витрати на ремонт та технічне обслуговування у транспортному процесі впливають багато факторів, таких як вік транспорту, навантаження, пробіг, типи доріг, умови експлуатації тощо.

Активно обговорюються витрати на ремонт та технічне обслуговування сільськогосподарського транспорту. Результати аналізу показують, що витрати на ремонт становлять невелику, але важливу частину загальної вартості володіння та експлуатації рухомого складу. В науковиз звітах зазначається, що вік транспорту є важливим фактором, що впливає на витрати на ремонт, оскільки витрати на ремонт мають тенденцію збільшуватись з віком транспорту.

У праці [23] пропонується методика вдосконалення методів оцінки



змінних витрат при міжміських автомобільних перевезеннях. Автор вважає, що змінні витрати на кілометр пробігу суттєво залежать від конкретних умов перевезень, тому пропонується перейти від обліку витрат на кілометр пробігу до витрат на їзду. Крім того, на структуру витрат впливає концепція здійснення ремонту – власними силами (запасні частини, амортизація приміщень, фонд заробітної плати ремонтних робітників) або на аутсорсингу (оплата послуг з ТО та ремонту). Залежно від цих факторів та віку рухомого складу витрати на ремонт можуть становити від 5% до 30% усіх витрат.

Оцінка економічної ефективності автомобіля як транспортного засобу має враховувати безліч факторів, включаючи інтенсивність його використання, прийняті транспортні тарифи, структуру витрат тощо. Двома найбільш важливими факторами в процесі експлуатації та технічного обслуговування транспортного засобу є пробіг транспортного засобу, пройдений за певний період часу (день, місяць чи рік) та витрати пов'язані з обслуговуванням та ремонтом транспортного засобу. Витрати на ремонт є сумою витрат на експлуатаційні матеріали та компоненти, а також витрати на оплату праці ремонтного персоналу. Експлуатаційні матеріали та компоненти включають окремі елементи та вузли транспортного засобу, а також оливи та рідини.

У праці [26] досліджується вплив частоти відмов деталей на витрати на ремонт та технічне обслуговування. В рамках цього дослідження було опитано власників трьохсот одиниць рухомого складу з п'яти регіонів Ірану. Для прогнозування щорічного ремонту рухомого складу використовувалася регресійна модель витрат, заснована на частоті відмов. Результати показали, що максимальний відсоток щорічних витрат на ремонт і ТО припадав на деталі двигуна, далі йдуть витрати на шини та трансмісію. Згідно з результатами регресії, збільшення частоти відмов призводить до щорічного збільшення витрати на ремонт та ТО всіх автомобілів. За результатами аналізу можна дійти невтішного висновку, що з основних причин відмов деталей під час використання транспорту є навантаження. При збільшенні навантаження



інтенсивність зношування збільшується, що призводить до відмови деталей.

При експлуатації вантажних автомобілів у процесі перевезення вантажів ушкоджуються деталі, що контактують, особливо деталі підвіски, сполучні елементи кузова, обертові частини трансмісії і т.д. Ці деталі ремонтуються за необхідності. Як правило, основною причиною, що викликає необхідність ремонту є граничне зношування та відмова деталей і вузлів транспортних засобів.

У праці [33] розглядаються питомі витрати на ремонт та причини їхнього збільшення. Автори також вважають, що основною причиною, що викликає необхідність ремонту є граничне зношування та відмова деталей. Результати аналізу показали, що найважливішими чинниками, які впливають частоту відмов рухомого складу, є навантаження, вік рухомого складу, температура навколишнього повітря, умови експлуатації та інші. Збільшення навантаження на вантажний транспорт призводить до втоми і підвищеного зносу деталей, що труться. Вплив навантаження на витрати на ремонт у цих роботах у явному вигляді не враховується.

Основними постійно діючими причинами зміни технічного стану деталей загалом є зношування, руйнування втоми, корозія, зміна фізико-хімічних властивостей матеріалу деталей. Процес зношування виникає під дією тертя, що залежить від якості поверхонь матеріалу, мастила, навантаження і т.д.

Виходячи з вище викладених результатів, можна дійти невтішного висновку, що вік і вантажопідйомність (навантаження) рухомого складу є основними чинниками, які впливають витрати на ремонт.

### 1.5 Висновки до розділу 1

На основі проведеного аналізу досліджень та теоретичних розрахунків за змінними витратами можна зробити такі висновки:

1. У чинній нормативній документації щодо визначення витрати палива



на автомобільному транспорті облік впливу віку ТЗ та маси вантажу при міжміських автомобільних перевезеннях не відповідає сучасному рівню розвитку техніки та технологій.

2. Проведений аналіз зарубіжних досліджень за методикою нормування витрати палива на транспортну роботу показав, що вона відрізняється від чинної методики в нашій державі і також не повністю відповідає сучасному рівню розвитку автомобілів і доріг.

3. Основною статтею змінних витрат при міжміських автомобільних перевезеннях вантажів є паливо.

Для підвищення ефективності перевезень необхідно провести дослідження факторів, що впливають на змінні витрати при міжміських перевезеннях та оцінку їх впливу в конкретних умовах експлуатації.





## 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ МІЖМІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Факторний аналіз: кількісна оцінка впливу факторів, що впливають на виконання міжміських вантажних автомобільних перевезень

Факторний аналіз відіграє істотну роль багатьох наукових дослідженнях. Методами факторного аналізу можна підтвердити існуючу наукову гіпотезу чи сформулювати деяку нову гіпотезу з урахуванням великого обсягу спостережень виділеним істотним компонентам. Факторний аналіз є методом комплексного та системного вивчення та вимірювання впливу факторів на величину результативного показника. Фактори в результаті аналізу отримують кількісну та якісну оцінку.

Вихідними даними щодо аналізу є таблиця значення спостережуваних чинників  $X$ . У стовпець підставляються деякі показники  $V_j, (j = 1, 2, \dots, m)$ , а рядок - зафіксовані значення оброблюваної вибірки  $(j = 1, 2, \dots, n)$ , і потрібно визначити лінійне перетворення вихідної матриці  $X$ . Перетворення вихідної матриці  $X$  дає можливість отримати вхідні дані у вигляді матриці  $F$  з меншим числом змінних  $p (p < m)$  без істотної втрати вихідної інформації про аналізовані випадки-об'єкти.

Інакше, під моделлю факторного аналізу розуміють уявлення вихідних змінних даних у вигляді лінійної комбінації факторів  $F$ :

$$\{X_1, X_2, \dots, X_m\} \rightarrow \{F_1, F_2, \dots, F_p\}. \quad (2.1)$$

розрахованих так, щоб найкращим способом (з мінімальною похибкою) уявити вихідні матриці  $X$ :



$$X_J = \sum_{k=1}^p a_{JK} \cdot F_k + U_J, \quad (2.2)$$

де змінні  $F_k$  - називається загальними факторами ( $k = 1, 2, \dots, p$ ), змінні  $U_J$  - специфічними факторами (англ. *uniquefactor*) ( $J = 1, 2, \dots, m$ ), а значення  $a_{JK}$  - називаються факторами навантаження (фактично регресійний коефіцієнт).

Існує кілька методів факторного аналізу. Найбільш поширеним методом є аналіз основних компонентів. Метод головних компонент спочатку визначає максимальну дисперсію та поміщає її в перший фактор. Після цього він видаляє цю дисперсію, пояснену першим фактором, а потім починає отримувати максимальну дисперсію другого фактора. Цей процес відбувається покроково до останнього чинника.

Для того, щоб забезпечити достовірність зібраних даних при дослідженні реальних умов експлуатації, необхідно не лише зібрати достатню кількість даних, але бути впевненим у їхній достовірності. Для проведення факторного аналізу використовується удосконалений алгоритм процедури факторного аналізу, який представлений на рисунку 2.1.

При використанні методу головних компонентів, після визначення кількості факторів, необхідно визначити який із компонентів (факторів) є суттєво важливим для подальшого дослідження. Як визначальний показник використовуються власні числа  $\lambda_k$  матриці кореляції  $R$  вихідних змінних  $X_i$ , розрахованих як сума квадратів навантажень всіх змінних на відповідний « $K$ » фактор:

$$\lambda_k = \sum_{j=1}^m (a_{kj})^2. \quad (2.3)$$



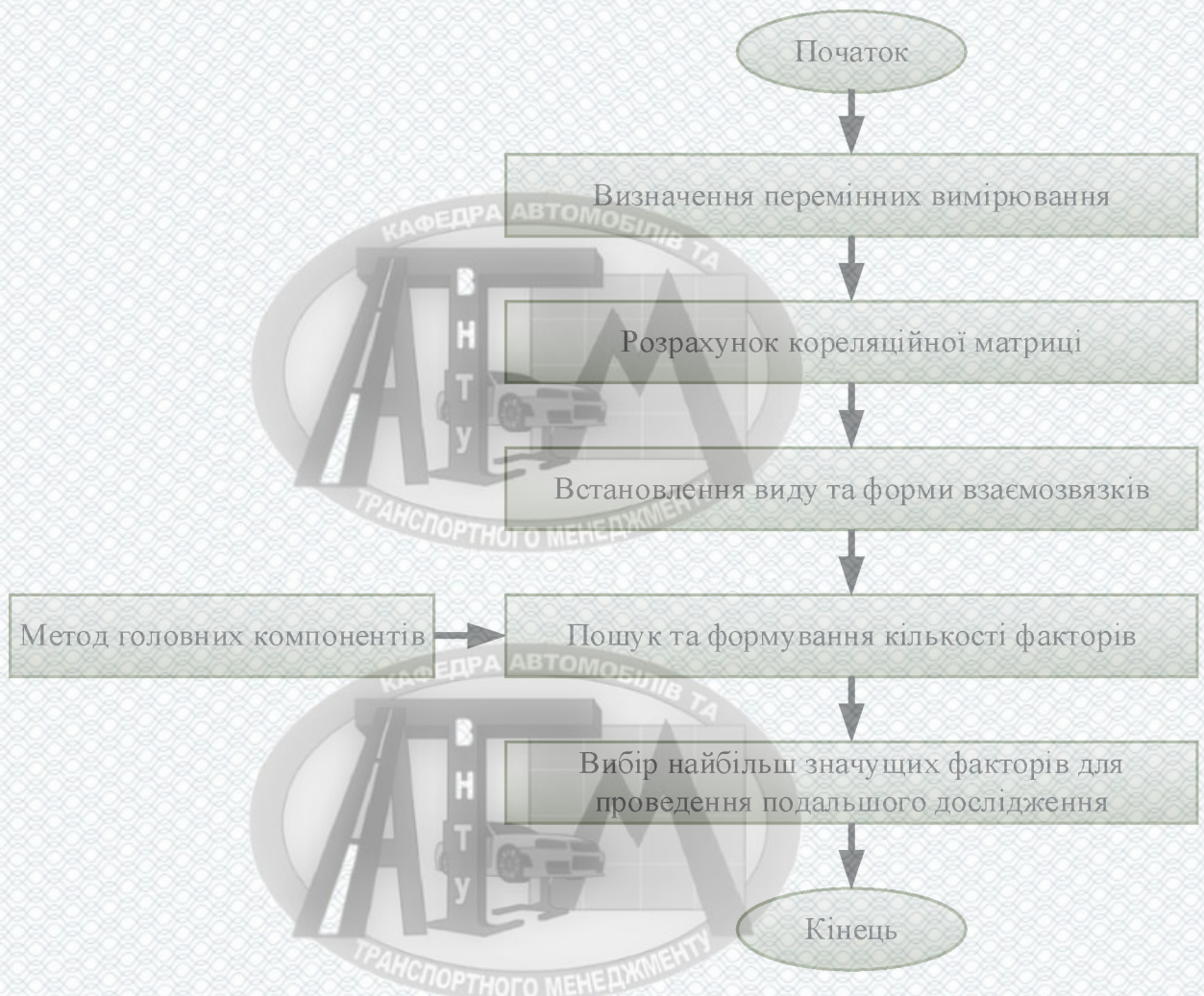


Рисунок 2.1 – Алгоритм процедури проведення факторного аналізу

Відповідно до наведеного вище методу головних компонентів здійснюється ранжування факторів  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3 \dots$ , оскільки перші кілька членів дозволяють визначити основний компонент (фактор). Щоб прийняти рішення про вибір найкращого фактора в аналізі, використовуються два методи оцінки кількості факторів:

1) критерій Кайзера, залишаються фактори, власне значення яких перевищує 1;

2) критерій Каттелла (Cattell) - «кам'янистого осипу», цей метод побудований на аналізі спеціального графіка, у якому зображує залежність величини власного чинника  $\lambda_k$  від його номера.

Виходячи з отриманих результатів необхідно ранжувати фактори для подальшого дослідження.



## 2.2 Економічна доцільність використання транзитних провізних можливостей транспорту

Порожні пробіги неминуче виникають у роботі будь-якому автотранспортному підприємстві. Це пов'язано з тим, що основними замовниками транспортних підприємств є місцеві власники вантажу, на їх частку припадає близько 80% обсягу перевезень з відправлення та отримання товарів. Таким чином, від місця звільнення рухомого складу під час відправлення до місця навантаження при доставці об'єктивно існують порожні пробіги і існує можливість доставки вантажу клієнтам в інших регіонах при використанні порожніх пробігів.

Підвищення ефективності обслуговування клієнтів вантажним автотранспортом можливо за рахунок створення резервів провізних можливостей та встановлення обґрунтованої надбавки до тарифів. Використання резервів провізних можливостей призводить до додаткових витрат АТП при гарантованих перевезеннях вантажів, проте деякі аспекти виконання вантажних перевезень, розраховані за середнім значенням техніко-експлуатаційних показників (ТЕП), і в конкретних умовах експлуатації не враховуються.

Прийнято вважати, що є універсальним показником ефективності кільцевих маршрутів є коефіцієнт використання пробігу. Проведені в ТОВ «ГРІН КУЛ» - дослідження показали, що ефективність міжміських перевезень, що визначається коефіцієнтом використання пробігу, безпосередньо залежить від використання транзитних провізних можливостей (табл. 2.1).

Однак, з погляду роботи перевізника не всі доступні для використання транзитні провізні можливості доцільно використовувати. Економічна доцільність визначається можливістю отримати додатковий маржинальний прибуток. Таким чином, загальний підхід до визначення економічної доцільності полягає у визначенні додаткових витрат на ділянці маршруту, що



розглядається, і розрахунку маржинального прибутку при завантаженні рухомого складу. Якщо розмір маржинального прибутку більший за постійні витрати, що припадають на додатковий час, пов'язаний із здійсненням перевезення - приймається позитивне рішення про використання транзитних провізних можливостей (завантаження порожнього пробігу).

Таблиця 2.1 - Розподіл частки кільцевих маршрутів за коефіцієнтом використання пробігу

Коефіцієнт використання пробігу	Відсоткова частка кільцевих маршрутів із використаними транзитними провізними можливостями
0,5-0,6	0,8%
0,6-0,7	3,5%
0,7-0,8	6,9%
0,8-0,9	24,5%
0,9-1	64,3%

У практиці роботи автотранспортного підприємства часто розглядається не виконання окремої заявки, а маршрут цілком. У цьому випадку також для підвищення ефективності роботи транспортногo підприємства пропонується оцінювати маршрути та роботу всієї диспетчерської служби з маржинального прибутку. Для її фактичного визначення необхідно відійти від загальноприйнятого визначення змінних витрат у розрахунку на 1 км пробігу, оскільки частина витрат припадає на кожну їзду з вантажем (експедирування) та час обороту (добові, проживання), яке також залежить від кількості їздок, місць та умов навантаження-розвантаження.

Загальноприйнятою методикою в оцінці маршруту є розгляд запропонованих завантажень з ув'язкою в кільцевий маршрут, коли рухомий склад повертається до місця приписки.

Виходячи з цього, змінні витрати за кільцевий маршрут складаються з трьох складових:

1) пробіг (паливо, зарплата водіїв, технічне обслуговування та ремонт, амортизація шин);



- 2) час у русі (розраховується через транспортну швидкість з урахуванням часу відпочинку водіїв);
- 3) кількість місць навантаження-розвантаження (витрати часу на навантаження-розвантаження та експедирування).

Використання маржинального калькулятора дозволяє диспетчерським службам швидше та об'єктивніше оцінювати запропоновані варіанти завантаження рухомого складу.

Для підвищення ефективності експлуатації рухомого складу автотранспортних підприємств використовуються різні критерії. Універсальним критерієм ефективності будь-якого комерційного підприємства є прибуток, який для їздки розраховується за формулою:

$$P_p = D - P \quad (2.4)$$

де  $D$  - дохід від виконання заявки, грн.;

$P$  - сумарні витрати на виконання заявки, грн.

Оскільки постійні витрати не залежать від виконуваної роботи, фактичним критерієм ефективності виконання заявки є маржинальний прибуток, який визначається різницею між тарифом (доходами) та змінними витратами:

$$MP = D - C_{пер} \quad (2.5)$$

де  $C_{пер}$  - змінні витрати на виконання заявки, грн.

Виходячи з критерію максимізації прибутку найбільш ефективними є їздки, що забезпечують максимальний питомий маржинальний прибуток, що визначається розподілом різниці між тарифом та змінними витратами на час виконання їздки.

Тому підсумкова цільова функція для визначення ефективності



експлуатації рухомого складу при міжміських вантажних автомобільних перевезеннях набуває вигляду:

$$СМП = \sum_{i=1}^n МП^i \rightarrow \max \quad (2.6)$$

де  $СМП$  - сумарний річний маржинальний прибуток автотранспортного підприємства, грн;

$МП^i$  - маржинальний питомий прибуток за  $i$  заявку, грн.;

$n$  - кількість виконаних заявок.

Розгляд як цільової функції доходів чи витрат недоцільно, оскільки ці величини взаємопов'язані і максимізація доходів чи мінімізація витрат який завжди відповідають максимізації прибутку.

Зазвичай в автотранспортних підприємствах маржинальний питомий прибуток розраховується за середні значення змінних витрат для різних марок рухомого складу. Маржинальний питомий прибуток за середніми значеннями змінних витрат розраховується за формулою:

$$МП_{уд} = \frac{МП}{t_{рейса}} = \frac{T - C_{пер}^{рейса}}{t_{рейса}}, \quad (2.7)$$

де  $МП$  - маржинальний прибуток, грн.;

$t_{рейса}$  - час обороту рейсу, день;

$T$  - тариф за рейс, грн.;

$C_{пер}^{рейса}$  - змінні витрати, грн.

У цьому методі розрахунку питомої маржинальної прибутку не враховувався ряд чинників, які впливають на змінні витрати. Змінні витрати приймалися за середніми значеннями для марок автомобілів і не враховували вік рухомого складу, масу вантажу, що перевозиться, та інших показників, що



впливають на змінні витрати, що призводить до похибки при визначенні питомого маржинального прибутку.

Відповідно, дослідження впливу коефіцієнта використання вантажопідйомності, віку рухомого складу та стилю водіння на змінні витрати дозволяють більш точно розрахувати ефективність використання рухомого складу для конкретних умов міжміських автомобільних перевезень. З урахуванням сумарного поправного коефіцієнта  $K_i$  маржинальний прибуток за заявкою визначається за формулою:

$$МП_{yo}^i = \frac{МП^i}{t_{рейса}^i} = \frac{T_i - C_{пер}^{рейса} \cdot K_i}{t_{рейса}^i}, \quad (2.8)$$

де  $K_i$  - сумарний поправний коефіцієнт змінних витрат, що враховує конкретні умови заявки;

$C_{пер}^{рейса}$  - середнє значення змінних витрат, грн./км.

Сумарний поправочний коефіцієнт, що враховує конкретні умови перевезень за заявкою, розраховується за такою формулою:

$$K_i = K_1 \cdot k_1^i \cdot k_2^i \cdot k_4^i \cdot k_5^i + K_2 + K_3 + K_4 \cdot k_1^i \cdot k_3^i + K_5 + K_6, \quad (2.9)$$

де  $K_1$  - частка палива у змінних витратах;

$K_2$  - частка фонду заробітної плати водіїв у змінних витратах;

$K_3$  - частка витрат на технічне обслуговування змінних затрат;

$K_4$  - частка витрат на ремонт у змінних витратах;

$K_5$  - частка витрат на шини у змінних витратах;

$K_6$  - частка інших витрат у змінних витратах;

$k_1^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив коефіцієнта використання вантажопідйомності на витрати на ремонт;

$k_2^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив коефіцієнта використання



вантажопідйомності витрати на паливо;

$k_3^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив віку рухомого складу на витрати на ремонт;

$k_4^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив віку рухомого складу на витрати на паливо;

$k_5^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив стилю водіння на витрати на паливо.

Таким чином, оптимальною є заявка, що забезпечує максимальний маржинальний питомий прибуток. Алгоритм вибору оптимальної заявки як блок-схеми представлений на рисунку 2.3.

Алгоритм складається з трьох функціональних блоків:

1) введення вихідних даних щодо рухомого складу, що використовується в автотранспортному підприємстві, і даних щодо альтернативних заявок на перевезення;

2) розрахунок питомого маржинального прибутку за альтернативними заявками на перевезення з урахуванням конкретних умов виконання заявки;

3) вибір оптимальної заявки за критерієм максимального питомого маржинального прибутку.

Даний алгоритм дозволяє порівняти запропоновані заявки за критерієм питомого маржинального прибутку та вибрати з них оптимальний варіант.

### 2.3 Математична модель для визначення витрати пального при плануванні міжміських вантажних перевезеннях

На відміну від існуючих «Норм витрати палив та мастильних матеріалів на автомобільному транспорті», у модель витрати палива пропонується внести наступні зміни.



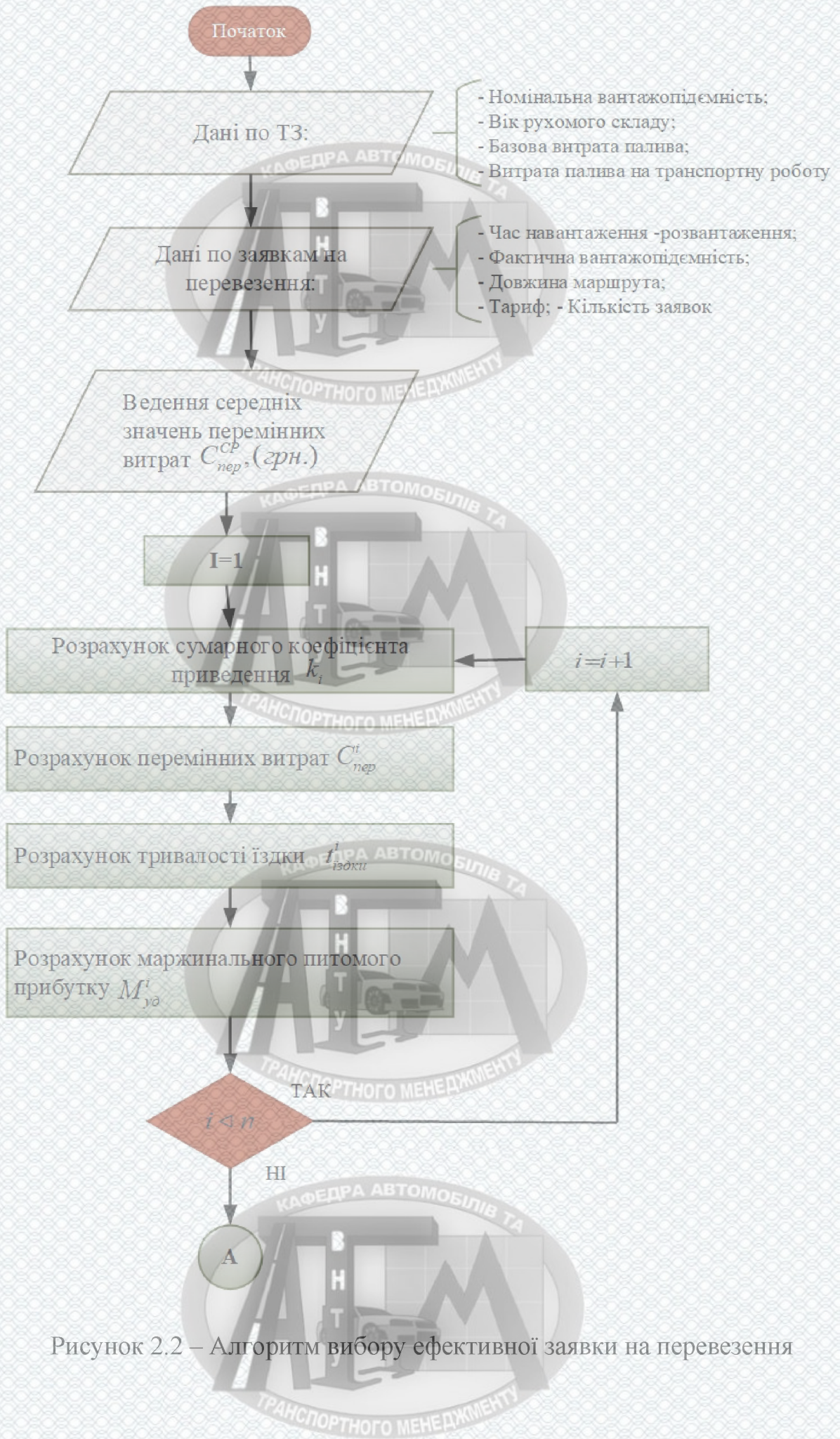


Рисунок 2.2 – Алгоритм вибору ефективної заявки на перевезення



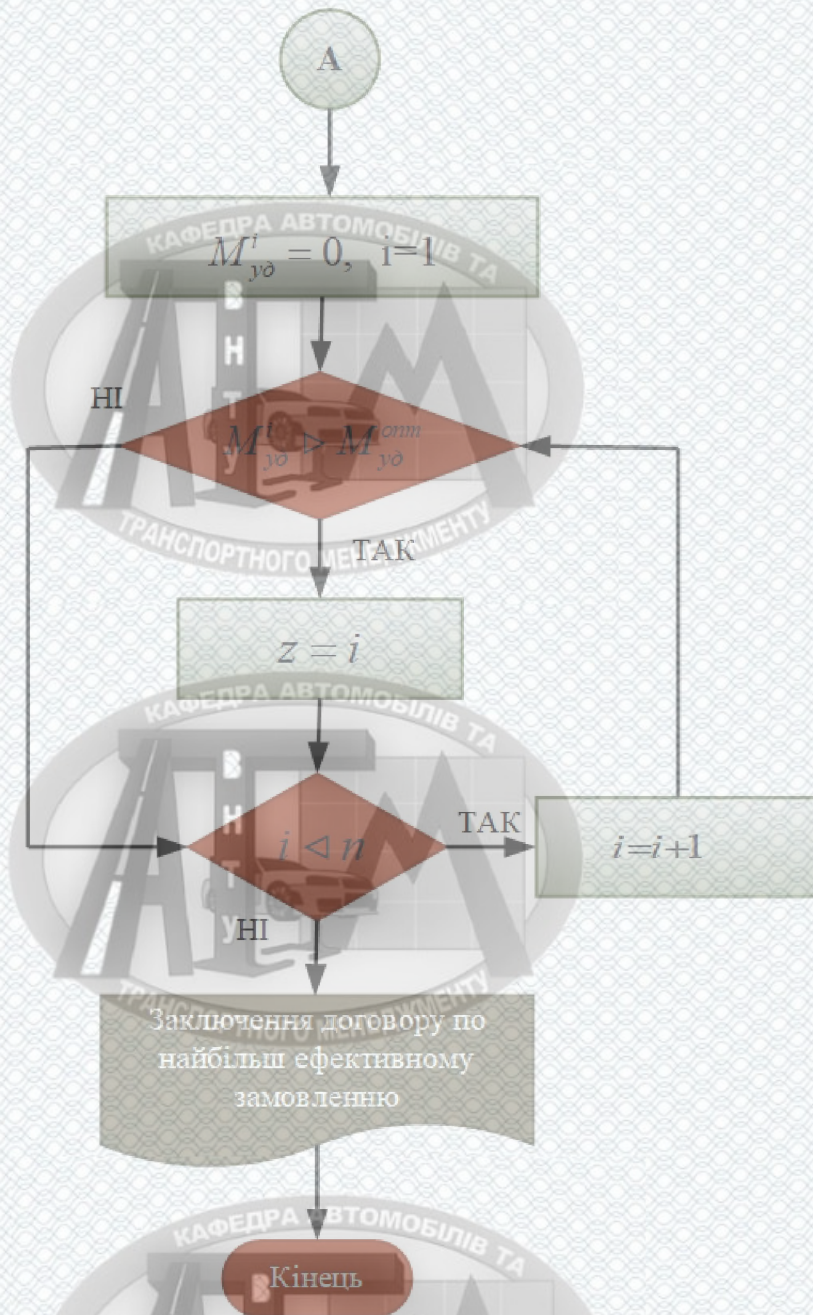


Рисунок 2.2 – Алгоритм вибору ефективної заявки на перевезення  
(продовження)

Норма витрати пального на пробіг автопоїзда розраховується за формулою:

$$H_{SN}^{HOB} = (H_s + H_d^{HOB} \cdot G_{III}) (1 + 0,01 \cdot D_1), \quad (2.10)$$

де  $H_s$  - базова норма витрати палив на пробіг автомобіля (тягача) у



спорядженому стані, л/100 км ( $H_{Sn} = H_S$ , л/100 км, для одиночного автомобіля, тягача);

$H_D^{HOB} = 0,4$  л/100т×км - норма витрати палив на додаткову масу причепа або напівпричепа;

$G_{III}$  - Власна маса причепа або напівпричепа, т;

$D_1$  - поправочний коефіцієнт при роботі на дорогах загального користування I, II та III категорій за межами приміської зони на рівнинній слабогорбистій місцевості (-15%).

Нормативна витрата палива на їзду має вигляд:

$$Q_H = 0,01 \cdot (H_{SN}^{HOB} \cdot S + H_W^{HOB} \cdot W) \cdot (1 + 0,01 \cdot D^{HOB}), \quad (2.11)$$

де  $H_W^{HOB} = 0,4$  л/100т×км - норма витрати палива на транспортну роботу;

$S$  - пробіг автомобіля за вантажену їзду, км;

$W$  - об'єм транспортної роботи, т-км;

$D^{HOB}$  - Сумарний поправочний коефіцієнт.

Сумарний поправочний коефіцієнт визначається за виразом:

$$D^{HOB} = D_1^{HOB} + D_2^{HOB} \quad (2.12)$$

де  $D_1^{HOB}$  - поправочний коефіцієнт за віком (+1% за кожний рік віку рухомого складу в діапазоні 1-10 років);

$D_2^{HOB}$  - поправочний коефіцієнт за стилем водіння.

Поправочний коефіцієнт за стилем керування при розрахунку витрати палива пропонується визначати за наступною шкалою:

- +10% - неефективний (відповідає 6 балам у системі *Renault Optifleet*);
- +5% - малоефективний (відповідає 7 балам у системі *Renault Optifleet*);



- 0% - нормальний (відповідає 8 балам у системі *Renault Optifleet*);
- -5% - ефективний (відповідає 9 балам у системі *Renault Optifleet*);
- -10% - високоефективний (відповідає 10 балам у системі *Renault Optifleet*).

У таблиці 2.2 представлено порівняння діючої моделі (методики) розрахунку витрати пального та запропонованої при міжміських вантажних автомобільних перевезеннях рухомим складом, що відповідає максимально допустимій повній масі 40 тонн.

### 2.3. Висновки до розділу 2

Виходячи з теоретичного обґрунтування оцінки ефективності міжміських автомобільних вантажних перевезень та основних факторів, що впливають на неї, можна зробити такі висновки:

1. Як методику вибору основних чинників, які впливають на ефективність експлуатації вантажного автомобільного транспорту, обґрунтовано застосування методу основних компонент.

2. Аналіз досліджень ефективності експлуатації міжміського вантажного автомобільного транспорту показав, що основним критерієм при виборі заявок є питомий маржинальний прибуток, що визначається як різниця між тарифом (доходом) та змінними витратами у розрахунку на день в експлуатації.

3. Запропоновано математичну модель (методику) визначення витрати палива при міжміських вантажних автомобільних перевезеннях, здійснюваних сідельними тягачами з напівпричепами віком експлуатації 1-10 років із часткою міжміських доріг на маршруті 80% і вище, яка відрізняється від існуючої нормативної методики визначення витрати палива значенням норми витрати палива на транспортну роботу та поправочними коефіцієнтами за віком рухомого складу та стилем водіння.

4.



Таблиця 2.2 – Порівняння моделей витрати палива автопоїзда

Офіційна	Запропонована
Норма витрати пального на пробіг автопоїзда, л/100 км.	
$H_{sn} = H_s + H_d \cdot G_{III}$ , л/100км	$H_{SN}^{HOB} = (H_s + H_d^{HOB} \cdot G_{III})(1 + 0,01 \cdot D_1)$ ,
Базова норма витрати палива на пробіг автомобіля (тягача) у спорядженому стані, л/100 км	
$H_s$	Без змін
Норма витрати дизельного палива на додаткову масу причепа або напівпричепа, л/100 км	
$H_d = 1,3$	$H_d^{HOB} = 0,4$
Власна маса причепа або напівпричепа, т;	
$G_{III}$	Без змін
Поправочний коефіцієнт при роботі на дорогах загального користування I, II та III категорій за межами приміської зони на рівнинній слабогорбистій місцевості	
$D_1 = -15\%$	Без змін
Нормативна витрата палива на їздку, л;	
$Q_H = 0,01 \cdot (H_{sn} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 \pm 0,01 \cdot D)$ ,	$Q_H = 0,01 \cdot (H_{SN}^{HOB} \cdot S + H_w^{HOB} \cdot W) \cdot (1 + 0,01 \cdot D^{HOB})$ ,
Сумарний поправочний коефіцієнт $D$ , %.	Сумарний поправочний коефіцієнт $D^{HOB}$ , % $D^{HOB} = D_1^{HOB} + D_2^{HOB}$ де $D_1^{HOB}$ - поправочний коефіцієнт за віком рухомого складу; $D_2^{HOB}$ - поправочний коефіцієнт за стилем водіння



### 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА МАТЕРІАЛЬНІ ВИТРАТИ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МІЖМІСЬКИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

#### 3.1 Загальна методика розрахунково -експериментальних досліджень

У першому розділі було встановлено, що паливо є основною статтею витрат при міжміських перевезеннях. Тому метою даної частини роботи є визначення найважливіших факторів, які впливають на витрату палива при міжміських автомобільних перевезеннях.

Алгоритм виконання розрахунків на даному етапі наведено рисунку 3.1. Дослідження складається з наступних етапів.

- 1) Вибір основних факторів, що впливають на витрату палива вантажних автомобілів при міжміських перевезеннях, шляхом якісного аналізу та визначення зв'язків між факторами, що впливають на витрату палива.
- 2) Розрахунок статистичних характеристик функції та факторів-аргументів.

Для визначення статистичних показників необхідно розрахувати:

- середнє арифметичне значення:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}; \quad \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}, \quad (3.1)$$

- дисперсію:

$$S_X^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}; \quad S_Y^2 = \frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n}, \quad (3.2)$$



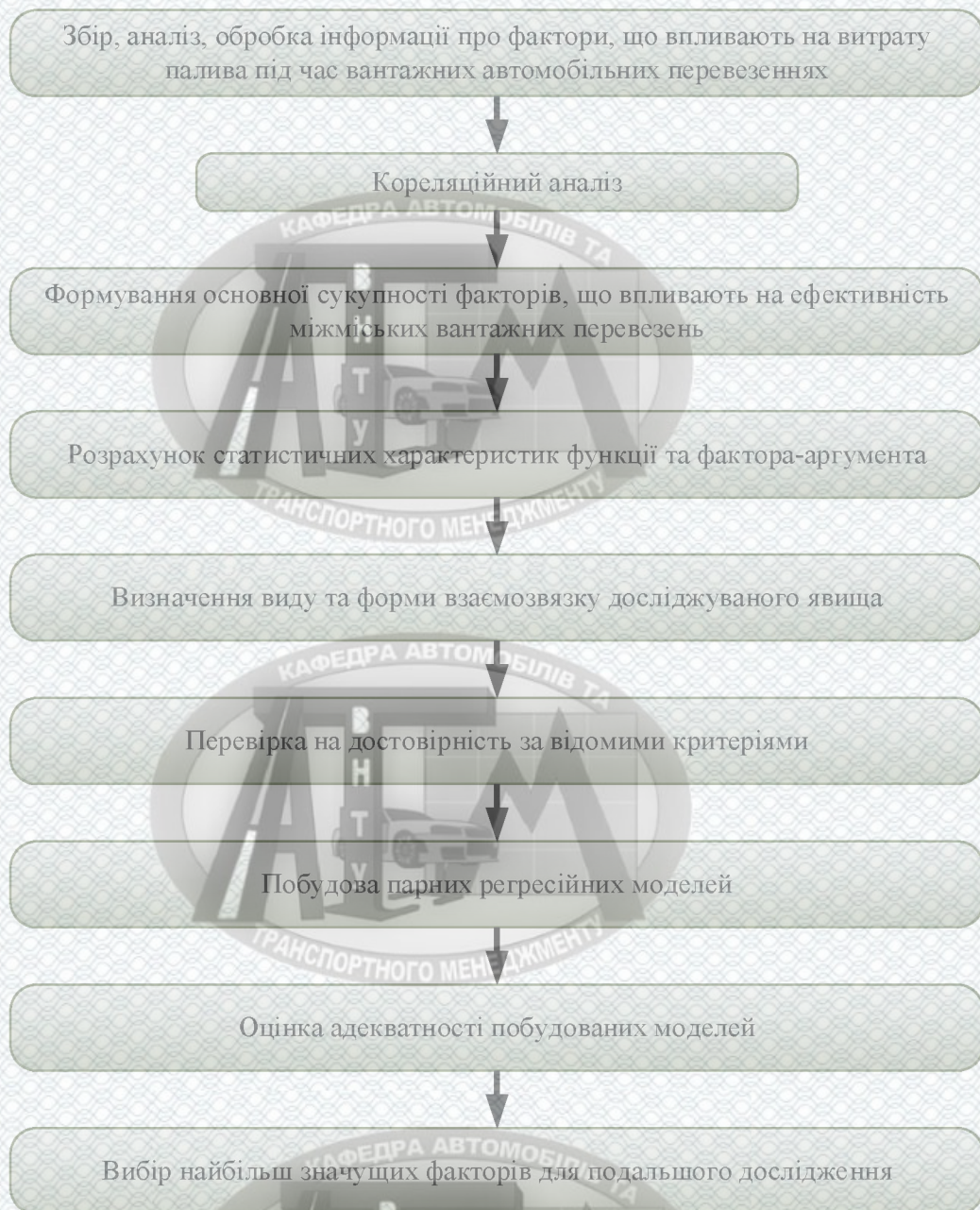


Рисунок 3.1 – Алгоритм послідовності виконання розрахунків

- середнє квадратичне відхилення:

$$S_X = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}}; \quad S_Y = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n}}, \quad (3.3)$$

- коефіцієнт варіації:

$$\nu_X = \frac{S_X}{\bar{X}}; \quad \nu_Y = \frac{S_Y}{\bar{Y}}; \quad (3.4)$$



## 3) Визначення видів та форм зв'язку досліджуваного явища.

Визначення видів та форм зв'язку зводиться до підбору функції, що відповідають поставленому завданню. Основними критеріями при остаточному виборі форми зв'язку стали найкраща апроксимація і задовільна статистична оцінка, і навіть аналізовані окремі чинники і перевірка достовірність. Далі проводиться побудова парних регресійних залежностей.

Для оцінки зв'язаності двох випадкових величин  $X$  і  $Y$  може бути використаний коефіцієнт кореляції  $r_{XY}$ , який набуває значення від -1 до 1. Значення  $r_{XY} \neq 0$  свідчить про взаємну залежність між  $X$  і  $Y$ . У цьому рівність коефіцієнта кореляції нулю означає відсутність лінійного зв'язку, але не виключає нелінійної залежності. За  $r_{XY} > 0$  залежність позитивна. У цьому випадку зростання  $X$  тягне у себе зростання  $Y$ . При  $r_{XY} < 0$  залежність негативна. І тут зростання однієї з змінних призводить до зменшення значення іншої змінної. Рівність  $r_{XY} = 1$  означає наявність лінійної функціональної залежності, коли кожному значенню однієї величини ( $X$ ) відповідає точно одне значення іншої величини ( $Y$ ).

Як правило, в експериментальній ситуації точне значення коефіцієнта кореляції невідоме, але є можливість визначити вибіркового коефіцієнта кореляції:

$$r_{XY} = \frac{n \sum x_i \cdot y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (3.5)$$

$r_{XY}$  є оцінкою справжнього коефіцієнта кореляції.

Для перевірки коефіцієнта кореляції на значущість обчислимо значення

$$t = \frac{r_{xy}}{\sqrt{1 - r_{xy}^2}} \sqrt{n - 2} \quad (3.6)$$



у разі якщо  $r_{xy} = 0$  то отримуємо розподіл Стюдента з  $n-2$  ступенями свободи.

Значимість коефіцієнт кореляції перевіряється шляхом порівняння величини  $t$  з його критичним значенням  $t_{kp}$  при заданій надійності  $p$  та числі ступенів свободи  $k = n - 2$ . Якщо розрахункове значення  $t$  більше критичного, тобто  $t > t_{kp}$ , то з ймовірністю  $p$  можна стверджувати, що коефіцієнт кореляції значимий.

4) Побудова багатofакторної регресійної моделі. Потім проводиться оцінка адекватності моделі явищу, що вивчається.

На основі дисперсійного аналізу проводиться оцінка адекватності моделі досліджуваному явищу, яка розраховується за F-критерієм Фішера:

$$F = \frac{r_{xy}^2 (n - p - 1)}{(1 - r_{xy}^2) \cdot (n - 1)} \geq F_{табл.} \quad (3.7)$$

Визначення значення F -критерію порівнюється з табличним при вибраному рівні значущості. Якщо розрахункове значення менше табличного, то регресійна модель не визнається адекватною явищу, що моделюється, і отримуємо найкращу з числа досліджених лінійну залежність між факторами.

Рівняння множинної регресії отримуємо у вигляді:

$$Y = b_0 + b_1 \cdot X_1 + b_2 \cdot X_2 + \dots + b_n \cdot X_n, \quad (3.8)$$

де  $b_0$  - коефіцієнт при першому члені рівняння регресії.

3.2 Аналіз особливостей вантажного автомобільного транспорту, що використовується ТОВ «ГРІН КУЛ» для міжміських перевезень вантажів

Первинний збір статистичного матеріалу проводився шляхом обробки



звітних даних про діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ». Дослідження проводилися за сідельними тягачами *Mercedes-Benz Actros-1840*, *Renault Premium*, *Scania R340*, *MAN TGA 18480*, *MAN TGA 18410*, обладнаними приладами контролю витрат палива. Дані про значення факторів, що впливають на витрату палива для математичної обробки, були отримані із застосуванням штатних програмно-технічних комплексів *FleetBoard Tii Rec* та *Renault Optifleet*, що використовують засоби супутникової навігації GPS.

Короткий опис програмно-технічного комплексу *FleetBoard*. Вбудований бортовий комп'ютер *FleetBoard Tii Rec* з модемом та GPS-приймачем підключається до телеметричних систем автомобіля для прийому інформації від систем самодіагностики. Всі дані про швидкість, витрату палива, стиль водіння та інші показники передаються на сервер *FleetBoard*, звідки можуть бути отримані в режимі реального часу з використанням інтернет-підключення. Диспетчерські робочі місця являють собою персональні комп'ютери або ноутбуки із встановленою програмою технічного комплексу *FleetBoard*, що мають доступ до мережі інтернет. Принцип роботи системи представлено рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 – Принцип роботи системи штатного технічного комплексу

*FleetBoard*



Програмно-технічний комплекс *FleetBoard* заснований на статистичних даних про роботу сідельних тягачів *Mercedes-Benz Actros-1840*. Рухомий склад обладнаний сертифікованими приладами контролю за витратами палива. Інформація про фактичну витрату палива, швидкість руху, стиль водіння та інші показники фіксувалася програмно-технічним комплексом *FleetBoard*.

Для статистичного аналізу використано дані щодо міжміських автомобільних перевезень у 2021 та 2022 роках.

Короткий опис програмно-технічного комплексу *Renault Optifleet*. Програмно-технічний комплекс системи *Renault Optifleet* дозволяє менеджерам автопарків отримувати доступ до даних автомобіля та оцінювати характер водіння та використання вантажівки його водіями. Система *Optifleet* допомагає знизити витрату палива автопарком і зменшити вплив на навколишнє середовище. Ця система віддаленого моніторингу створює докладні звіти на рівні водія, транспортного засобу та автопарку, надає чітку картину витрати пального, пройдені відстані та дозволяє аналізувати результати. Система *Renault Optifleet* має наступну шкалу оцінки: до 6 балів - посередньо, від 6 до 8 - задовільно і від 8 до 10 - відмінно. Система *Renault Optifleet* показує основні параметри використання транспортного засобу та витрату палива. В таблиці 3.1 показано вигляд комп'ютерного інтерфейсу системи технічного комплексу *Renault Optifleet*.

Система *Renault Optifleet* відображає параметри стиль керування, а також аналізує зміни в порівнянні з попереднім періодом. Оцінка формується лише у загальному вигляді, не поділяючись на оцінки окремих показників.

У ході проведення обстеження було визначено групу факторів, які визнані найбільш суттєвими за впливом на витрату палива при міжміських автомобільних перевезеннях.. З цієї причини вибираються такі параметри:

- витрати палива;
- маса вантажу, що перевозиться;
- швидкість на маршруті;
- стиль водіння водія.



Таблиця 3.1 – Звіт з оцінки стилю водіння вантажного автомобіля

Рейтинг	Автомобіль	Стиль водіння водія		Дані про подорож			Характеристики поїздки					
		Бал	Аналіз змін	Сер. витрата палива (л/100 км)	Загальна відстань (км)	Загальний час (год)	Сер. швидкість (км/год)	Сер. кількість зупинок (кількість/100 км)	Навантаження двигуна (% від відстані)	Низьке завантаження (%)	Середнє завантаження (%)	Повне завантаження (%)
1	Renault (T365YE189)	8	↘	28,68	168	1:50	72	1	9	10,2	57,4	32,3
2	Renault (T365YE174)	8,9	↗	29,4	974	11:30	70	2	5,6	4,7	70,8	24,5
3	Renault (E8854AK774)	8,8	↘	27,07	710	7:35	70	1	9	15,3	55,3	29,4

Аналіз проводився з використанням статистичного експерименту з вибіркою інформації про аналізовані фактори та витрату палива. Розглянемо підхід, заснований на порівнянні розподілу, що спостерігається, з деяким стандартом. Найбільш поширеними способами представлення емпіричних даних є гістограма та полігон частот.

Під час збирання даних для експерименту було отримано результати роботи вантажного транспорту при міжміських перевезеннях. Для статистичної обробки використано дані 2021-2022 року про значення досліджуваних факторів та витрати палива за 237 рейсами.

Результат показує, що частка пробігів міжміськими дорогами становить понад 83%, а частка регіональних доріг незначна. При цьому, для розглянутих інтервалів з часткою міжміських доріг 83-88%, 88-94% (середнє значення - 91%) і 94-99% витрата палива, маса вантажу, що перевозиться, швидкість на маршруті і стиль водіння змінювалися незначно (у межах 3 %). Таким чином, використання різних типів не робить істотного впливу на показники, що розглядаються.



Таблиця 3.2 – Витрата палива з урахуванням коригування на транспортну роботу від середнього показника

Середні значення:	Витрата палива, л/100 км	Маса вантажу, що перевозиться, т	Скоректована витрата палива, л/100 км.	Відхилення, %
Середні значення для дорожнього фактора	27,98	17,02	27,98	0
Частка доріг західної частини країни 83-88%	27,91	16,4	27,66	-1,14
Частка доріг південної частини країни 88-94%	27,45	16,49	27,24	-2,64
Частка доріг центральної частини країни 94-99%	28,44	17,62	28,68	2,50

Гістограми розподілу аналізованих факторів та витрати палива при міжміських автомобільних перевезеннях з розрахунком математичного очікування наведено на рисунках 3.3-3.6.

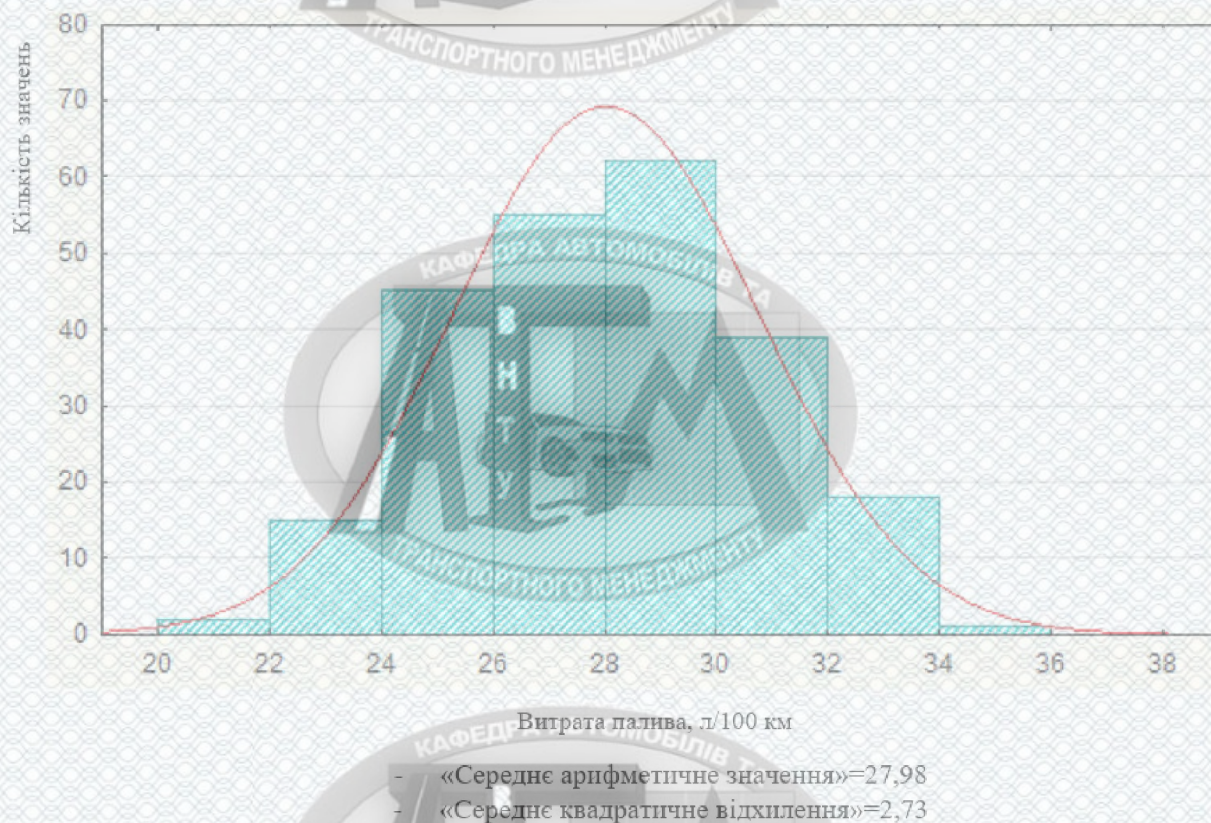


Рисунок 3.3 - Полігон розподілу значень витрат палива



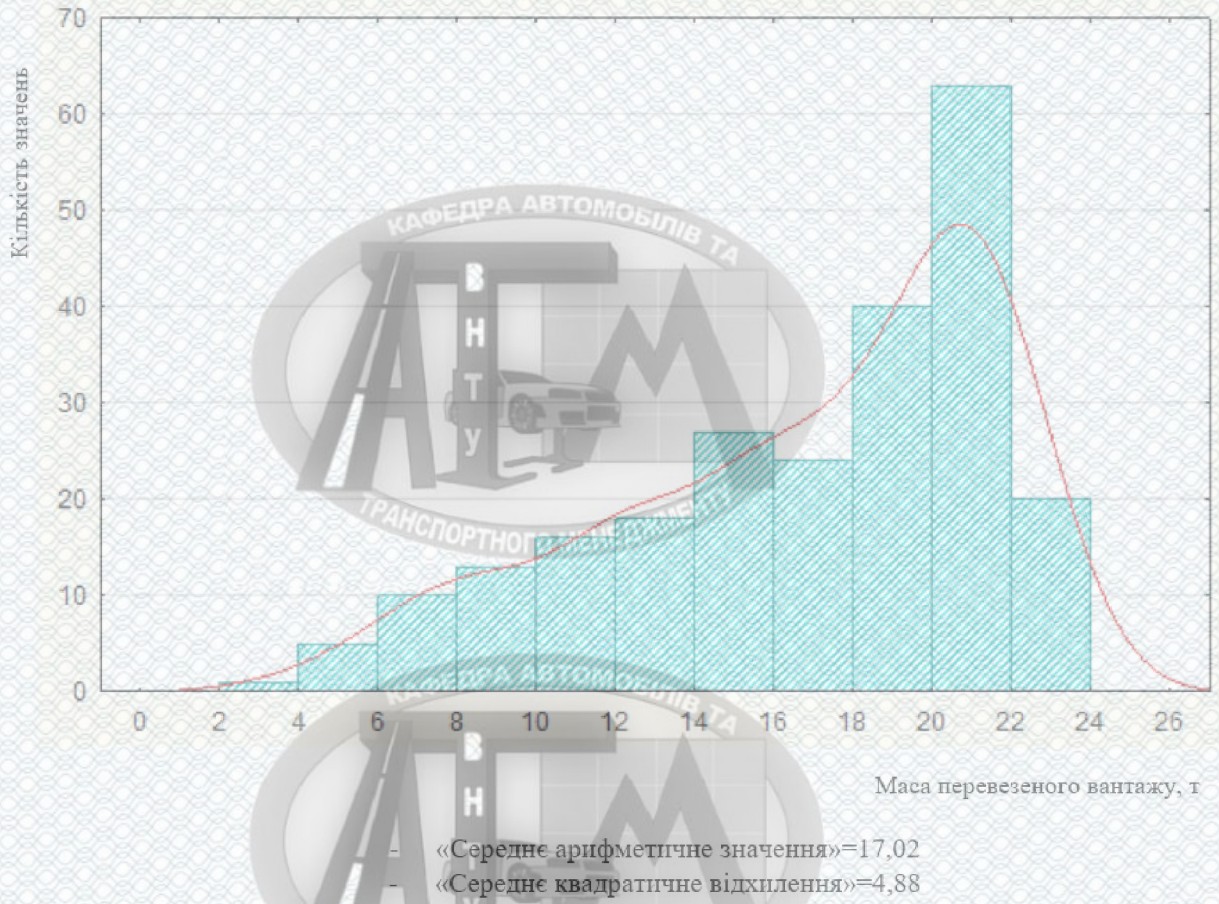


Рисунок 3.4 - Полігон розподілу значень маси вантажу, що перевозиться

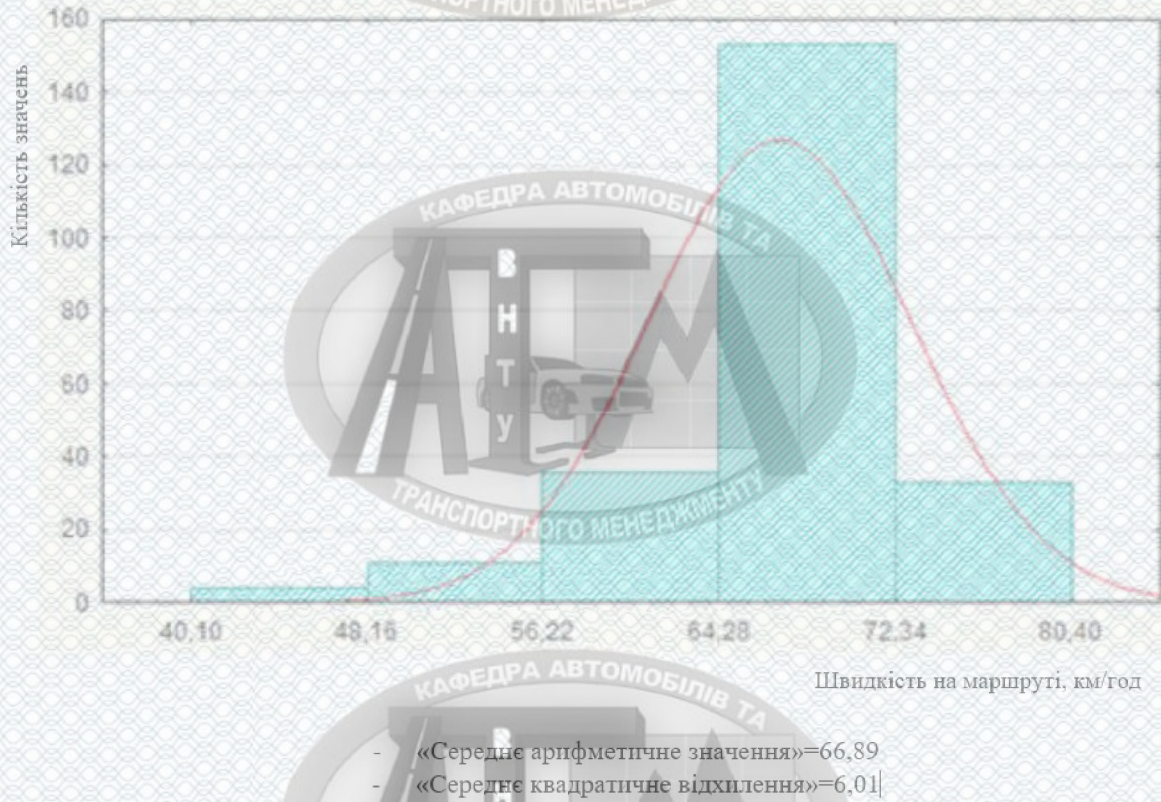


Рисунок 3.5 – Полігон розподілу значень швидкості на маршрутах



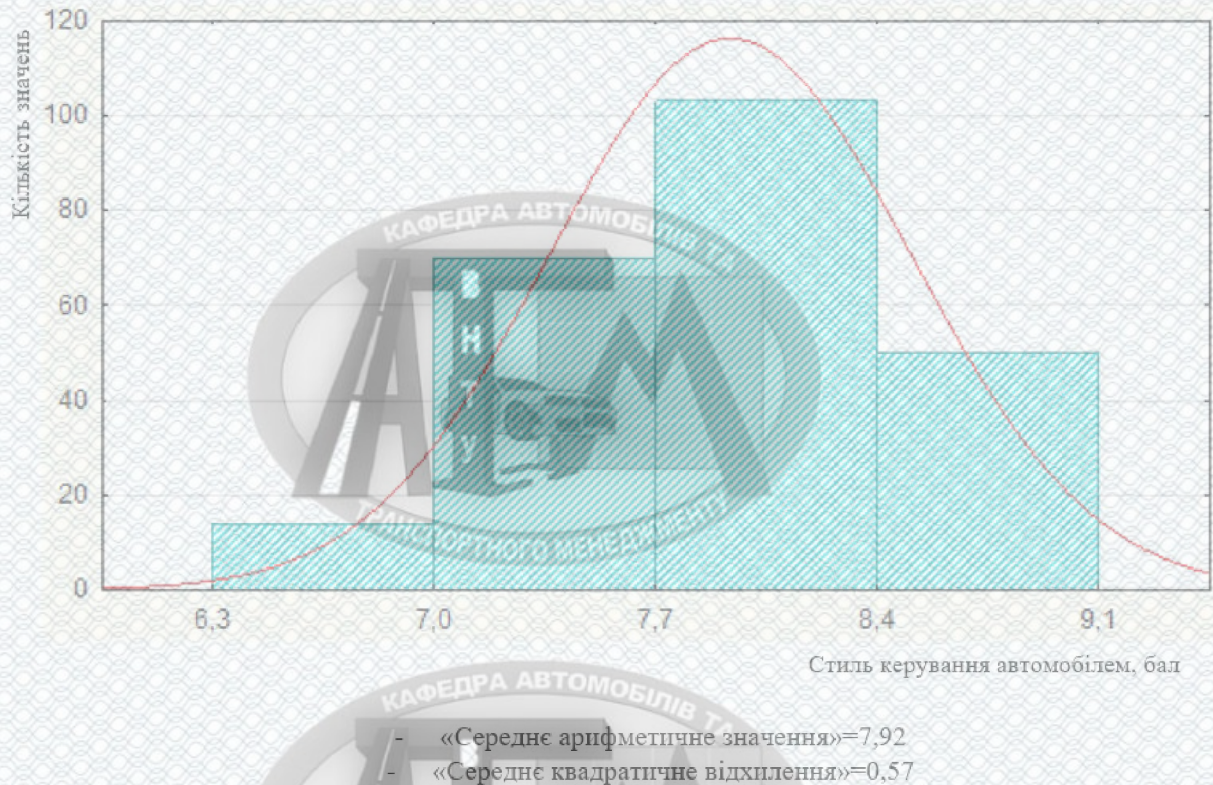


Рисунок 3.6 - Полігон розподілу значень стилю водіння

Значення розподілу досліджуваних факторів та витрати палива при міжміських перевезеннях, наведені в додатку 1, взяті як середнє за рейсами. Результат полігону розподілу факторів, що розглядаються, і витрати палива виявився відповідним нормальному закону розподілу. Надалі перевіряється взаємозв'язок між факторами та витратою палива на достовірність, проводиться знаходження головних компонентів на основі кореляційної матриці, вагових коефіцієнтів, підбору функціональних залежностей, вибір найкращих важливих факторів тощо.

### 3.3 Оцінка сукупного впливу факторів на витрату палива вантажним транспортом при міжміських перевезеннях

Дане дослідження ґрунтується на статистичних даних про роботу сідельних тягачів, що використовує ТОВ «ГРІН КУЛ» для виконання виробничих завдань. Дослідження проводилися за сідельними тягачами *Mercedes-Benz Actros-1840*, *Renault Premium*, *Scania R340*, *MAN TGA 18480*,



*MAN TGA 18410*, обладнаними приладами контролю витрат палива. Дані про значення факторів, що впливають на витрату палива для математичної обробки, були отримані із застосуванням програмно-технічного комплексу *FleetBoard та Renault Optifleet*, що використовують засоби супутникової навігації GPS.

Виходячи з результату обстеження факторів, що впливають на витрату палива, можна отримати залежність витрат палива від інших показників. Для визначення зв'язку між факторами та витратою палива використовується кореляційна матриця, представлена в таблиці 3.3.

Для оцінки взаємозв'язку двох випадкових величин може бути використаний коефіцієнт кореляції, який набуває значення від -1 до 1.

На основі експериментальних даних розрахункове значення вибіркового коефіцієнта кореляції Пірсона було представлено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Розрахункові значення коефіцієнтів кореляції Пірсона

Змінна	Витрата палива, л/100 км	Маса вантажу, що перевозиться, т	Швидкість на маршруті, км/год	Стиль водіння, бал
Витрата палива, л/100 км	1,00	0,77	- 0,20	- 0,74
Маса вантажу, що перевозиться, т	0,77	1,00	- 0,16	- 0,58
Швидкість на маршруті, км/год	- 0,20	- 0,16	1,00	0,17
Стиль водіння, бал	- 0,74	- 0,58	0,17	1,00

Отримане значення коефіцієнта свідчить про наявність значимої (помилка менше 0,05%) взаємозв'язку між параметрами при міжміських перевезеннях. Оцінка взаємозв'язку між параметрами та витратою палива на достовірність подана у таблиці 3.4.



Таблиця 3.4 - Оцінка взаємозв'язку між параметрами та витратою палива

Фактор	Витрата палива, л/100 км					Перевірка на значимість
	Коефіцієнт кореляції	Види зв'язку	Сила кореляції	Перевірка за критерієм Стьюдента		
				Розрахункове $t$	Критичне $t_{кр}$	
Маса вантажу, що перевозиться, т	0,77	Позитивний	Сильна	18,62	1,97	значуща
Швидкість на маршруті, км/год	-0,20	Негативний	Дуже слабка	3,19	1,97	значуща
Стиль водіння, бал	-0,74	Негативний	Сильна	16,9	1,97	значуща

Результат аналізу оцінки взаємозв'язку між факторами, що розглядаються, і витратою палива показує, що взаємозв'язок між параметрами маси вантажу, що перевозиться, і стилем водіння на витрату палива при міжміських перевезеннях мають сильну позитивну, а швидкість на маршруті має слабку негативну кореляцію. Отримані коефіцієнти кореляції не говорять про значущість, навіть великий коефіцієнт може статистично незначим. З цієї причини було проведено перевірку достовірності.

Графічне відображення залежності витрати пального від швидкості на маршруті представлено рисунку 3.7.

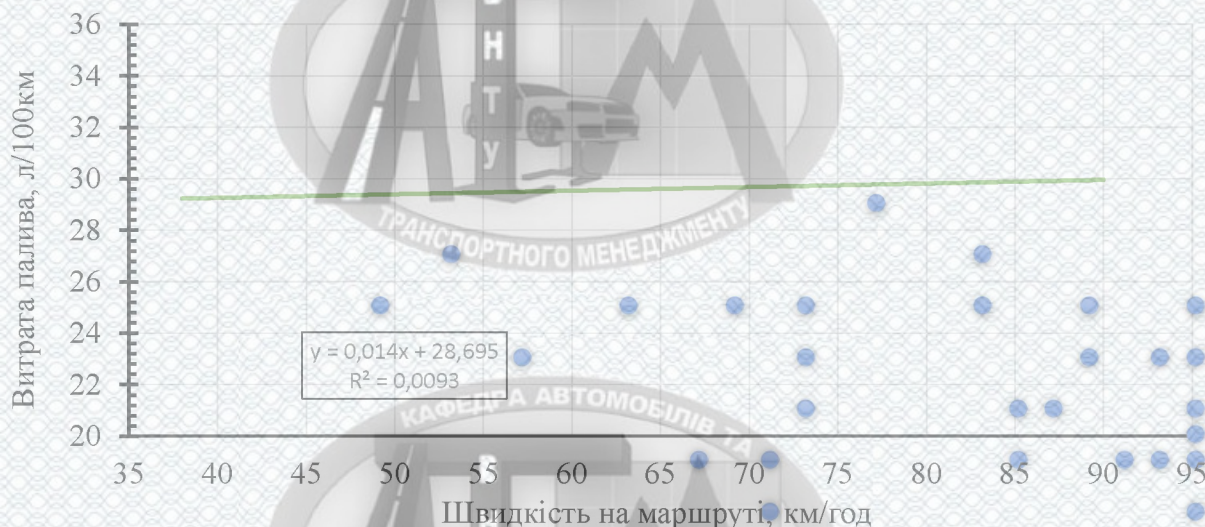


Рисунок 3.7 - Залежність витрати палива від швидкості на маршруті



На основі експериментальних даних розрахункове значення вибіркового коефіцієнта кореляції Пірсона становило  $-0,20$ . Отримане значення коефіцієнта свідчить про наявність значущої (помилка менше  $0,05\%$ ) негативного взаємозв'язку між параметрами технічної швидкості  $X$  та витратою палива  $Y$  при міжміських перевезеннях.

Швидкість на маршруті не істотно впливає на витрату палива, так як висока швидкість можлива при відносно вільному русі, коли скорочується кількість циклів розгін-гальмування, проте при цьому зростає аеродинамічний опір. Рівняння лінійної регресії даного фактора для експериментальних даних має вигляд:

$$Y_1 = 33,22 - 0,06 \cdot V_m \quad (3.9)$$

де  $V_m$  - швидкість на маршруті, км/год.

При цьому дані аналізу регресійної залежності не дозволяють говорити про наявність вираженої лінійної залежності витрат палива від швидкості руху для конкретних умов експерименту.

Результати дослідження впливу маси вантажу, що перевозиться, на витрату палива представлені на рисунку 3.8.

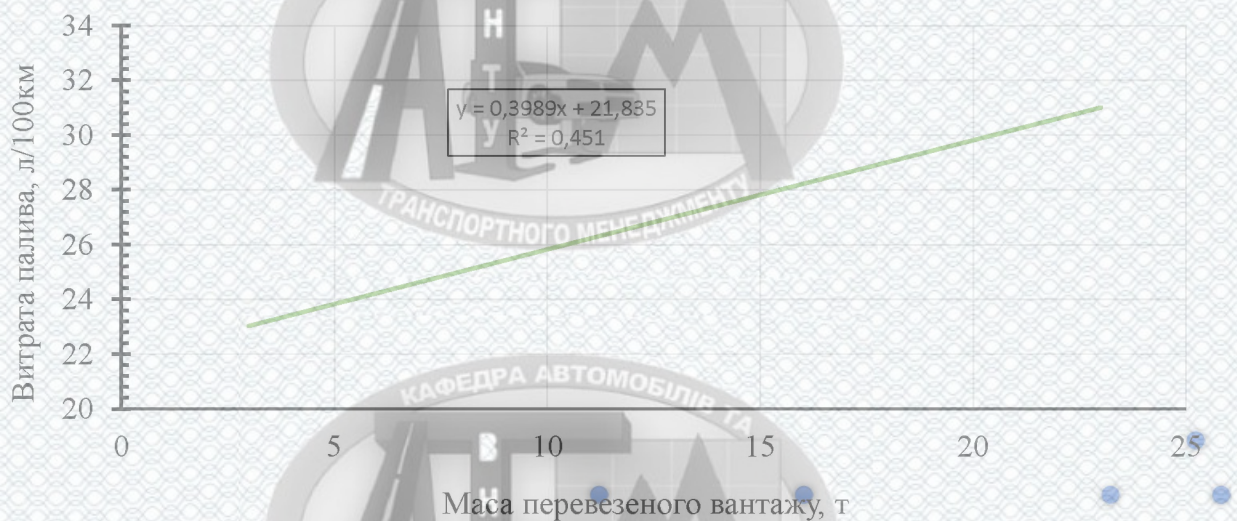


Рисунок 3.8 - Залежність витрати палива від маси вантажу, що перевозиться



В результаті експерименту отримано рівняння залежності маси вантажу, що перевозиться, і витрати палива, що має вигляд:

$$Y_2 = 20,93 + 0,40 \cdot q_{\phi}, \quad (3.10)$$

де  $q_{\phi}$  - фактична маса вантажу, тобто.

В результаті статистичного дослідження вплив маси вантажу, що перевозиться, на витрату палива при міжміських автомобільних перевезеннях показав, що зв'язок між масою вантажу, що перевозиться, і витратою палива має сильну позитивну кореляцію. Аналіз отриманого рівняння також показує, що коефіцієнт параметра  $q_{\phi}$  як маса вантажу, що перевозиться, змінюється значно. Витрата палива на 0,40 літра на 100 км збільшується з кожної додаткової тонної вантажу, що перевозиться.

Важливим чинником, що впливає ефективність перевезень, є стиль водіння. Стиль водіння – це інтегральна характеристики ефективності роботи водія. Як правило, сучасний рухомий склад має бортове обладнання, що дозволяє оцінювати стиль водіння. При цьому методика його визначення зазвичай є комерційною таємницею, проте очевидними параметрами ефективності є витрата палива (мінімізація гальмування) та швидкість.

Було проведено дослідження визначення залежності витрати палива від стилю водіння.

Результати дослідження залежності витрати палива від стилю водіння представлені на рисунку 3.9.

В результаті експерименту отримано рівняння залежності витрати від ефективності:

$$Y_3 = 51,20 - 2,96 \cdot E_6 \quad (3.11)$$

де  $E_6$  - стиль водіння, бал.



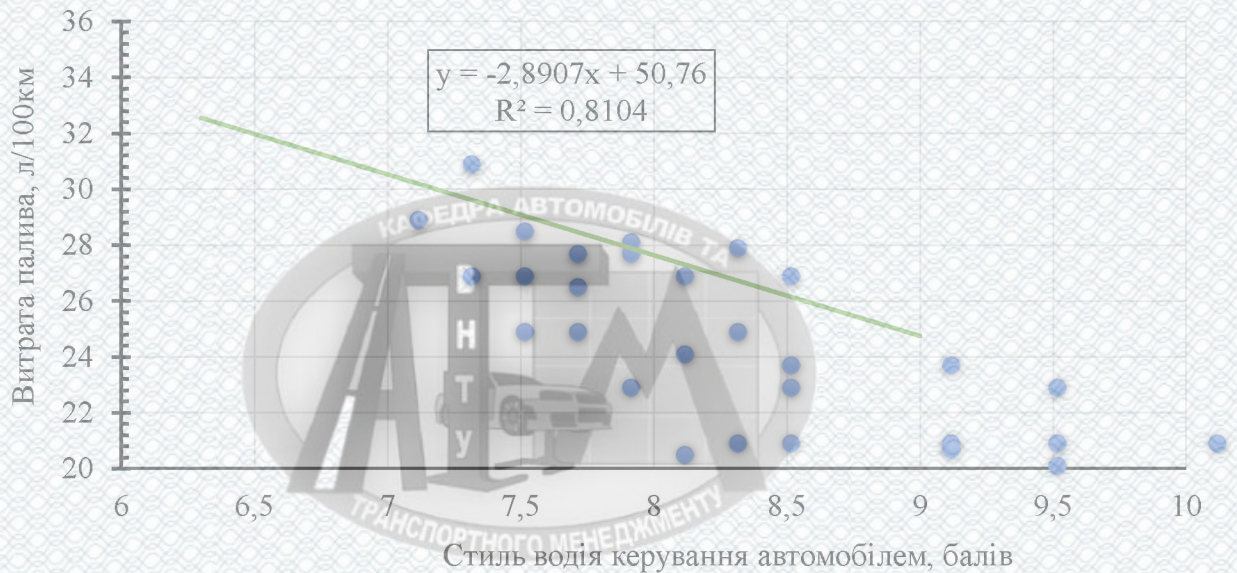


Рисунок 3.9 - Залежність витрати палива від стилю водіння

Аналіз впливу стилю водіння на витрату палива при міжміських автомобільних перевезеннях показав, що залежність витрати палива від стилю керування має сильну кореляцію. Можна зробити висновок, що вплив стилю водіння на витрату палива вантажного транспорту та його використання при міжміських перевезеннях є значним.

Отримані статистичні дані мають суттєвий розкид, що пов'язано з великою кількістю випадкових факторів, що впливають на витрату палива. Серед них можна відзначити такі: погодні умови (особливо взимку), інтенсивність транспортних потоків, дорожньо-транспортні пригоди. Однак, загальна закономірність впливу факторів, що розглядаються, на витрату палива не викликає сумніву.

Застосування подальшого аналізу факторів дозволило визначити лінійну залежність. Ці результати дозволяють визначити основні фактори, які забезпечують більше дисперсії для меншого числа факторів і в той же час мають меншу кореляцію між собою. Для того щоб вибрати основні фактори, що впливають на витрату палива, був використаний метод головних компонентів на основі кореляційної матриці.

Виходячи з результатів основним фактором (головною компонентою),



що впливає на витрату палива, є маса вантажу, що перевозиться.

3.4 Оцінка впливу віку рухомого складу на матеріальні витрати необхідні для підтримки в працездатному стані вантажних автомобілів

Об'єктивна оцінка витрат за ремонт відіграє важливу роль у прийнятті управлінських рішень на автомобільному транспорті. Традиційні методи розрахунку собівартості не враховують повну інформацію про витрати на транспортування. Це призводить до значних помилок під час розрахунку вартості транспортних послуг.

Для оцінки впливу віку рухомого складу на витрати під час експлуатації необхідно враховувати різні підходи до розрахунку вартості використання автомобіля у сучасних умовах. При визначенні собівартості транспортних послуг та тарифів у конкретних умовах експлуатації транспортного засобу, пробіг та вік є найважливішими факторами. Збільшення витрат за ремонт значно зростає зі збільшенням віку транспортних засобів.

Результат аналізу впливу віку рухомого складу показав, що вік автомобіля не істотно впливає на середньодобові пробіги.

Виходячи з отриманих результатів, можна побудувати залежність впливу віку рухомого складу на витрати на ремонт. Результат теоретичного дослідження впливу віку рухомого складу витрати на ремонт представлений у графічній формі на рисунку 3.10.

З графіка видно, що залежність витрат за ремонт від віку транспорту має лінійний характер. Зі збільшенням віку рухомого складу у процесі його експлуатації зростають витрати на ремонт.





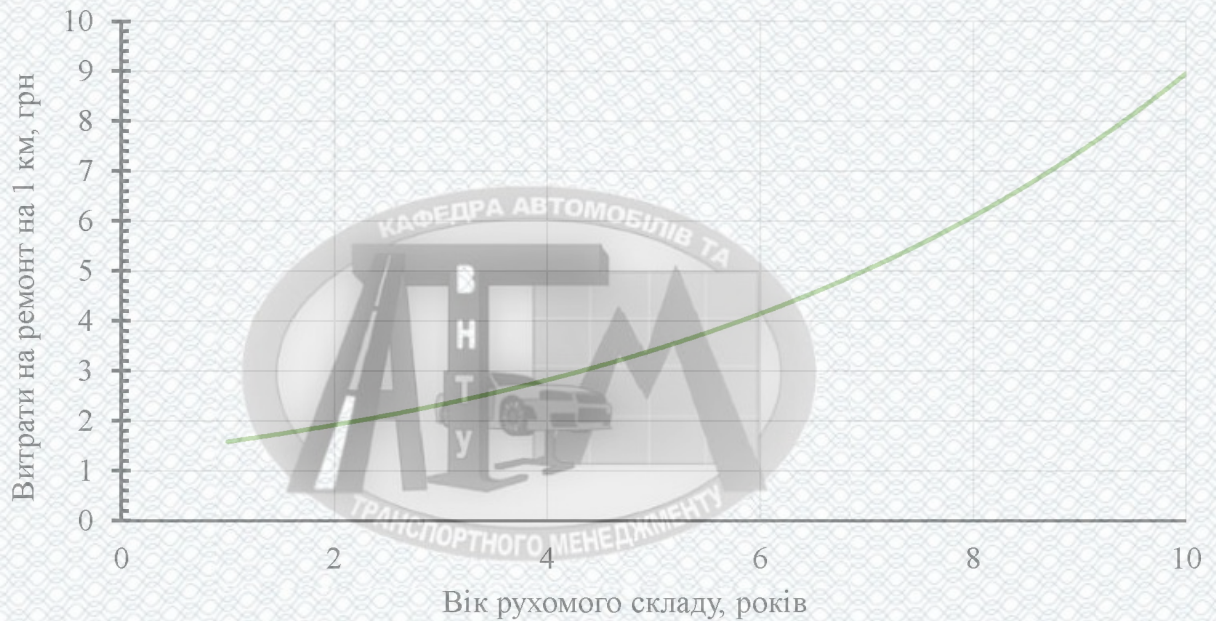


Рисунок 3.10 - Вплив віку рухомого складу на витрати на ремонт

### 3.5 Оцінка впливу завантаження на матеріальні витрати необхідні для підтримки в працездатному стані вантажних автомобілів

Однією із суттєвих статей змінних витрат на автомобільному транспорті є витрати на ремонт. Зі збільшенням віку рухомого складу витрати на ремонт зростають. Однак вплив навантаження на витрати на ремонт вивчено слабо, тому завдання вивчення такого впливу є актуальним. При експлуатації вантажних автомобілів у процесі перевезення вантажів пошкоджуються деталі, що взаємодіють між собою, особливо деталі підвіски, сполучні елементи кузова, частини трансмісії, що обертаються. Ці деталі ремонтуються за необхідності. Основна частка витрат, пов'язаних з ремонтом вантажного транспорту, припадає на технічне обслуговування та ремонт двигуна та підвіски. Як правило, основною причиною, що викликає необхідність ремонту є граничне зношування та відмова деталей і вузлів транспортних засобів.

Раніше проведені дослідження показали, що основною причиною відмов деталей і вузлів є знос, який істотно залежить від навантаження і зазвичай описується ступеневою функцією залежності:



$$f(X) = \frac{(X + m_0)^2}{m_0^2}, \quad (3.12)$$

де  $m_0$  - споряджена маса транспорту, т;

$X$  - навантаження (маса вантажу, що перевозиться), т;

Навантаження визначається за такою формулою

$$X = q_n \cdot \gamma \quad (3.13)$$

де  $q_n$  - номінальна вантажопідйомність, т;

$\gamma$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Теоретичне дослідження впливу навантаження на витрати на ремонт показує, що витрати на ремонт суттєво залежать від навантаження та при повному використанні вантажопідйомності у 20 тонн автопоїзда, коефіцієнт, що враховує вплив навантаження на витрати на ремонт, збільшується у 5,44 рази порівняно з порожнім рухомих складом.

Виходячи з результатів побудовано залежність впливу навантаження на витрати на ремонт рухомого складу, що представлено на рис. 3.11. Як 1 прийнятий коефіцієнт, що відповідає витратам для порожнього рухомого складу.

Результат дослідження впливу навантаження на витрати на ремонт показує, що витрати на ремонт суттєво залежать від навантаження, так коефіцієнт, що враховує витрати на ремонт, прийнятий при порожньому пробігу за 1 при повному завантаженні в 20 тонн становить 5,44.





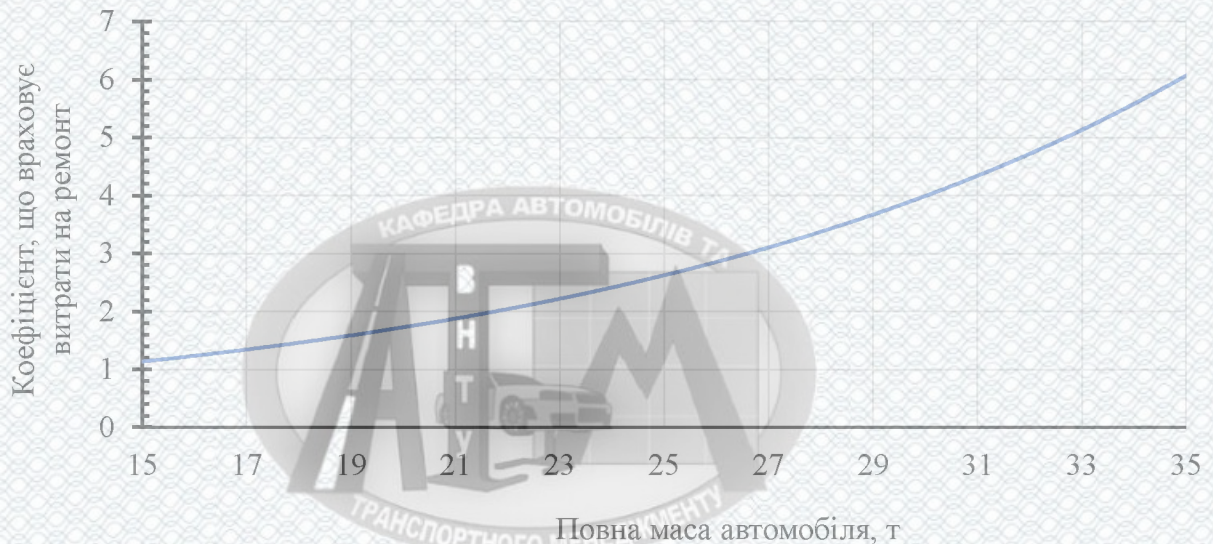


Рисунок 3.11 - Коефіцієнт, що враховує вплив навантаження на витрати на ремонт

### 3.6 Висновки до розділу 3

На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Результат аналізу оцінки взаємозв'язку між аналізованими факторами і витратою палива показує, що взаємозв'язок між параметрами маси вантажу, що перевозиться, і стилем водіння на витрату палива при міжміських перевезеннях мають сильну позитивну, а швидкість на маршруті має слабку негативну кореляцію.

2. Визначено, що середня технічна швидкість не має істотного впливу на витрату палива, тому що висока швидкість можлива за відносно вільного руху, коли скорочується кількість циклів розгартормування, проте при цьому зростає аеродинамічний опір;

3. Стиль водіння істотно впливає на витрату палива, так для сідельних тягачів *Renault* на кожен бал оцінки водія (на прикладі системи *Optifleet*) скорочення витрати палива становить 2,96 л/100 км;

4. На основі проведених розрахунків для сідельних автопоїздів *Mercedes-Benz* і *Renault*, а також даних, отриманих дослідниками за іншими марками рухомого складу запропоновано норму витрати палива на транспортну роботу в 0,4 л/100 т - км для двовісних сідельних тягачів з

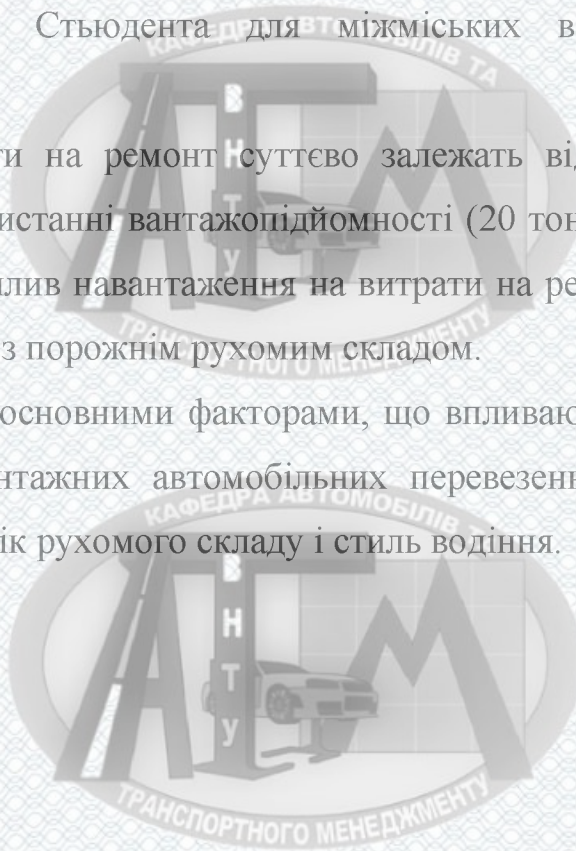


напівпричепами для основних марок рухомого складу;

5. Виконані експериментальні дослідження факторів, що впливають на витрату палива, дозволили підтвердити достовірність отриманих залежностей за критеріями Стюдента для міжміських вантажних автомобільних перевезень.

6. Витрати на ремонт суттєво залежать від навантаження, так при повному використанні вантажопідйомності (20 тонн) автопоїзда, коефіцієнт, що враховує вплив навантаження на витрати на ремонт, збільшується у 5,44 рази порівняно з порожнім рухомим складом.

Отже, основними факторами, що впливають на витрату палива при міжміських вантажних автомобільних перевезеннях, є маса вантажу, що перевозиться, вік рухомого складу і стиль водіння.





## 4 ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПЛАНУВАННЯ МІЖМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

### 4.1 Вдосконалення методики планування міжміських перевезень вантажів в умовах ТОВ «ГРІН КУЛ»

На ринку підприємство завжди має альтернативні варіанти завантаження рухомого складу. Виходячи з критерію максимізації прибутку найбільш ефективними є їздки, що забезпечують максимальний питомий маржинальний прибуток, що визначається розподілом різниці між тарифом (доходами) та змінними витратами на час виконання їздки. Раніше запропонована методика визначення ефективних їздок базувалася на середніх змінних витратах за рухомим складом, проте проведені дослідження показали, що змінні витрати істотно залежать від віку рухомого складу, коефіцієнта використання вантажопідйомності та стилю водіння водія.

Для врахування впливу конкретних умов перевезення на змінні витрати пропонується використання поправочних коефіцієнтів, що приймаються рівними 1 для середніх значень відповідних показників на основі статистичних даних по автотранспортному підприємству, оскільки структура витрат може суттєво змінюватись в залежності від прийнятої концепції функціонування підприємства. У даному дослідженні використані дані ТОВ «ГРІН КУЛ», що експлуатує автопоїзди із сідельними тягачами *Mercedes-Benz Actros-1840* і *Renault Premium*.

На основі раніше проведених досліджень факторів, що впливають на змінні витрати при міжміських перевезеннях, статистичних даних щодо роботи сідельних тягачів *Mercedes-Benz Actros-1840* і *Renault Premium* у ТОВ «ГРІН КУЛ» було отримано значення поправочних коефіцієнтів, що враховують вплив конкретних умов експлуатації на змінні витрати.

Вплив коефіцієнта використання вантажопідйомності на витрати на ремонт  $K_1$  наведено на рисунку 4.1. За 1 приймається середній коефіцієнт



використання вантажопідйомності на підприємстві 0,84.



Рисунок 4.1 - Вплив коефіцієнта використання вантажопідйомності на витрати на ремонт

Вплив коефіцієнта використання вантажопідйомності витрати на паливо  $K_2$  представлено на рисунку 4.2. За 1 приймається середній розмір відправки по підприємству 16,8 тонни, що відповідає коефіцієнту використання вантажопідйомності 0,84.



Рисунок 4.2 - Вплив коефіцієнта використання вантажопідйомності на витрати на паливо



Вплив віку рухомого складу на витрати на ремонт  $K_3$  показано на рисунку 4.3. Середній вік рухомого складу на підприємстві 3,7 року.

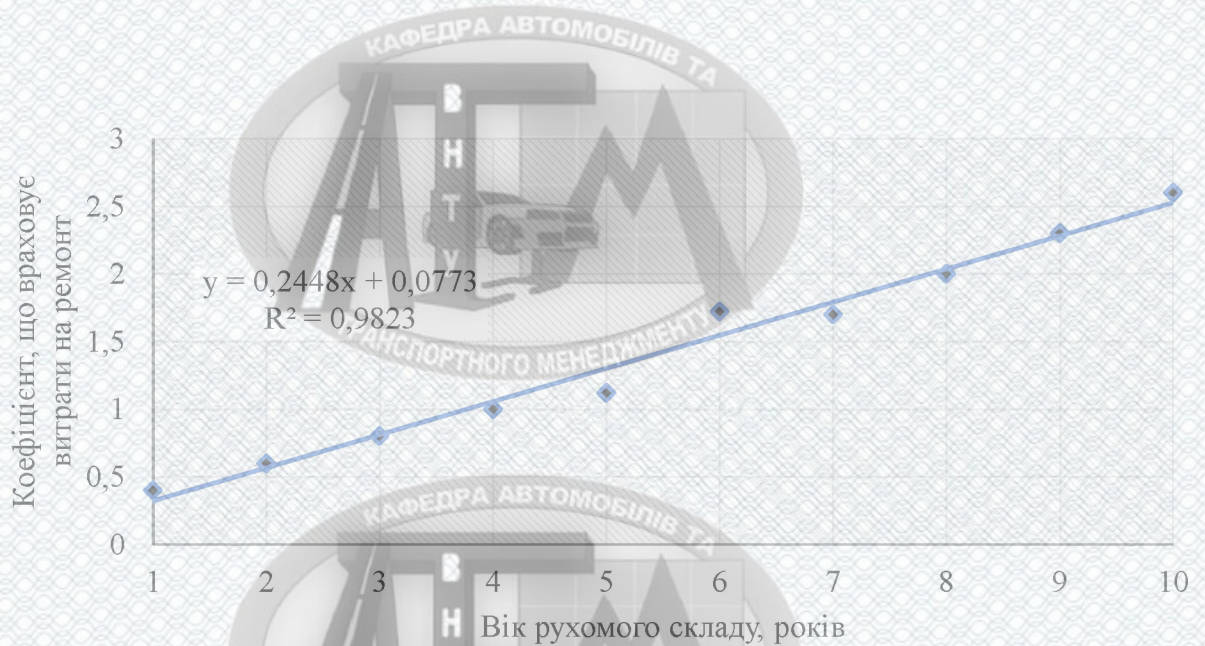


Рисунок 4.3 – Вплив віку рухомого складу на витрати на ремонт

Вплив віку рухомого складу витрати на паливо  $K_4$  наведено на рисунку 4.4.



Рисунок 4.4 – Вплив віку рухомого складу на витрати на паливо

Вплив стилю керування на витрати на паливо  $K_5$  представлено на рисунку



4.5. Середній бал оцінки рівня водіння на підприємстві становить 8 балів. Стиль водіння визначався у відповідність до даних бортової інтелектуальної системи, якими в даний час обладнуються всі марки рухомого складу.

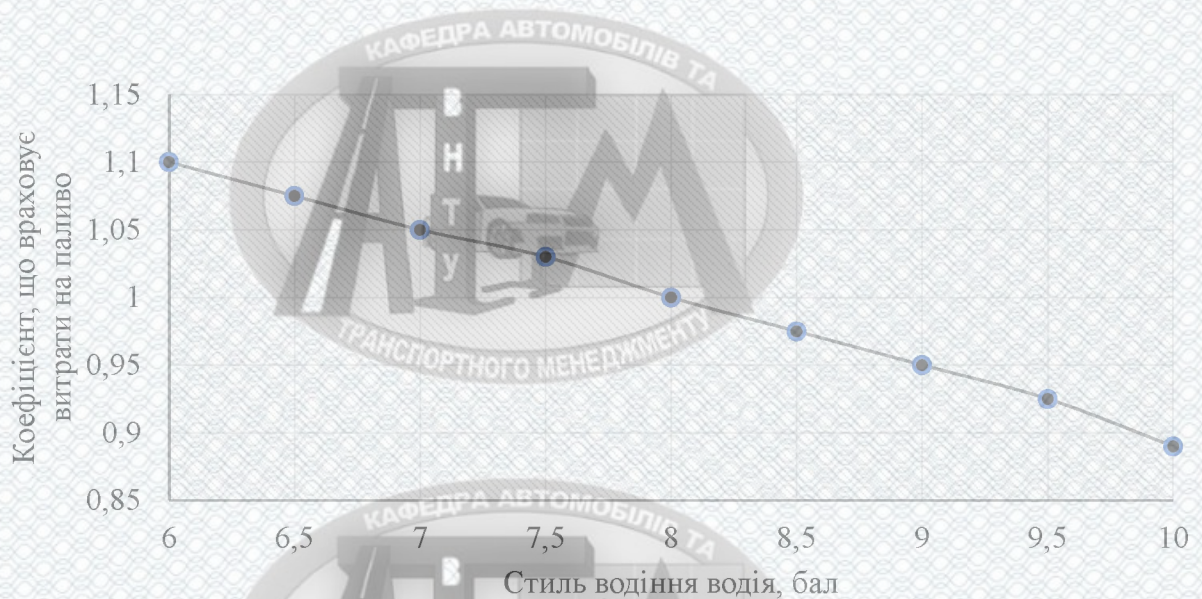


Рисунок 4.5 - Вплив стилю водіння на витрату палива

4.2 Розрахунок економічного ефекту від застосування методики планування міжміських перевезень вантажів в умовах ТОВ «ГРІН КУЛ»

Для прикладу розглянемо формування замовлення за найбільш масовим напрямком перевезення вантажів з трьох фактично наявних варіантів у системі:

- 1) маса вантажу 20 тонн, пропонується тариф 77000 грн;
- 2) маса вантажу 17 тонн, пропонується тариф 76000 грн;
- 3) маса вантажу 15 тонн, пропонується тариф 75000 грн.

Результати розрахунку питомого маржинального прибутку із застосуванням запропонованої методики планування міжміських перевезень вантажів подано у таблиці 4.1.

Таким чином, за вище зазначеною методикою оптимальною є перша заявка, яка забезпечує питомий маржинальний прибуток у розмірі 5686 грн.



Таблиця 4.1 – Формування вихідних даних для планування міжміських перевезень вантажів

№ варіанта	Маса вантажу, т	Запропонований тариф, грн	Середнє значення змінних витрат на 1 км, грн./км	Доля змінних матеріальних витрат						$МП_{уд}$ грн./дні
				$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	
1	20	77000	31,2	0,41	0,26	0,03	0,18	0,07	0,05	5686
2	17	76000	31,2	0,41	0,26	0,03	0,18	0,07	0,05	5436
3	15	75000	31,2	0,41	0,26	0,03	0,18	0,07	0,05	5186

У таблиці 4.2 представлені результати розрахунку змінних витрат за заявками, що розглядаються, відповідно до запропонованої методики.

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку змінних витрат за заявками

№ варіанта	Маса вантажу, т	Відстань перевезення, км	Середнє значення змінних витрат за 1 км, грн./км	Сумарний коефіцієнт, що враховує змінні витрати та його складові при даному варіанті						$C_{пр}^i$ грн.
				$K_i$	$K_1^i$	$K_2^i$	$K_3^i$	$K_4^i$	$K_5^i$	
1	20	1739	31,2	1,126	1,2	1,04	1,31	1,015	1	61080
2	17	1739	31,2	1,064	1,01	1	1,31	1,015	1	57746
3	15	1739	31,2	1,013	0,845	0,97	1,31	1,015	1	54958

Розрахунок питомого маржинального прибутку за розглянутими заявками за даним напрямком представлений у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Питомий маржинальний прибуток за заявками

№ варіанта	Запропонований тариф, грн.	$C_{пр}^i$ грн	$K_i$	$t_{рейс}^i$ , дні	$МП_{уд_i}$ грн./дні
1	77000	61080	1,126	4	3980
2	76000	57746	1,064	4	4564
3	75000	54958	1,013	4	5011



З розрахунків за уточненою методикою видно, що оптимальною є третя заявка. При цьому за першою заявкою уточнений питомий маржинальний прибуток на 1706 грн менше, ніж раніше передбачалося. Ось така неправильна оцінка ефективності рейсів і призводила до зниження прибутку автотранспортних підприємств та їхньої збитковості.

Вибір оптимальної третьої заявки з розміром відправки 15 тонн забезпечує питомий маржинальний прибуток на рівні 5011 грн., що на 1031 грн вище, ніж під час виконання перевезення по першій заявці з максимальним використанням вантажопідйомності. У розрахунку на рік при виконанні 50 рейсів у даному напрямку ефект від застосування даної методики складе 51 550 грн на один автомобіль.

#### 4.3 Висновки до розділу 4

1. Запропоновано вдосконалену методику планування міжміських перевезень вантажів, яка враховує конкретні умови організації міжміських вантажних автомобільних перевезень за допомогою системи корегуючих коефіцієнтів.

2. На основі проведених досліджень факторів, що впливають на змінні витрати при міжміських перевезеннях, було отримано закономірності зміни корегуючих коефіцієнтів, що враховують вплив конкретних умов експлуатації на змінні витрати.

3. Річний економічний ефект від застосування вдосконаленої методики при виконанні 50 рейсів на прикладі з наймасовішим вантажопотоком для ТОВ «ГРІН КУЛ» становить 51550 грн. у розрахунку на одиницю рухомого складу.



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Забезпечення захисту працюючих під час трудового процесу від небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що справляють негативний вплив на життя, здоров'я, а також працездатність людини, гарантування належних умов праці є важливими завданнями безпеки життєдіяльності у виробничому середовищі.

Неналежний стан охорони праці може стати причиною соціально-економічних проблем працюючих і їх родин. Саме тому соціально-економічне значення охорони праці полягає в наступному: підвищенні продуктивності праці, збільшенні валового внутрішнього продукту, зменшенні витрат на оплату лікарняних та виплат компенсацій за шкідливі умови праці та інше.

В цьому розділі проводиться аналіз шкідливих, небезпечних [19] та уражаючих для працівника та навколишнього довкілля факторів, які виникають під час проведення покращення методики планування міжміських перевезень вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця. Тут висвітлюються, зокрема, технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці, технічні рішення з промислової безпеки при проведенні покращення методики планування, безпека в надзвичайних ситуаціях.

Під час покращення методики планування вказаного процесу на працівників діють ті чи інші небезпечні та шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп згідно [19].

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: понижена або підвищена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, відсутність або недостатність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, відбита або пряма блискучість, підвищена яскравість світла.

Психофізіологічні НШВФ: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, монотонність праці, перенапруження аналізаторів.



## 5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці

### 5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання.

Коли за технологічними вимогами, технічними і економічними причинами оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини параметрів мікроклімату.

Вибираємо для приміщення для проведення покращення методики планування міжміських перевезень вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іб.

Згідно із [19] допустимі параметри температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні для холодного та теплого періодів року наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормовані допустимі параметри мікроклімату в приміщенні

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іб	20-24	17-25	75	≤0,2
Теплий		21-28	19-30	60 при 27°С	0,1-0,3

При опроміненні менше 25% поверхні тіла працівника, допустима інтенсивність теплового опромінення складає 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК) в повітрі робочої



зони і підпадає під систематичний контроль для запобігання можливості перевищення ГДК, значення яких для роботи з ЕОМ наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин

Назва шкідливої речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Агрегатний стан	Клас небезпеки
Бензин	100	Пара	4
Озон	0,1	Пара	4
Оксиди азоту	5	Пара	2
Пил	4	Аерозоль	2

При роботі з ЕОМ джерелом зараження повітря є також іонізація молекул речовин, які знаходяться у повітрі. Рівні додатних та від'ємних іонів мають відповідати [19] та приведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Число іонів у 1 см<sup>3</sup> повітря приміщення під час роботи на ЕОМ

Рівні	Мінімально необхідні	Оптимальні	Максимально допустимі
додатній	400	1500-3000	50000
від'ємний	600	3000-5000	50000

З метою забезпечення нормованих параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони передбачено:

1) у приміщенні повинна бути розміщена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року;

2) застосування вентиляції, яка видаляє забруднення або нагріте повітря з приміщення, а також за допомогою неї контролюється швидкість руху повітря і вологість.



### 5.1.2 Виробниче освітлення

З метою забезпечення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях великі вимоги пред'являються щодо якісних та кількісних показників освітлення.

З точки зору задач зорової роботи в приміщенні, в якому проводиться робота з покращення методики планування міжміських перевезень вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця, згідно [19] визначаємо, що вони відповідають IV розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – середній та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд зорових робіт *в*.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні значення освітленості для штучного освітлення наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Нормативні значення КПО і мінімальні освітленості для штучного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк			КПО для бокового освітлення, %	
						комбіноване		загальне	Природного	Суміщеного
						всього	у т. ч. від загального			
Середньої точності	0,5-1	IV	<i>в</i>	середній	середній	400	200	200	1,5	0,9

Так як приміщення знаходиться у м. Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а світлові проєми орієнтовані за азимутом 45°, то для таких умов КПО розраховується за формулою [19]



$$e_N = e_n m_N [\%], \quad (5.1)$$

де  $e_n$  – табличне значення КПО для бокового освітлення, %;

$m_N$  – коефіцієнт світлового клімату;

$N$  – номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,c} = 1,5 \cdot 0,9 = 1,4 (\%);$$

$$e_{N,e} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,8 (\%).$$

З метою встановлення нормованих значень показників освітлення передбачено:

1) при недостатньому природному освітлені в світлий час доби доповнення штучним за допомогою люмінесцентних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;

2) застосування штучного освітлення у темний час доби.

### 5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що під час експлуатації пристроїв крім усього іншого обладнання застосовується устаткування, робота якого генерує шум та вібрацію, необхідно передбачити захист від шуму та вібрації.

Визначено, що приміщення, в якому проводиться робота з покращення методики планування міжміських перевезень вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця може містити робочі місця із шумом та вібрацією, що спричиняється двигунами системи вентиляції.

З метою попередження травмування працюючих під дією шуму він підлягає нормуванню. Основним документом з питань промислового шуму,



що діє на території нашої країни, є [20], згідно з яким допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у промислових приміщеннях не повинні бути більшими ніж значення, що приведені у таблиці 5.5. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.6 для локальної вібрації.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні шуму та еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5.6 – Допустимі рівні вібрації

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц								Коректовані рівні віброприскорення, дБА
8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
73	73	79	85	91	97	103	109	76

Для поліпшення віброакустичного клімату у приміщенні запропоновано:

- 1) періодичне змащування підшипників вентиляторів блоку живлення ЕОМ і кулерів мікропроцесора та відеокартера;
- 2) контроль рівня шуму та вібрації не менше 1 разу на рік.

#### 5.1.4 Виробничі випромінювання

Значення напруженості електромагнітного поля на робочих місцях з персональними комп'ютерами мають не перевищувати граничнодопустимі, які складають 20 кВ/м.

Експозиційна доза рентгенівського випромінювання на відстані 0,05 м від екрана до корпусу монітора при будь-яких положеннях регулювальних



пристроїв не повинні перевищувати  $7,74 \cdot 10^{-12}$  Кл/кг, що відповідає потужності еквівалентної дози 0,1 мБер/год (100 мкР/год) згідно [19].

Для гарантування захисту та досягнення нормованих рівнів випромінювань необхідно застосовувати приєкранні фільтри, локальні світлофільтри та інші засоби захисту, що пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і мають щорічний гігієнічний сертифікат.

## 5.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні покращення методики планування

### 5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Розташування робочих місць, забезпечених ЕОМ здійснюється у приміщеннях з одnobічним розташуванням світлових отворів, що неодмінно мають бути оснащені сонцезахисним пристроями: жалюзями та шторами.

У випадку розміщення робочих місць у приміщеннях з джерелами небезпечних та шкідливих промислових факторів, вони зобов'язані розміщатись в повністю ізольованих кабінетах з природним освітленням та організованим повітрообміном. Площа одного робочого місця має становити не менше  $6,0 \text{ м}^2$ , об'єм – не менше як  $20 \text{ м}^3$ , а висота – не менше 3,2 м.

Робочі місця з відеодисплейним терміналом зобов'язані розміщатися на віддалі не менше як 1,5 м від стіни з віконними прорізами, від інших стін – на відстані 1 м, одне від одного на віддалі не менше як 1,5 м. При розміщенні робочих місць необхідно виключити можливість прямого засвічування екрану джерелом природного освітлення. Робоче місце раціонально розташовувати так, щоб природне освітлення знаходилось збоку, бажано зліва.

Поверхня екрана має розташовуватись на відстані 400-700 мм від органів зору користувача. Висота робочої поверхні столу під час виконання роботи сидячи повинна налаштовуватись у межах 680-800 мм. Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше 600 мм, шириною не менше ніж 500



мм, глибиною на рівні колін не менше 450 мм та на рівні витягнутої ноги не менше ніж 650 мм.

Поверхня підлоги має бути рівною, не слизькою, без вибоїн, зручною для вологого прибирання, мати антистатичні властивості. Забороняється використовувати для оздоблення інтер'єру полімери, які забруднюють повітря шкідливими хімічними речовинами та сполуками.

### 5.2.2 Електробезпека

Основними причинами ураження електричним струмом у даному приміщенні можуть бути: робота під напругою при ремонтних роботах, несправність устаткування, випадкове торкання до струмоведучих частин або металевих частин, що опинилися під напругою. У відповідності до [10] це приміщення відноситься до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність значної (більше 75 %) вологості. Тому безпека експлуатації електрообладнання повинна забезпечуватись комплексом заходів, які включають застосування ізоляції струмоведучих елементів, захисних блокувань, захисного заземлення тощо.

### 5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до приміщення, де проводиться робота з покращення методики планування міжміських перевезень вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця, відноситься до категорії пожежної безпеки А, що характеризується наявністю легкозаймистих рідин з температурою спалаху не більше 28 °С, які використовуються при проведенні покращення методики планування. Дане приміщення відноситься до 2-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з



природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості конструкцій розглядуваного приміщення наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Значення мінімальних меж вогнестійкості приміщення

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни							Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки	Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Плити, прогони	Балки, ферми
2	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	REI 15 M0	R 30 M0

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізолювальної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см.

В таблиці 5.8 наведено протипожежні норми проектування будівель і споруд. З метою попередження поширенню пожежі з одної споруди на іншу між ними влаштовують протипожежні розриви, які залежать від ступеня вогнестійкості будівлі.

Визначення видів та кількості первинних засобів пожежегасіння проводиться з врахуванням властивостей фізико-хімічних та пожежонебезпечних горючих речовин, їх взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів та площ виробничих приміщень, установок та відкритих майданчиків.

Встановлюємо, що приміщення, в якому проводиться робота з покращення методики планування, має бути обладнане двома вогнегасниками, пожежним щитом, ємністю з піском.



Таблиця 5.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд

Об'єм приміщення, тис. м <sup>3</sup>	Категорія пожежної небезпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, для щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м <sup>2</sup>			Кількість людей на 1 м ширини евакуиходу	Відстань між будівлями та спорудами, м, для ступеня їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Площа поверху в межах пожежного відсіку, м <sup>2</sup> , для числа поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I,II	III	IV,V		1	2	3 і більше
до 15	A	2	40	25	15	45	9	9	12	6	н.о.	–	–

Примітка: н.о. – не обмежується

#### 5.4 Висновки до розділу 5

В результаті виконання даного розділу було опрацьовано такі питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки при проведенні покращення методики планування міжміських перевезень вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця, безпека в надзвичайних ситуаціях.



## ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного теоретичного дослідження впливу конкретних умов експлуатації на оцінку змінних витрат при оперативному плануванні міжміських вантажних автомобільних перевезень, визначено основні фактори, до яких належать маса вантажу, що перевозиться, вік рухомого складу і стиль водіння.

2. Встановлено залежності впливу коефіцієнта використання вантажопідйомності, віку рухомого складу та стилю водіння на витрату палива при міжміських вантажних автомобільних перевезеннях сідельними тягачами з напівпричепами по міжміській мережі доріг (з переважанням 83% і більше). Середня витрата палива на транспортну роботу становила 0,4 літра на 100 т·км. Підвищення ефективності водіння на кожен бал (на прикладі системи *Renault Optifleet*) дозволяє скоротити витрату палива на 2,96 л/100 км.

3. Встановлено теоретичну залежність впливу фактичної маси рухомого складу на витрати на ремонт, що носить ступеневий характер, та при завантаженні у 20 тонн двовісних сідельних тягачів з напівпричепами збільшує витрати на ремонт у 5,44 рази порівняно з порожнім пробігом.

4. Удосконалено методику оперативного планування виконання перевезень за критерієм максимального питомого маржинального прибутку з урахуванням конкретних умов організації міжміських вантажних автомобільних перевезень, яка враховує вік рухомого складу, стиль водіння та коефіцієнт використання вантажопідйомності при визначенні змінних витрат. Для перевізника, що розглядається, в розрахунку на рік при виконанні 50 рейсів по найбільш масовому напрямку вантажопотоків ефект від застосування даної методики становить 51550 грн на одиницю рухомого складу.





## СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрусенко С. І. Дослідження впливу параметрів АВС-системи постачання запчастин на роботу підприємства автосервісу / С. І. Андрусенко, О. С. Бугайчук // Вісник Національного транспортного університету. – 2010. – № 21(2). – С. 3-8. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu\\_2010\\_21\(2\)\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu_2010_21(2)_3).
2. Біліченко В. В. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 274 - «Автомобільний транспорт»: навч. пос. / В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 65 с.
3. Біліченко, В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку [Текст]: монографія / В. В. Біліченко; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 268 с.
4. Бугайчук О С Поліпшення діяльності підприємств автосервісу на основі оптимізації виробничих процесів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.10 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту / Олександр Сергійович Бугайчук – Київ, 2010. – 22 с.
5. Буренніков Ю. А. Рухомий склад автомобільного транспорту [Текст]: робочі процеси та елементи розрахунку: навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, А. А. Кашканов, В. М. Ребедайло ; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 267 с.
6. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною: НАПБ Б.03.002-2007. Київ: ДЕРЖПОЖБЕЗПЕКИ МНС УКРАЇНИ, 2007.
7. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: [http://www.poliplast.ua/doc/dbn\\_v](http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v).
8. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885)



9. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
10. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
11. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
12. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/vie>.
13. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: [https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU\\_2272\\_2006.pdf](https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf).
14. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
15. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759).
16. Закон України «Про автомобільний транспорт» із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 23 лютого 2006 року N3492-IV.
17. Закон України «Про охорону праці», №235-IV, 22.11.2002.
18. Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» № 1809-III від. 08.06. 2000 року.
19. Заюков, І. В. Охорона праці в галузі управління та адміністрування [Текст]: навчальний посібник / І. В. Заюков, О. В. Кобилянський, С. С. Пугач; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 91 с.
20. Кобилянський, О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація бакалаврів [Текст]: навчальний посібник / О. В. Кобилянський, І. В. Заюков; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 74 с.



21. Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року. Міністерство транспорту України. Проект // Авто. – 2001. №14 – 15. С. 14 – 18.
22. Кукурудзяк Ю. Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту: навч. пос. / Ю. Ю. Кукурудзяк, О. В. Рудь, Л. В. Кукурудзяк. – Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. – 336 с.
23. Лудченко, О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів [Текст]: технологія: підручник / О. А. Лудченко; МОН України. – К.: Вища школа, 2007. – 527 с.
24. Несвітський К.Я. Деякі аспекти вивчення впливу віку автомобіля на потреби у ремонтних діях / К.Я. Несвітський, Р.А. Кудін // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів – Київ. – 2001. – №12. – С. 93–96.
25. Нефедов Н.А. Моделювання результируючих показників різних стратегій управління запасами / Н.А. Нефедов, А.В. Захарцев. // Вісник ХНАДУ. – 2010. – №50. – С. 128–131.
26. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах / Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Барилевич Л.П. та ін. – К.: Логос, 1996. – 348 с.
27. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. – К., «Основа». 2011. – 551 с.
28. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, затверджене наказом Міністерства транспорту України. 1998р., №102.
29. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Наказ МНС України від. 09.07.2012 року № 964. Держгірпромнагляд, 2012.-110 с.
30. Правила охорони праці на автомобільному транспорті: ДНАОП 0.00-1.28-97. К.: Держнагляд охорони праці, 1997.



31. Про внесення змін до Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту: Постанова КМУ від 07 лютого 2018 р. № 181. Інформацій-ний портал <http://zakon1.rada.gov.ua/>
32. Редзюк А.М., Штанов В.Ф. Сучасний стан і перспективи розвитку автотранспорту. // Автошляховик України. – 1998. – № 1. – С.2-7.
33. Редзюк Анатолій Михайлович. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: монографія / А.М. Редзюк. – К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.
34. Сахно Є.Ю. Менеджмент сервісу: теорія та практика: Навч. посіб./ Є.Ю. Сахно, М.С. Дорош, А.В. Ребенюк. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 328 с.
35. Тенішев В.Є., Кравченко О.П., Верітельник Є.А. Система прогнозування потреби запасних частин автомобілів-тягачів на основі гібридних нейронних мереж за допомогою статистичних даних / Матеріали III Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Інженерна механіка та транспорт» (ЕМТ-2013), 21-23 листопада 2013, м. Львів. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – С. 38 – 41.
36. Bachmann, R. A vehicle routing cost evaluation algorithm for the strategic analysis of radial distribution networks / R. Bachmann, A. Langevin // Transportation 123 Research Part E: Logistics and Transportation Review. – 2009. – Vol. 45. – No 1. – Pp. 50–60.
37. Bonnet, C. Fuel Consumption Reduction in a Platoon: Experimental Results with two Electronically Coupled Trucks at Close Spacing / C. Bonnet, H. Fritz // SAE Technical Paper Series. – 2000. – No 01–3056.
38. Coyle, M. Effect of payload on the fuel consumption of trucks / M. Coyle // Tech. report, Department for Transport. – 2007. – Access mode: <https://ru.scribd.com/document/130012093/RR5-Effects-of-Payload-on-the-Fuel-Consumption-of-Trucks>.
39. Chatti, K. Estimating the Effects of Pavement Condition on Vehicle Operating Costs / K. Chatti, I. Zaabar. – Washington, 2012. – 76 p.



40. Cheah, L. Factor of two: Halving the fuel consumption of new US automobiles by 2035 / L. Cheah, E Christopher, A. Bandivadekar, J. Heywood // *Reducing climate impacts in the transportation sector.* – 2008. – Pp. 49–71.
41. Christidis, P. Longer and Heavier Vehicles for freight transport / P. Christidis, G. Leduc // JRC European Commission, 2009. – 40 p.
42. Drożdziel, P. An analysis of unit repair costs as a function of mileage of vehicles in a selected transport company / P. Drożdziel, H. Komsta, H. Krzywonos // *Transport Problems.* – 2014. – Vol. 9. – №. 4. – Pp. 73–81.
43. Figueredo, G.P., et al. Identifying heavy goods vehicle driving styles in the United Kingdom // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems.* – 2018. Vol. 20. – No. 9. – Pp. 3324–3336.
44. Commission Regulation (EU) 2017/2400 of 12 December 2017 implementing Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council as regards the determination of the CO<sub>2</sub> emissions and fuel consumption of heavy-duty vehicles. – Access mode: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/2400/oj>.
45. Kopfer, H. Emissions minimization vehicle routing problem: approach subjected to the weight of vehicles. Flexibility and adaptability of global supply chains / H. Kopfer // *Proceedings of the 7th German–Russian Logistics Workshop DR–LOG.* – St. Petersburg, 2012. – Pp. 245–250.
46. Mickūnaitis, V. Reducing fuel consumption and CO<sub>2</sub> emission in motor cars / V. Mickūnaitis, A. Pikūnas, I. Mackoit // *Transport.* – 2007. – Vol. 22. – Pp. 160–163.
47. Svenson, G. Optimized route selection for logging trucks: improvements to calibrated route finder / G. Svenson // *Acta Universitatis agriculturae Sueciae.* – 2017. – 104 p.









Додаток А  
(обов'язковий)



**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**

ПОКРАЩЕННЯ МЕТОДИКИ ПЛАНУВАННЯ МІЖМІСЬКИХ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЯМИ ТОВАРИСТВА З  
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ГРІН КУЛ» МІСТО ВІННИЦЯ







МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ТАБАКОВ БОГДАН ВІКТОРОВИЧ**

ІЛЮСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ТЕМУ:

**ПОКРАЩЕННЯ МЕТОДИКИ ПЛАНУВАННЯ МІЖМІСЬКИХ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЯМИ ТОВАРИСТВА З  
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ГРІН КУЛЬ» МІСТО ВІННИЦЯ**

Спеціальність 275 – Транспортні технології

**Керівник:**

К.Т.Н., ст. викл. АТМ  
АНТОНЮК Олег Павлович

Вінниця ВНТУ 2023



## Мета і задачі дослідження

**Мета роботи** – підвищення ефективності оперативного планування міжміських перевезень вантажів ТОВ «ГРІН КУЛ» шляхом удосконалення методики формування замовлень на перевезення з урахуванням конкретних умов експлуатації автомобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- провести теоретичне дослідження факторів, що визначають конкретні умови експлуатації та їх вплив на змінні витрати під час виконання замовлень на міжміські вантажні автомобільні перевезення;
- провести теоретичне дослідження факторів, що впливають на витрати на ремонт, та запропонувати математичну модель впливу віку рухомого складу на витрати на ремонт;
- удосконалити методику обґрунтування вибору замовлень за критерієм питомого маржинального прибутку за конкретних умов організації міжміських вантажних автомобільних перевезень.

**Об'єкт дослідження** – процес здійснення міжміських вантажних автомобільних перевезень.

**Предмет дослідження** – закономірності впливу умов експлуатації автомобілів на процес оперативного планування міжміських вантажних автомобільних перевезень.



### **Новизна одержаних результатів** полягає в удосконаленні:

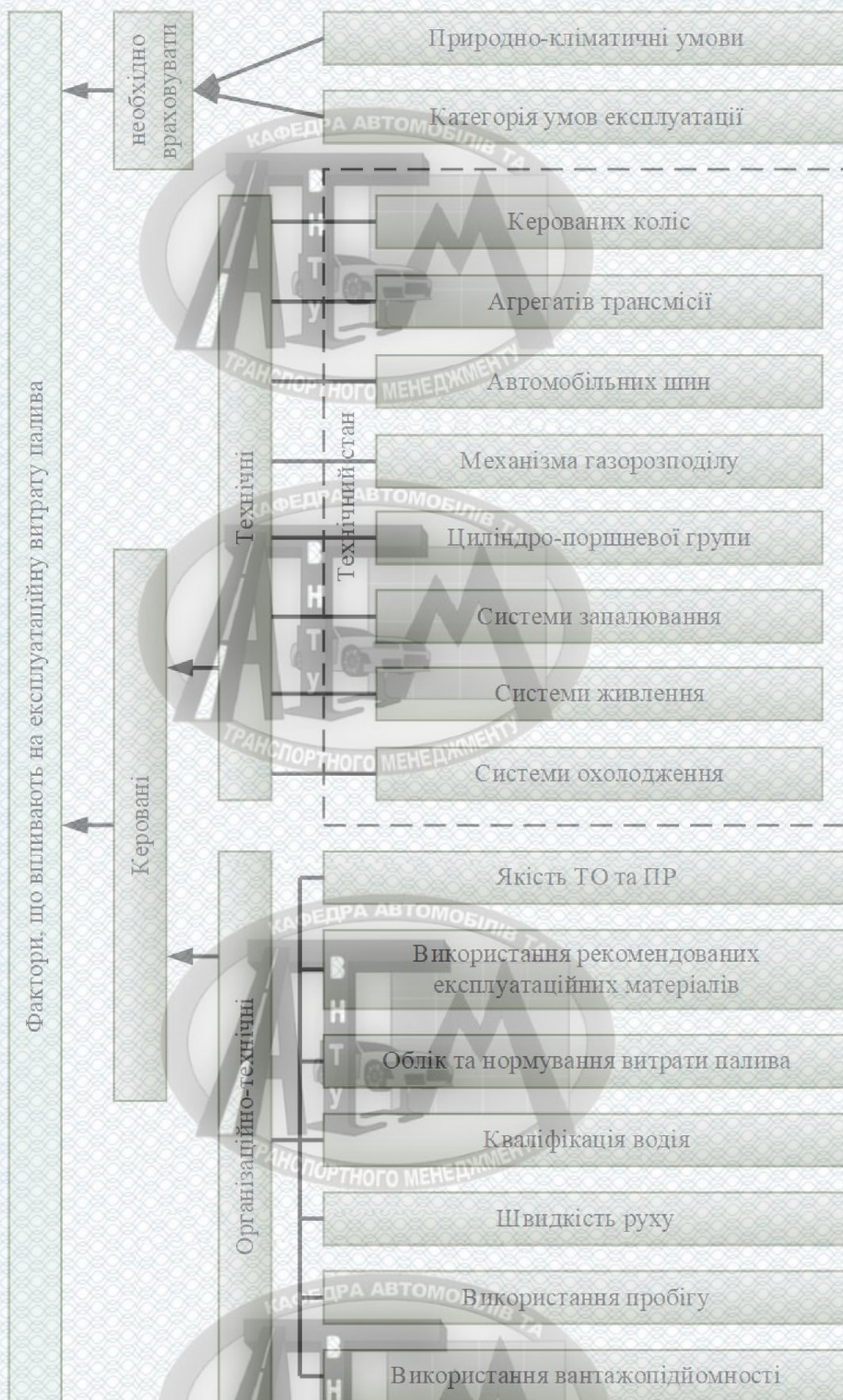
- методики визначення витрати палива для міжміських вантажних автомобільних перевезень, що відрізняється від чинної нормативної уточнення впливу на витрату палива маси вантажу, що перевозиться, та віку рухомого складу, а також з урахуванням стилю водіння.
- методики вибору замовлень на перевезення вантажів, що відрізняється від відомих урахуванням конкретних умов організації міжміських вантажних автомобільних перевезень.

**Практична значимість отриманих результатів.** У результаті впровадження запропонованої методики у транспортний процес підвищується ефективність міжміських вантажних автомобільних перевезень за рахунок більш точного обліку чинників, які впливають змінні витрати.

**Публікації.** Антоноук О.П. Теоретичне дослідження впливу рівня завантаженості вантажних транспортних засобів на матеріальні витрати для підтримки їх в працездатному стані / О.П. Антоноук, Б.В. Табаков // Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць. Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет. - Вінниця: ВНТУ, 2023.- С. 38-40.



## Класифікація факторів, які впливають на витрату палива





## Математична модель для визначення витрати палива при плануванні міжміських вантажних перевезеннях

Для підвищення ефективності експлуатації рухомого складу автотранспортних підприємствах використовуються різні критерії. Універсальним критерієм ефективності будь-якого комерційного підприємства є прибуток, який для їздки розраховується за формулою:

$$P_p = D - P$$

де  $D$  - дохід від виконання заявки, грн.;

$P$  - сумарні витрати на виконання заявки, грн.

Оскільки постійні витрати не залежать від виконуваної роботи, фактичним критерієм ефективності виконання заявки є маржинальний прибуток, який визначається різницею між тарифом (доходами) та змінними витратами:

$$MP_{пер} = D - C_{пер}$$

$C_{пер}$  - змінні витрати на виконання заявки, грн.



## Математична модель для визначення витрати палива при плануванні міжміських вантажних перевезень (продовження)

Виходячи з критерію максимізації прибутку найбільш ефективними є їздки, що забезпечують максимальний питомий маржинальний прибуток, що визначається розподілом різниці між тарифом та змінними витратами на час виконання їздки. Тому підсумкова цільова функція для визначення ефективності експлуатації рухомого складу при міжміських вантажних автомобільних перевезеннях набуває вигляду:

$$СМП = \sum_{i=1}^n МП^i \rightarrow \max$$

де  $СМП$  - сумарний річний маржинальний прибуток автотранспортного підприємства, грн;

$МП^i$  - маржинальний питомий прибуток за  $i$  заявку, грн;

$n$  - кількість виконаних заявок.

Відповідно, дослідження впливу коефіцієнта використання вантажощільності, віку рухомого складу та стилю водіння на змінні витрати дозволяють більш точно розрахувати ефективність використання рухомого складу для конкретних умов міжміських автомобільних перевезень. З урахуванням сумарного поправного коефіцієнта  $K_i$  маржинальний прибуток за заявку визначається за формулою:

$$МП_{y0}^i = \frac{МП^i \cdot T_i - C_{пер}^{рейса} \cdot K_i}{t_{рейса}^i} = \frac{t_{рейса}^i}{t_{рейса}^i},$$

де  $K_i$  - сумарний поправний коефіцієнт змінних витрат, що враховує

конкретні умови заявки;

$C_{пер}^{рейса}$  - середнє значення змінних витрат, грн./км.



## Математична модель для визначення витрати палива при плануванні міжміських вантажних перевезеннях (продовження)

Сумарний поправочний коефіцієнт, що враховує конкретні умови перевезень за заявкою, розраховується за

$$\text{такою формулою: } K_i = K_1 \cdot k_1^i \cdot k_2^i \cdot k_4^i \cdot k_5^i + K_2 + K_3 + K_4 \cdot k_1^i \cdot k_3^i + K_5 + K_6,$$

де  $K_1$  - частка палива у змінних витратах;

$K_2$  - частка фонду заробітної плати водіїв у змінних витратах;

$K_3$  - частка витрат на технічне обслуговування змінних затрат;

$K_4$  - частка витрат на ремонт у змінних витратах;

$K_5$  - частка витрат на шини у змінних витратах;

$K_6$  - частка інших витрат у змінних витратах;

$k_1^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив коефіцієнта використання вантажопідйомності на витрати на ремонт;

$k_2^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив коефіцієнта використання вантажопідйомності витрати на паливо;

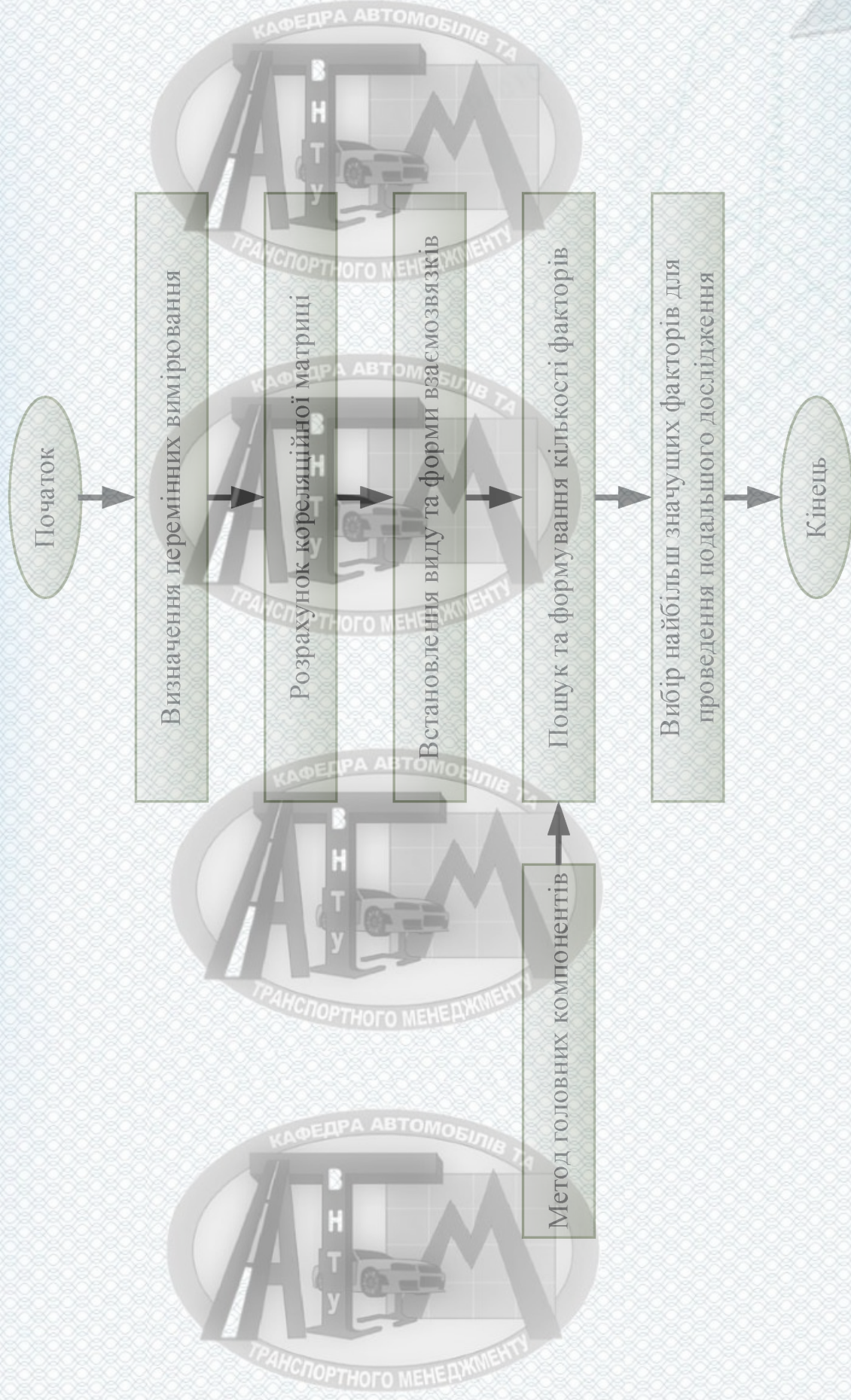
$k_3^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив віку рухомого складу на витрати на ремонт;

$k_4^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив віку рухомого складу на витрати на паливо;

$k_5^i$  - коефіцієнт, що враховує вплив стилю воління на витрати на паливо.

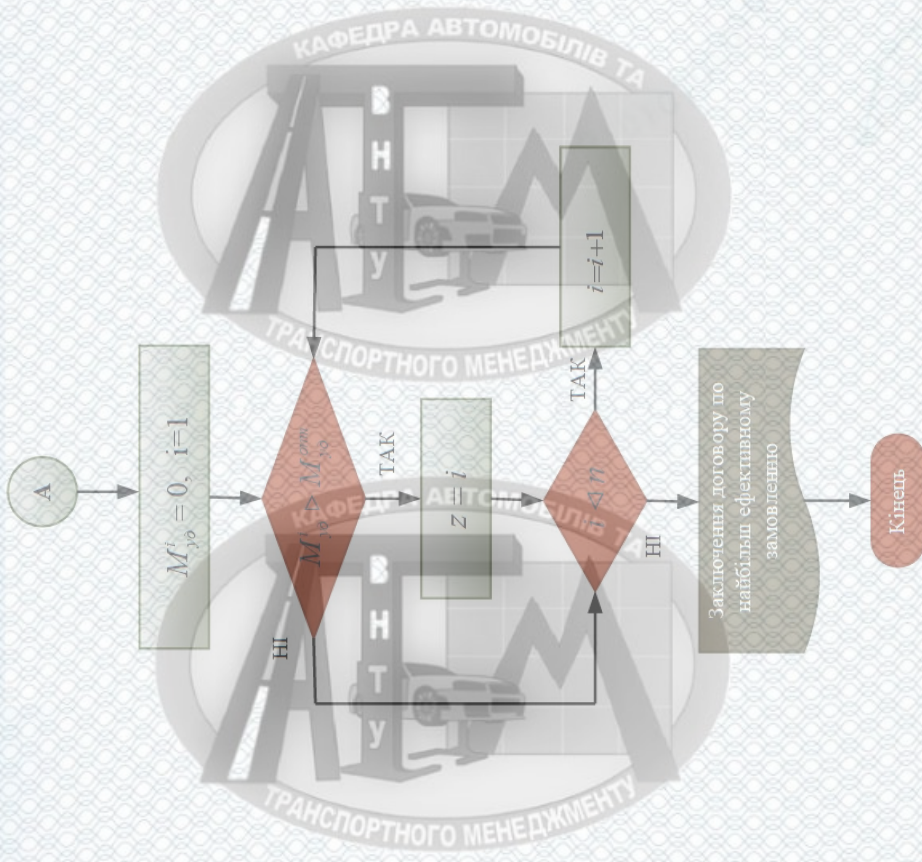
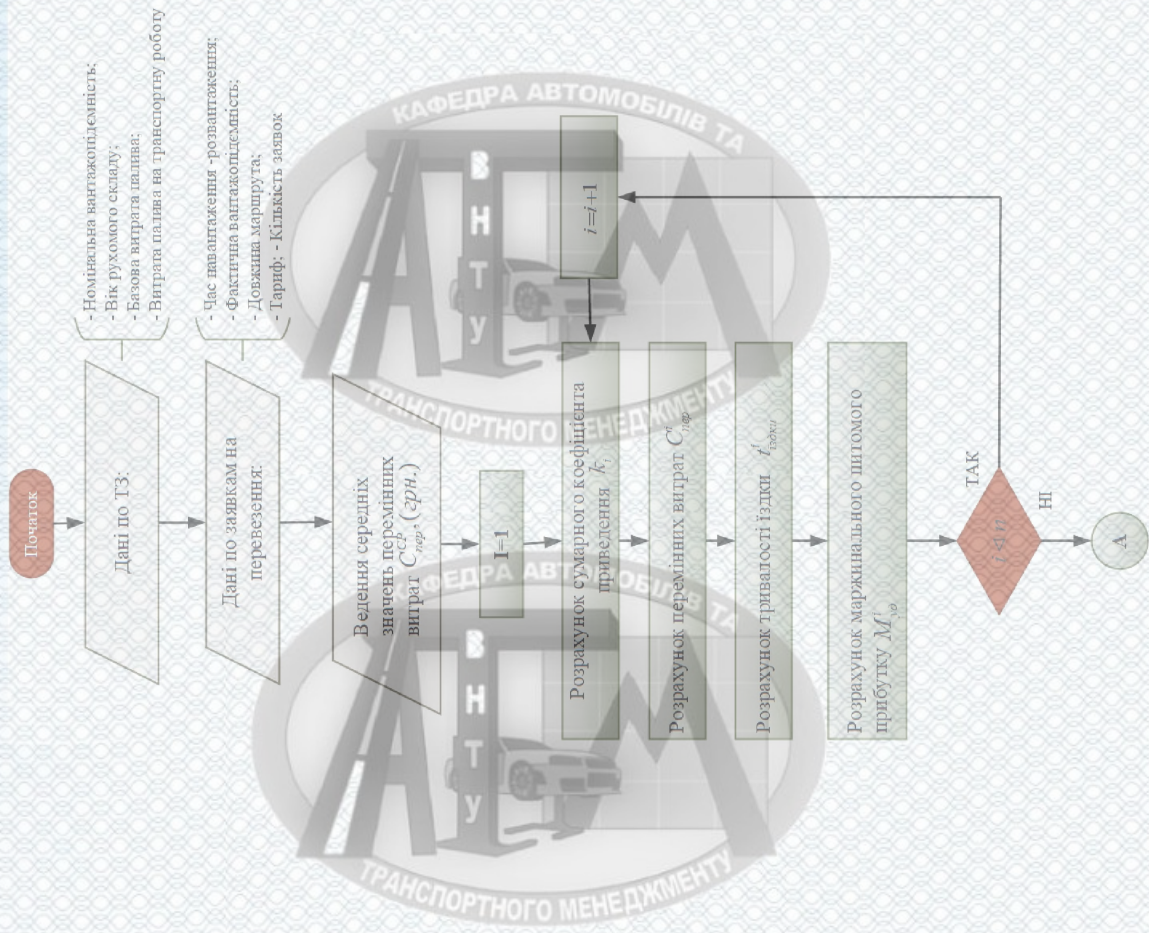


## Алгоритм процедури проведення факторного аналізу





## Алгоритм вибору ефективного замовлення на перевезення



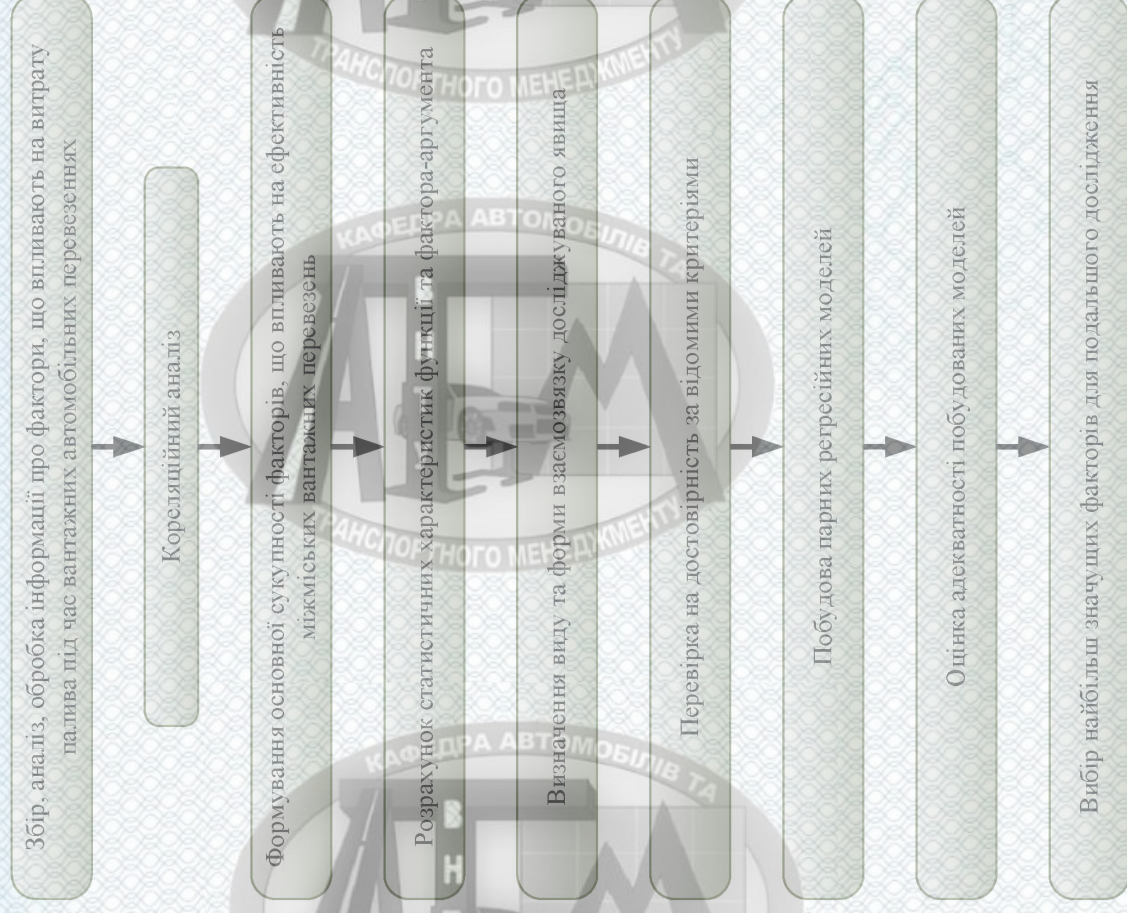


## Порівняння моделей для визначення витрати палива автопоїздом

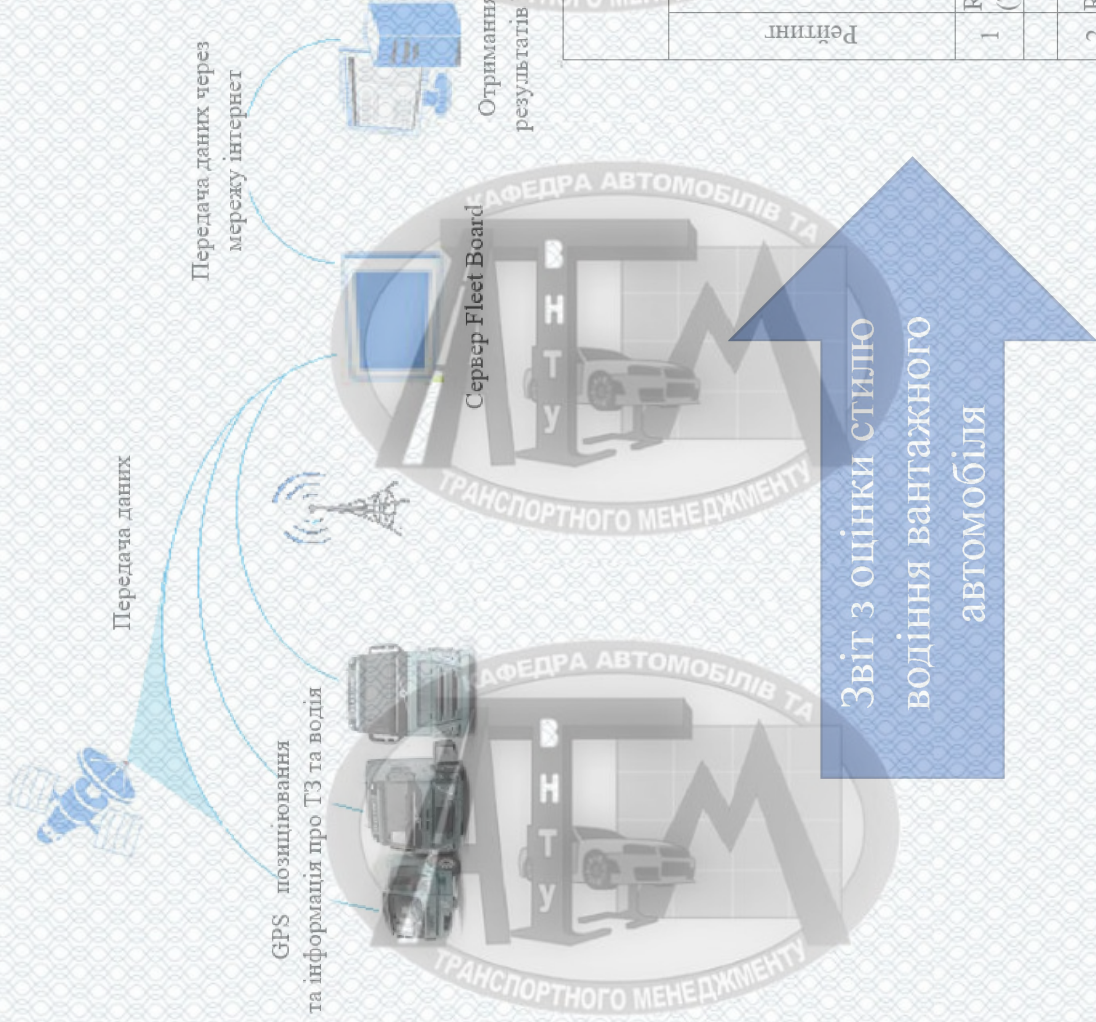
Офіційна	Запропонована
<p>Норма витрати пального на пробіг автопоїзда, л/100 км.</p> $H_{SN} = H_S + H_D \cdot G_{пл}, \text{ л/100км}$ $H_{SN}^{HOB} = (H_S + H_D^{HOB} \cdot G_{пл}) \cdot (1 + 0,01 \cdot D_1),$ <p>Базова норма витрати палив на пробіг автомобіля (тягача) у спорядженому стані, л/100 км</p>	<p>Без змін</p>
<p>Норма витрати дизельного палива на додаткову масу причепа або напівпричепа, л/100 км</p> $H_D = 1,3$	<p>Без змін</p> $H_D^{HOB} = 0,4$
<p>Власна маса причепа або напівпричепа, т;</p> $G_{пл}$	<p>Без змін</p>
<p>Поправочний коефіцієнт при роботі на дорогах загального користування I, II та III категорій за межами приміської зони на рівнинній слабобористій місцевості</p> $D_1 = -15\%$	<p>Без змін</p>
<p>Нормативна витрата палива на їзду, л;</p> $Q_H = 0,01 \cdot (H_{SN} \cdot S + H_W \cdot W) \cdot (1 \pm 0,01 \cdot D),$	$Q_H = 0,01 \cdot (H_{SN}^{HOB} \cdot S + H_W^{HOB} \cdot W) \cdot (1 + 0,01 \cdot D^{HOB}),$
<p>Сумарний поправочний коефіцієнт <math>D</math>, %.</p>	<p>Сумарний поправочний коефіцієнт <math>D^{HOB}</math>, %</p> $D^{HOB} = D_1^{HOB} + D_2^{HOB}$ <p>де <math>D_1^{HOB}</math> - поправочний коефіцієнт за віком рухомого складу;</p> $D_2^{HOB}$ - поправочний коефіцієнт за



## Алгоритм послідовності виконання розрахунків







Принцип роботи системи штатного технічного комплексу FleetBoard

Рейтинг	Автомобіль	Стіль водіння водія		Дані про подорож			Характеристики поїздки					
		Бал	Аналіз змін	Сер. витрата палива (л/100 км)	Загальна відстань (км)	Загальний час (год)	Сер. швидкість (км/год)	Сер. кількість зупинок	Навантаження (кілкість/100 км)	Наявність двипуна (% від відстані)	Низьке завантаження (%)	Середнє завантаження (%)
1	Renault (T365YE189)	8	↗	28,68	168	1:50	72	1	9	10,2	57,4	32,3
2	Renault (T365YE174)	8,9	↗	29,4	974	11:30	70	2	5,6	4,7	70,8	24,5
3	Renault (E8854AK774)	8,8	↗	27,07	710	7:35	70	1	9	15,3	55,3	29,4

Звіт з оцінки стилю водіння вантажного автомобіля

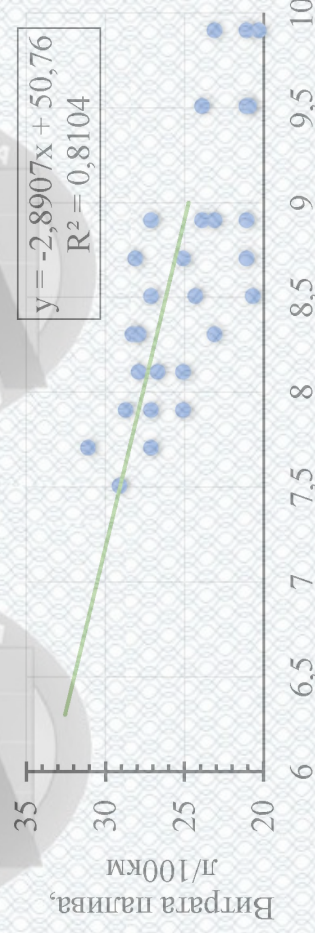


## Результати оцінки сукупного впливу факторів на витрату палива вантажним транспортом при міжміських перевезеннях

Таблиця 1 - Оцінка взаємозв'язку між параметрами та витратою палива

Фактор	Коефіцієнт кореляції	Види зв'язку	Витрата палива, л/100 км		Перевірка на значимість
			Сила кореляції	Стьюдента	
			Розрахункове $t$	Критичне $t_{кр}$	
Маса вантажу, що перевозиться, т	0,77	Позитивний	18,62	1,97	значуща
Швидкість на маршруті, км/год	-0,20	Негативний	3,19	1,97	значуща
Стиль водіння, бал	-0,74	Негативний	16,9	1,97	значуща

### ВІД СТИЛЮ ВОДІННЯ



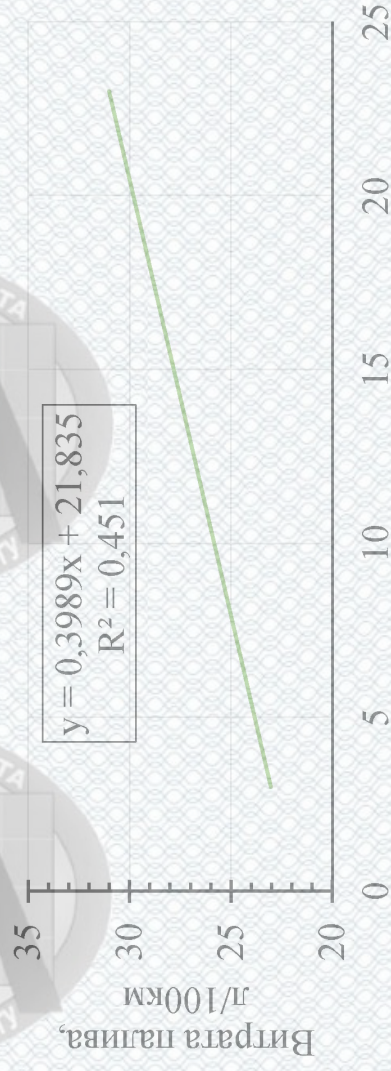
Стиль водія керування автомобілем, балів

### Від швидкості на маршруті



Швидкість на маршруті, км/год

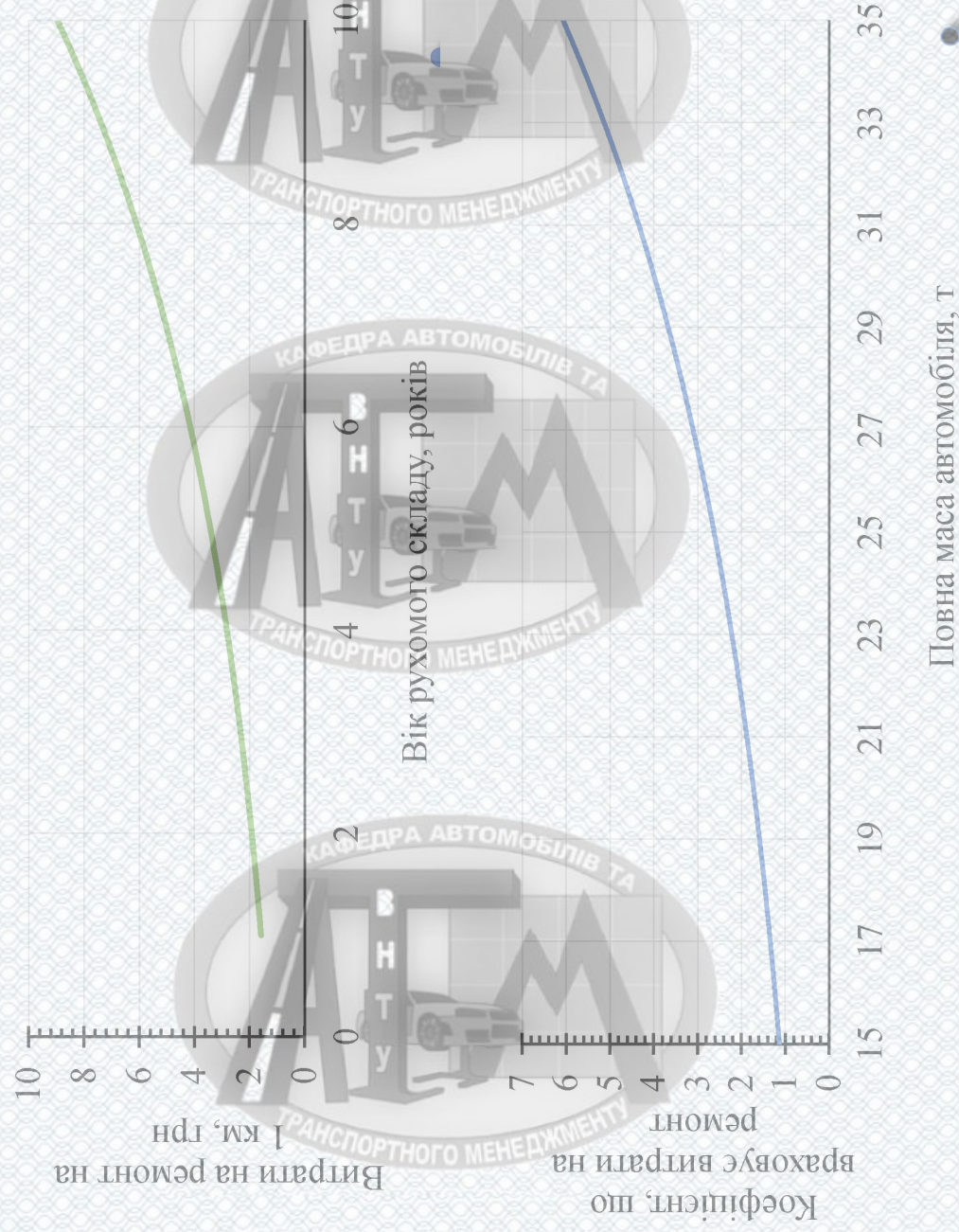
### Від маси вантажу, що перевозиться



Маса перевезеного вантажу, т



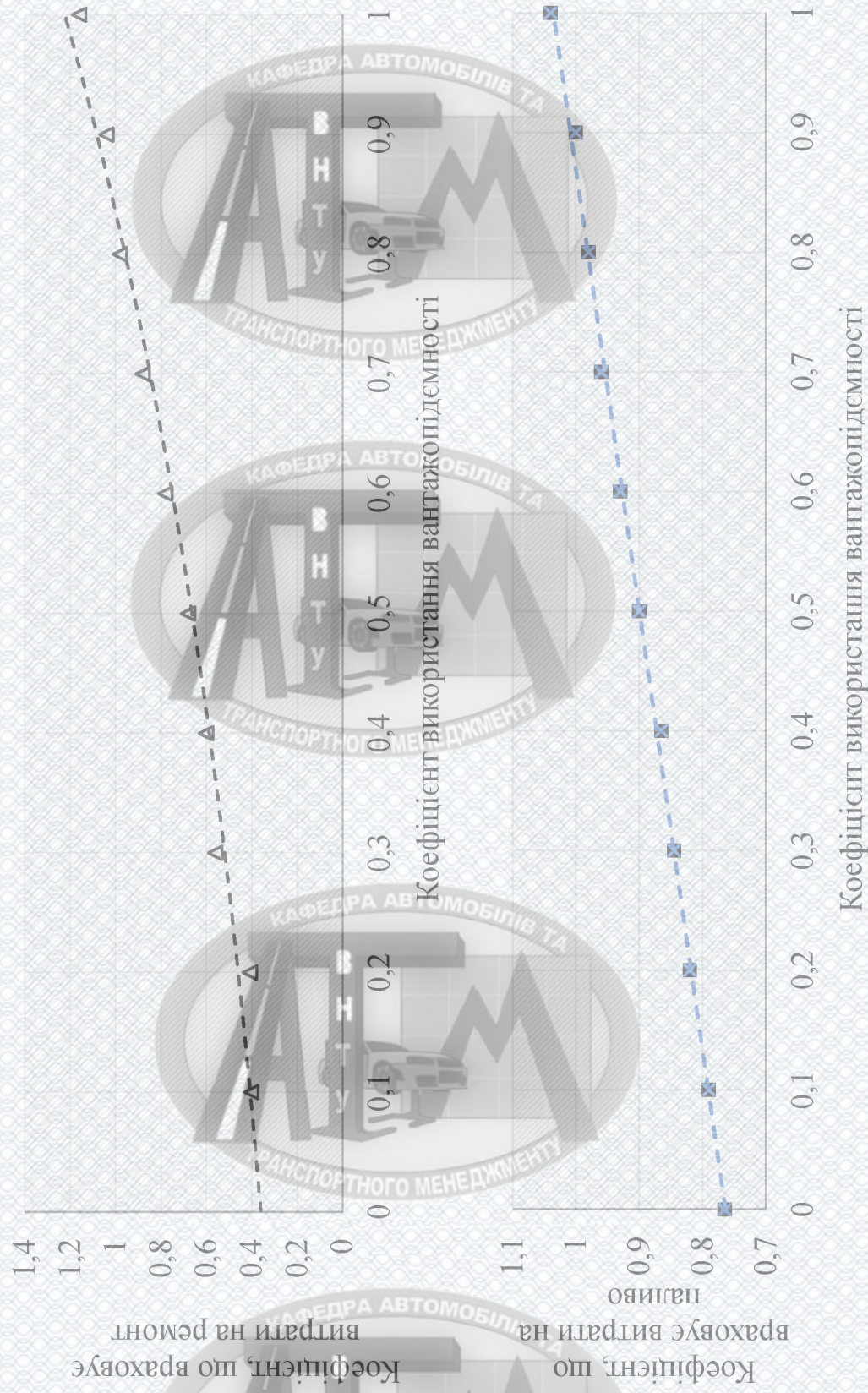
Залежності впливу віку РС та його завантаження на матеріальні витрати необхідні для підтримки в працездатному стані вантажних автомобілів



Повна маса автомобіля, т



Залежності впливу коефіцієнта використання вантажопідйомності на матеріальні витрати на паливо та ремонт РС





**Розрахунок економічного ефекту від застосування методики планування міжміських перевезень вантажів в умовах ТОВ «ГРІН КУЛБ»**

Для прикладу розглянемо формування замовлення за найбільш масовим напрямком перевезення вантажів з трьох фактично наявних варіантів у системі:

- маса вантажу 20 тонн, запропонований тариф 77000 грн;
- маса вантажу 17 тонн, запропонований тариф 76000 грн;
- маса вантажу 15 тонн, запропонований тариф 75000 грн

Таблиця 1 – Формування вихідних даних для планування міжміських перевезень вантажів

№ варіанта	Маса вантажу, т	Запропонований тариф, грн	Середнє значення змінних витрат на 1 км, грн./км	Доля змінних матеріальних витрат						МП <sub>уд</sub> грн./дні
				K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	
1	20	77000	31,2	0,41	0,26	0,03	0,18	0,07	0,05	5686
2	17	76000	31,2	0,41	0,26	0,03	0,18	0,07	0,05	5436
3	15	75000	31,2	0,41	0,26	0,03	0,18	0,07	0,05	5186



Розрахунок економічного ефекту від застосування методики планування міжміських перевезень вантажів в умовах ТОВ «ГРІН КУЛ» (Продовження)

Таблиця 2 – Результати розрахунку змінних витрат за заявками

№ варіанта перевезення	Маса вантажу, т	Відстань перевезення, км	Середнє значення змінних витрат за 1 км, грн./км	Сумарний коефіцієнт, що враховує змінні витрати та його складові при даному варіанті					$C_{ГР}^i$ , грн.	
				$K_i$	$K_1^i$	$K_2^i$	$K_3^i$	$K_4^i$		$K_5^i$
1	20	1739	31,2	1,126	1,2	1,04	1,31	1,015	1	61080
2	17	1739	31,2	1,064	1,01	1	1,31	1,015	1	57746
3	15	1739	31,2	1,013	0,845	0,97	1,31	1,015	1	54958

Вибір оптимальної третьої заявки з розміром відправки 15 тонн забезпечує питомий маржинальний прибуток на рівні 5011 грн., що на 1031 грн вище, ніж під час виконання перевезення по першій заявці з максимальним використанням вантажопідйомності.

Таблиця 3 - Питомий маржинальний прибуток за заявками

№ варіанта	Запропонований тариф, грн.	$C_{ГР}^i$ , грн	$K_i$	$t^i_{рейс}$ , дні	$MP_{уд}^i$ , грн./дні
1	77000	61080	1,126	4	3980
2	76000	57746	1,064	4	4564
3	75000	54958	1,013	4	5011

У розрахунку на рік при виконанні 50 рейсів у даному напрямку ефект від застосування даної методики складе 51 550 грн на один автомобіль.



## ВИСНОВКИ

- На основі проведеного теоретичного дослідження впливу конкретних умов експлуатації на оцінку змінних витрат при оперативному плануванні міжміських вантажних автомобільних перевезень, визначено основні фактори, до яких належать маса вантажу, вік рухомого складу і стиль водіння.
- Встановлено залежності впливу коефіцієнта використання вантажопідйомності, віку рухомого складу та стилю водіння на витрату палива при міжміських вантажних автомобільних перевезеннях сідельними тягачами з напівпричепами по міжміській мережі доріг (з переважанням 83% і більше). Середня витрата палива на транспортну роботу становила 0,4 літра на 100 т-км. Підвищення ефективності водіння на кожен бал (на прикладі системи *Renault Optifleet*) дозволяє скоротити витрату палива на 2,96 л/100 км.
- Встановлено теоретичну залежність впливу фактичної маси рухомого складу на витрати на ремонт, що носить ступеневий характер, та при завантаженні у 20 тонн двовісних сідельних тягачів з напівпричепами збільшує витрати на ремонт у 5,44 рази порівняно з порожнім пробігом.
- Удосконалено методику оперативного планування виконання перевезень за критерієм максимального питомого маржинального прибутку з урахуванням конкретних умов організації міжміських вантажних автомобільних перевезень, яка враховує вік рухомого складу, стиль водіння та коефіцієнт використання вантажопідйомності при визначенні змінних витрат. Для перевізника, що розглядається, в розрахунку на рік при виконанні 50 рейсів по найбільш масовому напрямку вантажопотоків ефект від застосування даної методики становить 51550 грн на одиницю рухомого складу.



## Додаток Б

Сертифікат учасника міжнародної науково-практичної конференції

	<p>Міністерство освіти і науки України          Вінницький національний технічний університет          Державний університет «Житомирська політехніка»          Луцький національний технічний університет          Технічний університет Дрездена (м. Дрезден, Німеччина)          Університет Вітовга Великого (м. Каунас, Литва)          Технічний університет ім. Георгія Асакі (м. Ясси, Румунія)          Департамент транспорту та міської мобільності Вінницької міської ради</p>	
<h1>СЕРТИФІКАТ</h1>		
<p><i>Учасника XVI міжнародної науково-практичної конференції</i>  <b>«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО          ТРАНСПОРТУ»</b></p>		
<p><i>Шабакєв Богдан Вікторєвич</i></p>		
<p>Голова програмного комітету          Ректор Вінницького національного          технічного університету</p>		
<p>м. Вінниця, ВНТУ          23-25 жовтня 2023 року</p>		<p><b>Віктор БІЛЧЕНКО</b></p>



## Додаток В

Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи  
на наявність текстових запозичень



ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Покращення методики планування міжміських перевезень вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unicheck**

Оригінальність 96 % Схожість 4 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Цимбал О.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи  Табаків Б.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи  АНТОНЮК О.П.  
(підпис) (прізвище, ініціали)