

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри

технічного сервісу та інженерного

(назва кафедри)

менеджменту імені М.П. Момотенка

Руслан ШАТРОВ

(підпис)

(ПІБ)

«___» _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Удосконалення інженерного менеджменту автомобільного транспорту
ТОВ «S-Gargo» Київської області

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(код і назва)

Освітня програма «Автомобільний транспорт»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Войтюк Валерій Дмитрович

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Іщенко Валерій Васильович

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Борона Олександр Петрович

(ПІБ)

КИЇВ – 2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М.П. Момотенка

д.т.н., проф. Іван РОГОВСЬКИЙ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

« ___ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Бороні Олександр Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

(код і назва)

Освітня програма «Автомобільний транспорт»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Удосконалення інженерного менеджменту автомобільного транспорту ТОВ «S-Gargo» Київської області»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «13» листопада 2024 р. № 2039 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи Науково – технічна література; результати науково-дослідних робіт по літературних джерелах по вивченню питання інженерного менеджменту автомобільного транспорту

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Розділ 1 Аналіз літературних джерел та постановка задач магістерської кваліфікаційної роботи

2. Розділ 2 Теоретичні дослідження

3

Розділ

3

Методика

та

результати

дослідження

4. Розділ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Перелік графічного матеріалу Електронна презентація на 16 слайдах

Дата видачі завдання «11» листопада 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

Іщенко В.В.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Борона О.П.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 61 с. текст. част., 21 рис, 12 табл., 50 джерел.

«Удосконалення інженерного менеджменту автомобільного транспорту ТОВ «S-Gargo» Київської області» Борона О.П. Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М.П. Момотенка. - Київ, НУБіП України, 2025.

Розглянуті основні напрямки вдосконалення технічної експлуатації автомобілів, а також вплив сезонних умов на потік відмов автомобілів.

Запропонована концептуальна модель формування потоку відмов автомобілів та математичні моделі закономірностей зміни умов експлуатації за часом.

Встановлено закономірності та математичні моделі впливу сезонних факторів на потік відмов автомобілів і їх елементів.

Отримані результати запропоновано використовувати при розрахунку числа постів поточного ремонту.

Розраховані значення коефіцієнта сезонної нерівномірності надходження автомобілів на пости ПР для різних кліматичних умов, і підприємств різної специфіки.

Розглянути питання охорони праці та безпеки надзвичайних ситуацій та вимоги до виробничої санітарії і промислової гігієни під час технічного обслуговування і ремонту автомобілів.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	3
ЗМІСТ.....	4
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	7
1.1. Актуальні напрямки вдосконалення технічної експлуатації автомобілів.....	7
1.2. Вплив сезонних умов на потік відмов автомобілів.....	10
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	23
2.1. Загальна методика досліджень.....	23
2.2. Концептуальна модель формування потоку відмов автомобілів.....	24
2.3. Математичні моделі закономірностей зміни умов експлуатації за часом.....	29
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	31
3.1. Мета і завдання експериментальних досліджень.....	31
3.2. Методика проведення експериментальних досліджень.....	31
3.2.1. Загальна методика експериментальних досліджень.....	31
3.2.2. Планування експерименту.....	32
3.2.3. Методика збору даних про інтенсивність експлуатації автомобілів.....	33
3.2.4. Методика збору даних про сезонні фактори.....	34
3.2.5. Методика збору даних про відмови автомобілів і їх елементів..	36
3.3. Методика обробки результатів експериментальних досліджень.....	36
3.3.1. Моделювання законів розподілу.....	36
3.3.2. Методика гармонійного аналізу.....	38
3.3.3. Моделювання за допомогою регресійних моделей.....	39
3.4. Результати експериментальних досліджень.....	40
3.4.1. Закономірності зміни сезонних чинників за часом.....	40

3.4.2. Закономірності зміни параметра потоку відмов по часу.....	41
3.4.3. Відбір сезонних чинників, що впливають на параметр потоку відмов автомобілів і їх елементів.....	42
3.4.4. Закономірності впливу сезонних факторів на параметр потоку відмов.....	43
3.5. Практичне використання результатів досліджень.....	44
3.5.1. Основні напрямки використання отриманих результатів.....	44
3.5.2. Методологічні питання використання результатів досліджень..	44
3.5.3. Методика визначення числа постів поточного ремонту.....	46
3.5.4. Розрахунок коефіцієнта сезонної нерівномірності надходження автомобілів на пости поточного ремонту.....	47
3.5.5. Оцінка ефективності результатів досліджень.....	49
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	51
4.1. Вимоги до виробничої санітарії і промислової гігієни під час технічного обслуговування і ремонту автомобілів.....	51
4.2. Протипожежні заходи.....	54
ВИСНОВКИ.....	57
СПИСКИ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59

ВСТУП

Автомобільний транспорт є невід'ємною частиною транспортної системи країни. Від транспортних витрат істотно залежить ефективність роботи багатьох галузей економіки. Значну частку в собівартості автомобільних перевезень становлять витрати на поточний ремонт рухомого складу.

Протягом року змінюються інтенсивність та умови експлуатації. Відповідно варіюється потік відмов автомобілів, викликаючи нерівномірність завантаження постів поточного ремонту.

Якщо при розрахунку числа постів ПР і проектуванні автотранспортних підприємств (АТП) виходити з середньої кількості відмов в одиницю часу, то в сезон з більш інтенсивною експлуатацією або більш важкими умовами пропускна здатність зони ПР виявиться недостатньою.

В існуючих методиках технологічного розрахунку зон поточного ремонту нерівномірність поступлення вимог пов'язується з числом обслуговуючих на підприємстві автомобілів. Вплив же варіації інтенсивності та умов експлуатації не враховується. Отже, необхідно удосконалити методику технологічного розрахунку шляхом обліку вказаних факторів. Для того щоб вирішити це завдання, потрібно знати закономірності формування потоку вимог на поточний ремонт з урахуванням сезонної умов а також умов експлуатації.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1. Актуальні напрямки вдосконалення технічної експлуатації автомобілів

Автомобільний транспорт є невід'ємною частиною транспортної системи країни. Внесок автомобільного транспорту в перевезення вантажів складає 70...75%, а пасажирів (без індивідуального легкового) - 53...55%. Переваги автомобільного транспорту визначаються його мобільністю, можливістю доставки вантажів і пасажирів «від дверей до дверей». Крім переваг, автомобільного транспорту притаманний і ряд недоліків. Один з них - висока собівартість перевезень. Від витрат на перевезення істотно залежить ефективність роботи багатьох галузей економіки, собівартість продукції основного виробництва обслуговуваних підприємств. В значній мірі собівартість авто- мобільних перевезень залежить від витрат на поточний ремонт. На рис. 1.1 показаний зв'язок показників роботи автомобільного транспорту і його під- системи технічної експлуатації.



Рис. 1.1. Зв'язок показників роботи автомобільного транспорту і підсистеми технічної експлуатації

У умовах постійної експлуатації важливіше не зниження собівартості використання автомобілів, а їх безперебійна робота, так як втрати, пов'язані з простоями основного виробництва через відсутність автомобільної техніки, незрівнянно вище. У цьому випадку на перший план виходить безвідмовність автомобілів, а також можливості виробничо-технічної бази (ВТБ) по відновленню їх втраченої працездатності.

Розглядаючи дерево систем технічної експлуатації автомобілів, запропоноване Кузнєцовим Е.С., необхідно відзначити дві підсистеми першого рівня: C_{03}^1 - «Виробнича база» і C_{07}^1 - «Умови експлуатації».

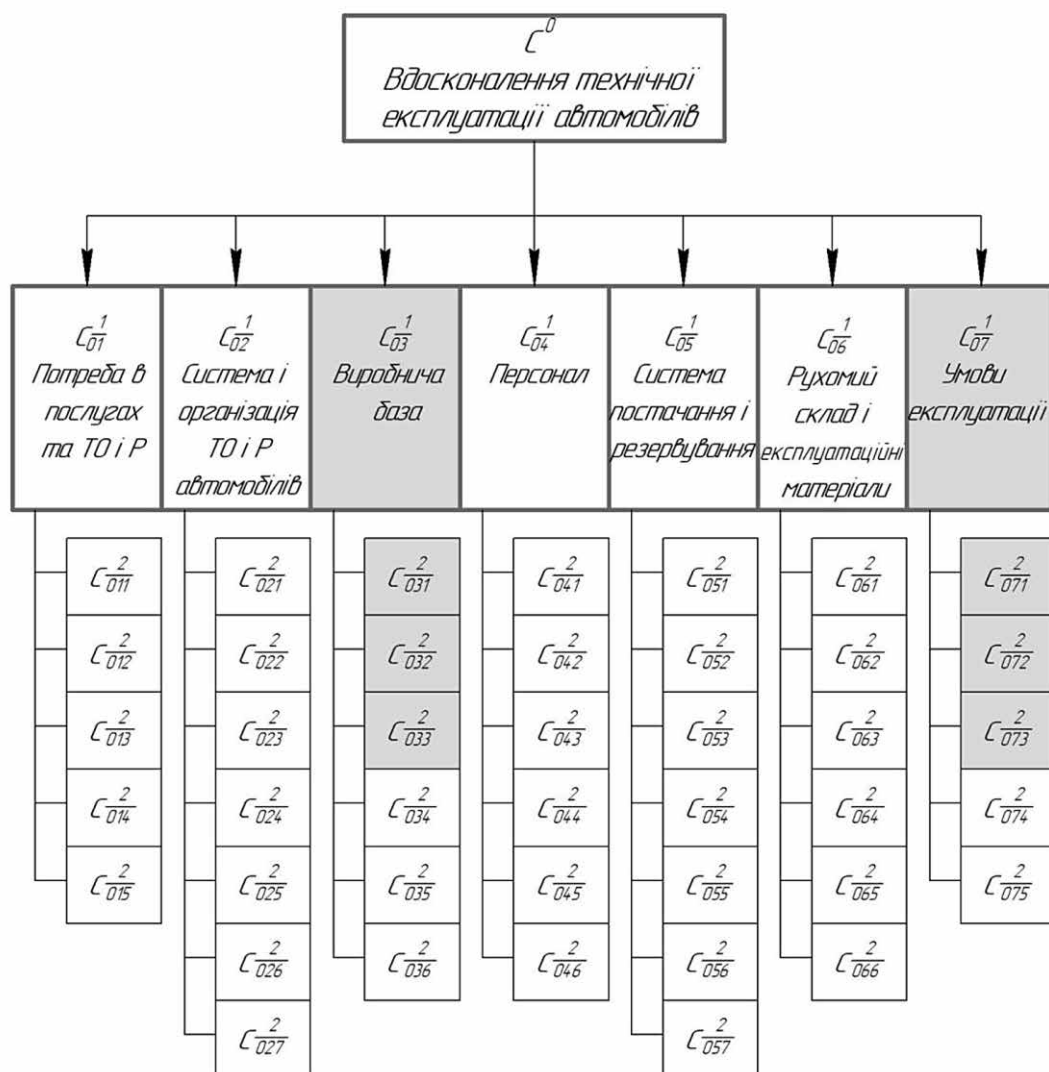


Рис. 1.2. Схема вищого, першого і другого ярусів дерева систем технічної експлуатації

При розгляді проблем забезпечення працездатності автомобілів Захаров Н.С. виділяє всередині транспортної системи підсистему «Автомобілі - умови

експлуатації». Відзначається, що при функціонуванні зазначеної підсистеми виникає реакція R , спрямована в зовнішню по відношенню до неї сторону (рис. 1.3.). Для ефективної роботи транспортної системи необхідно компенсувати цю реакцію, тобто відновлювати підсистему «Автомобілі - умови експлуатації».

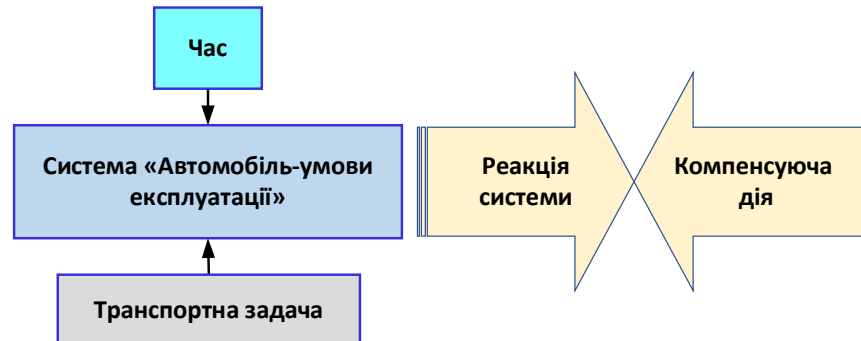


Рис. 1.3. Підсистема «Автомобілі-умови експлуатації» в транспортній системі

Далі вказується, що при відсутності компенсації або недостатньому її рівні система регресує і переходить в стан відмови. Інтерпретуючи цей вислів, потрібно розуміти під «недостатнім рівнем відновлення» малу потужність ВТБ, що виражається в нестачі виробничих площ, постів поточного ремонту, ремонтних робітників.

При надмірному відновленні зростають витрати, і збільшується собівартість транспортної роботи. Тут під «надмірною відновленням» розуміється зайві площі, пости і так далі. Для того щоб компенсуюча дія відповідала реакції системи, необхідно враховувати закономірність її зміни в часі $R = f(T)$.

Відомі методики, нормативні документи не враховують ряд факторів, тому не дають можливість встановити цю закономірність з достатньою точністю. Зокрема, до уваги береться вплив сезонних умов на потік відмов. Крім того, планування технічних впливів, потреби в матеріальних і трудових ресурсах зазвичай пов'язується не з часом, а з напрацюванням. При переході до календарного планування зазвичай приймається, що $dL/dT = const$. Це пов'язано з тим, що багато фахівців і дослідників ототожнюють поняття часу і напрацювання, що пов'язано з наявністю у них загальних властивостей.

Захаровим Н.С. показано, що не всі параметри часу і напруження збігаються. Отже, закономірності, що лежать в основі відомих методик проектування ВТБ недостатньо адекватно описують реальні процеси, а методики недостатньо точні.

Тому метою даної роботи є встановлення закономірностей формування потоку вимог на поточний ремонт автомобілів з урахуванням впливу сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації та вдосконалення на цій основі методик технологічного розрахунку автотранспортних підприємств.

1.2. Вплив сезонних умов на потік відмов автомобілів

Перш ніж розглядати результати виконаних досліджень з даного питання, з'ясуємо, що розуміється під «сезонними умовами».

Сезон (франц. Saison, від лат. Satio - сіяння; час сівби), 1) пора року (весна, літо, осінь, зима); 2) частину року, яка характеризується будь-якими явищами природи (наприклад, сезон дощів) або постійно використовується для певних робіт (наприклад, сезон збирання врожаю), занять або відпочинку (наприклад, сезон полювання, лікувальний сезон і ін.). 3) театральний, музичний сезон - період, протягом якого регулярно працюють театри, концертні зали і т. д. [9].

До сезонних умов відносяться фактори, періодично змінюються протягом року [11]. Це, перш за все, температура повітря (рис. 1.4).

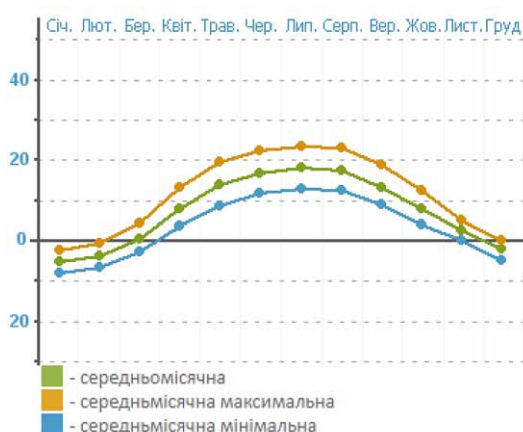


Рис. 1.4. Зміна середньомісячної температури повітря впродовж року в (м. Київ)

Вплив сезону умов істотно впливає на експлуатацію транспортних засобів по всій території України. Тому не випадково велика увага дослідників і авторів

підручників до чинників, які змінюються разом сезонно.

Так, Лудченко А.А. зазначає, що «зниження температури навколишнього повітря, погіршення стану дороги внаслідок снігових заметів або бездоріжжя викликаючи додаткові передчасні зноси і поломки деталей автомобіля» [68, с. 12].

Крамаренко Г.В. і Барашков І.В. з цього питання висловлюються наступним чином: «При експлуатації автомобілів в холодну пору року значні знос двигуна при його пуску й прогрівання після тривалого безгаражного зберігання. ... знос двигуна при температурі води в системі охолодження $+30^{\circ}\text{C}$ в 5-6 разів перевищує знос при температурі води $+80^{\circ}\text{C}$ » [12, с. 19].

За даними НДІАТ, погіршення проїзної здатності доріг в певні сезони року супроводжується збільшенням кількості відмов підвіски, зчеплення, шпильок кріплення піввосей і дисків коліс, інших деталей, агрегатів і механізмів [8, с. 199].

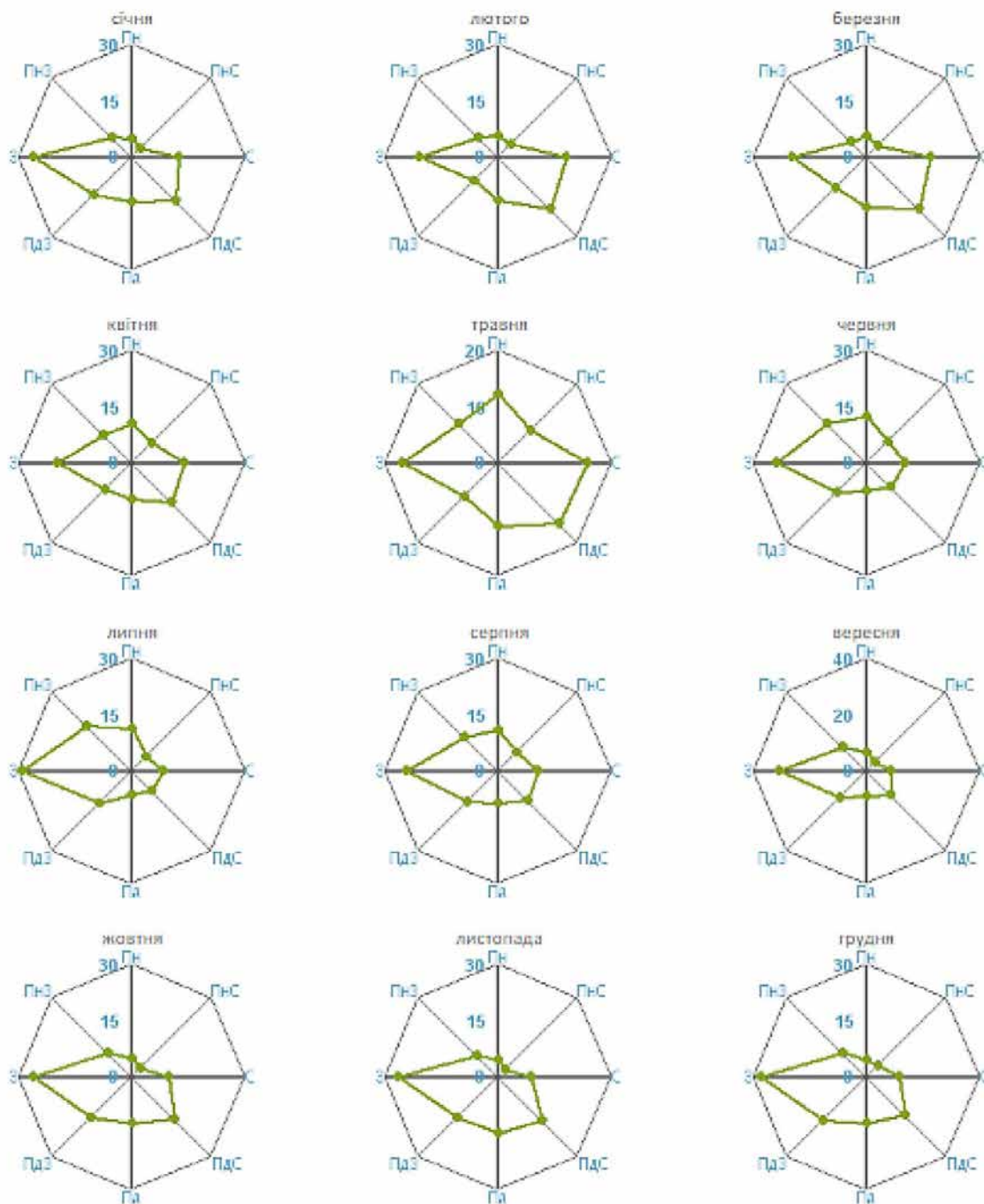


Рис. 1.5. Повторюваність (%) напрямку вітру та штилю (м. Київ)

Крім того, змінюються дорожні умови, вологість, сонячна радіація, запиленість, повторюваність напрямку вітру та штилю (рис 1.5.) та швидкість вітру (рис. 1.6).

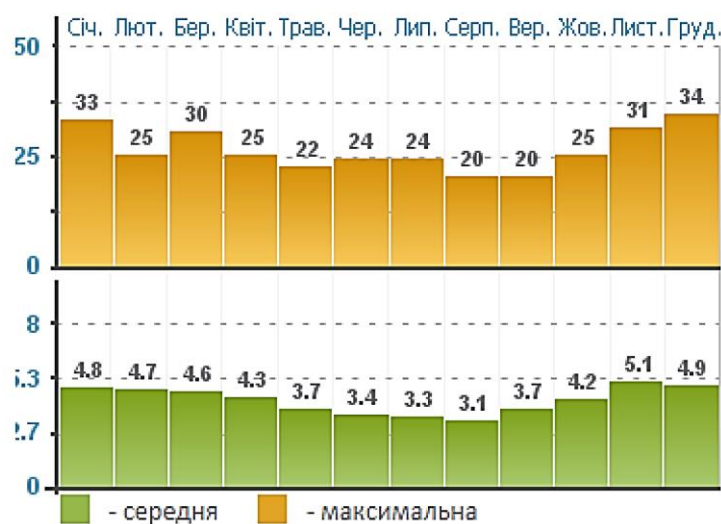


Рис. 1.6. Швидкість вітру (м. Київ)

Встановлено також вплив сезону експлуатації на трудомісткість поточного ремонту (табл. 1.1.) і інтенсивність зношування гальмівних накладок (табл. 1.2.).

Таблиця 1.1.

Вплив сезону експлуатації на трудомісткість поточного ремонту

№ за/п	Вид поточного ремонту	Поправочний коефіцієнт до об'єму поточного ремонту		
		зима	літо	осінь-весна
1.	Заміна ресор	0,65 – 0,8	1,0	2,5-3,0
2.	Заміна шпильок напіввісей і дисків коліс	0,6 – 0,7	1,0	1,35-1,75
3.	Ремонт і регулювання зчеплення	2,0 – 2,5	1,0	1,0-1,1

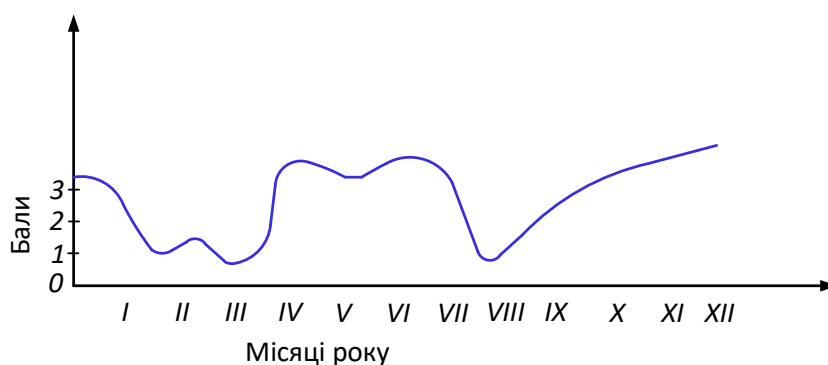


Рис. 1.7. Зміна проїзної здатності доріг впродовж року

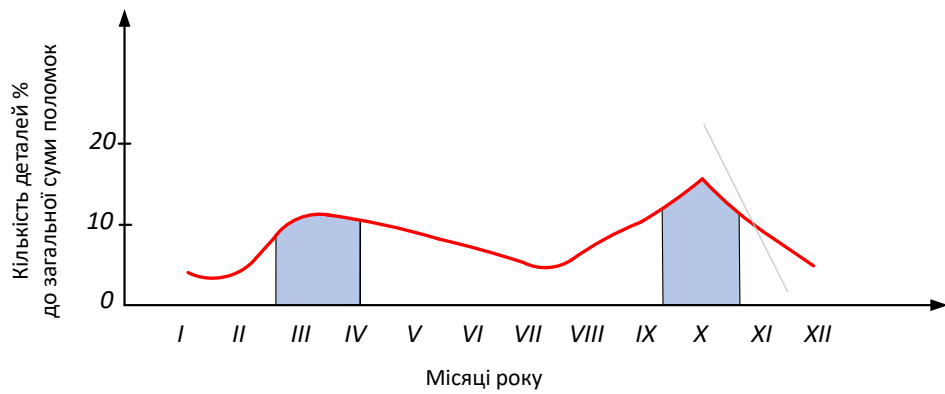


Рис. 1.8. Зміна об'єму робіт з поточного ремонту і заміни шпильок півосей і гальмівних барабанів

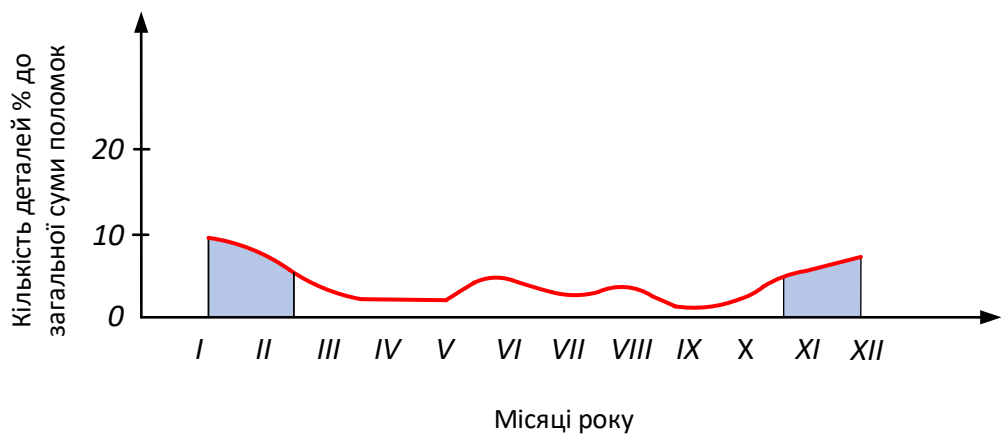


Рис. 1.9. Зміна об'єму робіт з поточного ремонту елементів зчеплення

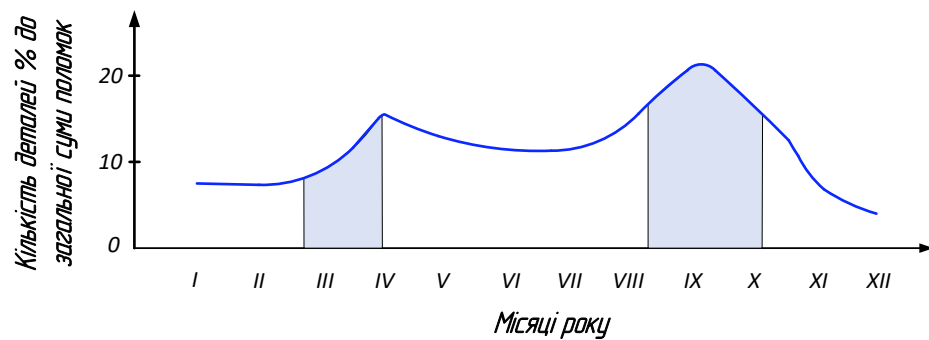


Рис. 1.10. Зміна об'єму робіт з поточного ремонту ресор

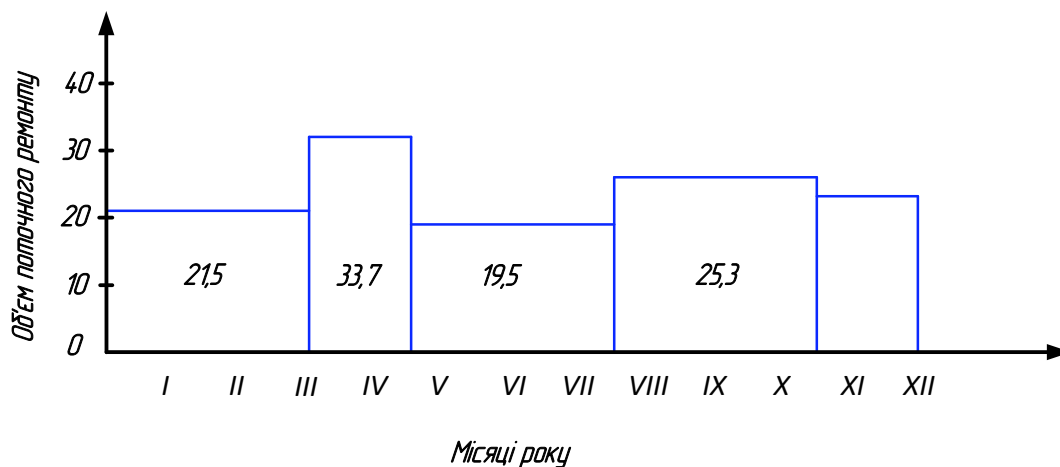


Рис. 1.11. Зміна об'єму робіт з поточного ремонту протягом року

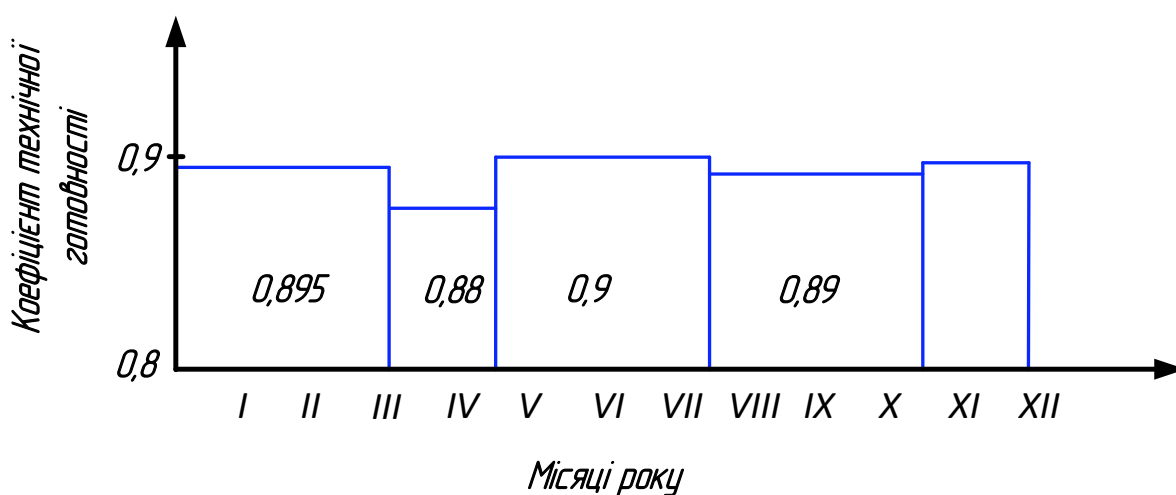


Рис. 1.12. Зміна коефіцієнта технічної готовності протягом року

Таблиця 1.2.

Зміна інтенсивності зношування фрикційних накладок гальм в залежності від зміни сезонних умов [16, с. 33]

№ за/п	Марку автомобіля	Інтенсивність зношування по порам року, %			
		зима	весна	літо	осінь
1.	МАЗ – 500 з причепом	100	240	130	320
2.	МАЗ-503Б	100	240	160	220

Погіршення умов роботи агрегатів і систем автомобіля при низьких температурах навколишнього повітря позначаються на розподілі відмов протягом року (рис. 1.13.).

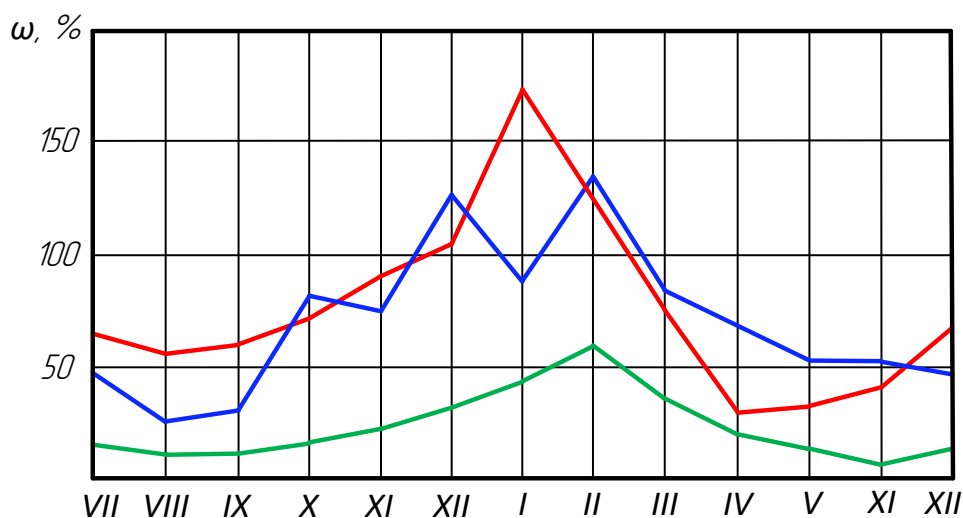


Рис. 1.13. Розподіл відмов по місяцях року [13, с. 364]:

1 - двигун; 2 - підвіска; 3 - рульове керування

З графіка рис. 1.12 видно, що при низьких температурах число відмов різко зростає.

Дані, отримані Максимовим В.А., також ілюструють вплив сезонних умов на надійність автобусів (табл. 1.3.).

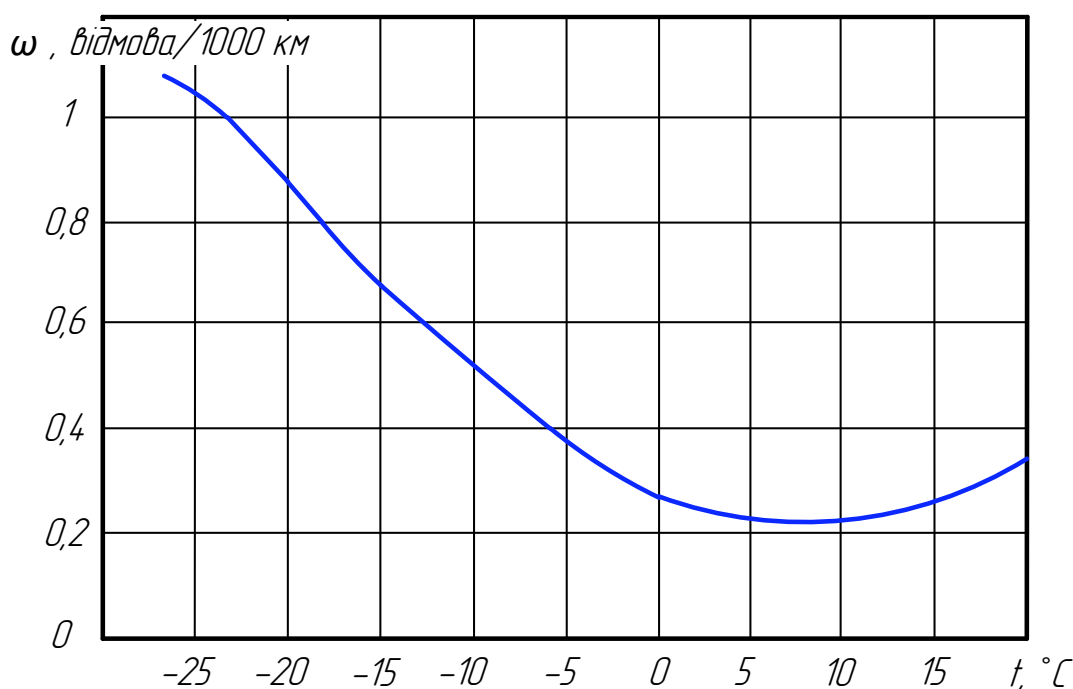


Рис. 1.14. Вплив температури навколишнього повітря на зміну загального числа відмов та несправностей автомобіля (за даними НДІАТ) [13, с. 142]

Зміна деяких показників роботоздатності автобуса великого класу в залежності від сезонності, % [17, с. 40]

№ за/п	Показники	Періоди експлуатації			
		зимовий	весняний	літній	осінній
1.	Напрацювання на операцію ремонту	81	94	100	97
2.	Напрацювання на лінійну відмову	77	88	100	88
3	Втрати лінійного часу по технічним причинам: кількість годин	128	115	100	114
		125	112	100	112

Встановлено, що вплив температурного режиму навколишнього повітря на інтенсивність втрати ресурсу двигунів, яке описується моделлю виду [18]:

$$\bar{u} = u_0 + [(\bar{t} - t_0)^2 + \sigma_t^2], \quad (1.1.)$$

де u_0 - оптимальна (мінімальна) інтенсивність витрачання ресурсу;

s - параметр чутливості двигуна по інтенсивності зміни ресурсу до зміни температури повітря;

\bar{t} , σ_t - середнє річне значення і середньоквадратичне відхилення температури навколишнього повітря;

t_0 - оптимальне значення температури повітря, що відповідає мінімальній інтенсивності втрати ресурсу.

Пізніше Акімов М.Ю. на основі емісійного спектрального аналізу встановив, що при зміні температури навколишнього повітря від оптимального значення на 1°C інтенсивність зношування деталей двигуна змінюється на 0,11...0,13% [7, с. 20].

Далі дослідженнями Захарова Н.С. встановлено вплив температури повітря і коефіцієнта опору коченню на питому трудомісткість поточного ремонту (рис.

1.15).

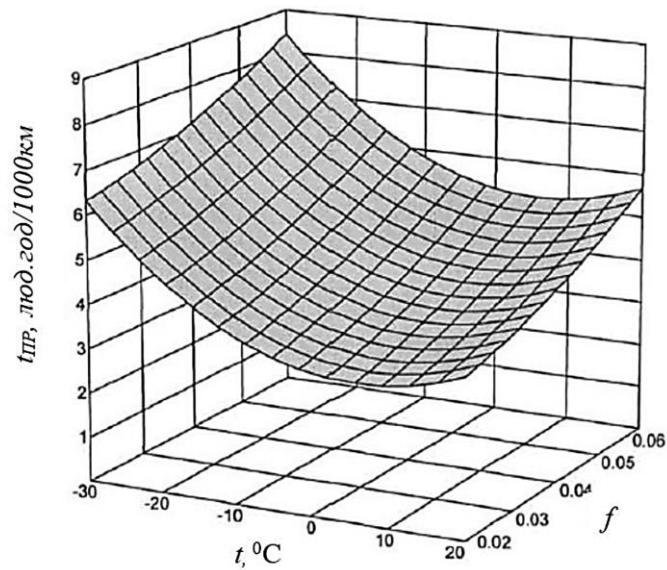


Рис. 1.15. Вплив температури повітря і коефіцієнта опору коченню на питому трудомісткість ПР автомобілів МАН [33, с. 364]

Останніми в ряду цих досліджень стоять результати Захарова Н.С. за впливом температури повітря на інтенсивність зміни витрати картерних газів двигунів (рис. 1.16.).

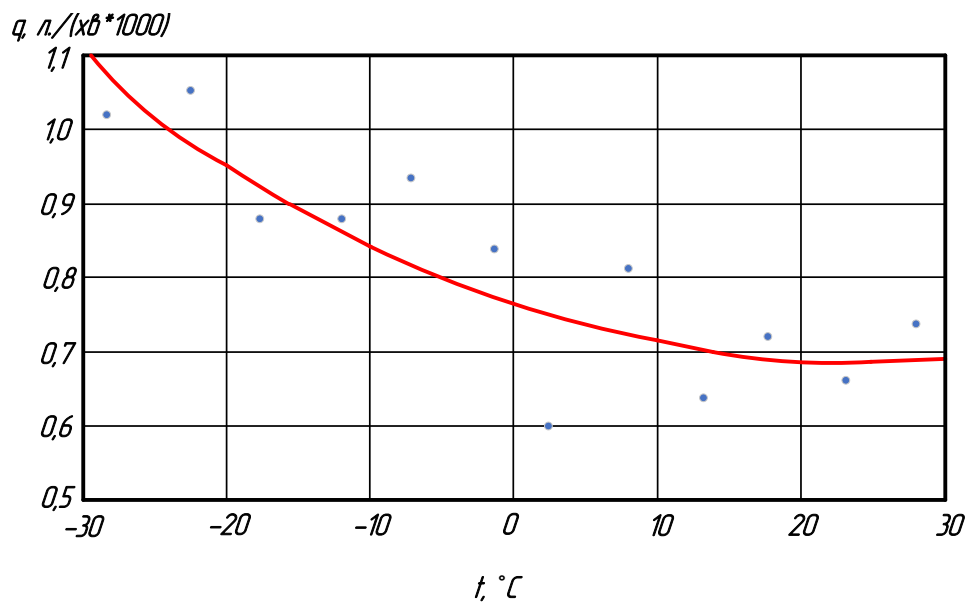


Рис. 1.16. Залежність інтенсивності зміни витрати картерних газів двигунами автомобілів МАН від температури повітря [9, с. 76]

Крім того, встановлено вплив частки пробігу автомобілів в зимовий період на ресурс двигунів (рис. 1.17).

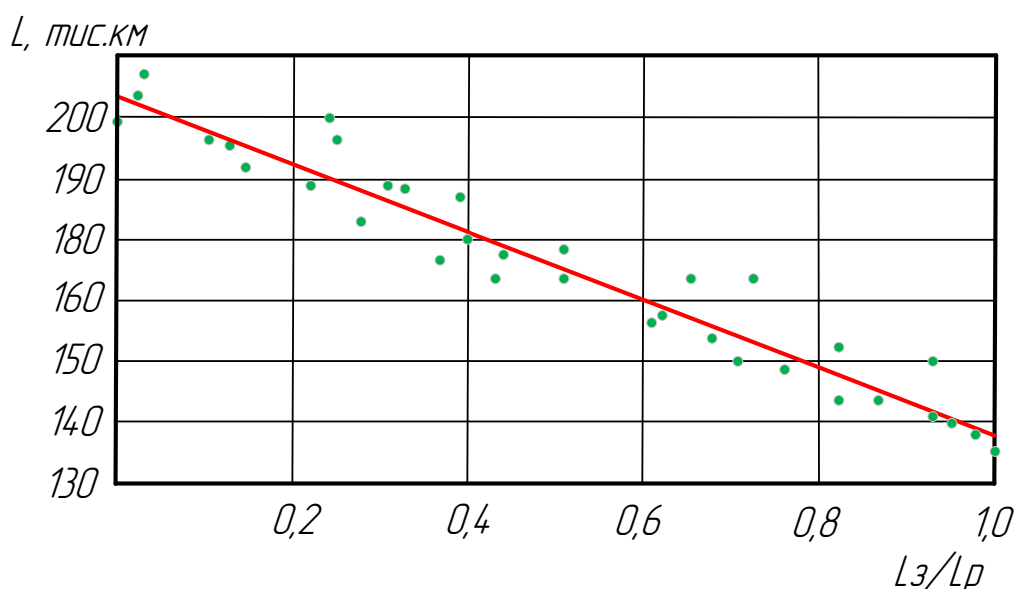


Рис. 1.17. Вплив частки пробігу автомобіля в зимовий період на ресурс двигунів [9, с. 78]

У табл. 1.4. узагальнені результати досліджень впливу сезонних умов на надійність автомобілів.

Таблиця 1.4.

Результати досліджень впливу сезонних умов на надійність автомобілів

Автори	Результати
Резнік Л.Г., Яговкін А.И., Чарков С.Т., Гвоздьов В.Ф.	Закономірності впливу температури повітря на інтенсивність зношування механізмів трансмісії
Резнік Л.Г., Ромаліс Г.М.	Закономірність впливу температури повітря на інтенсивність зміни ресурсу двигунів
Резнік Л.Г., Ромаліс Г.М.	Визначення значень коефіцієнта коригування нормативів ТО і Р автомобілів в залежності від кліматичних умов
Резнік Л.Г., Акімов М.Ю.	Закономірність впливу температури повітря, опору і швидкості руху на інтенсивність зношування двигунів
Захаров Н.С., Григорян Т.А.	Закономірність впливу температури повітря і коефіцієнта опору коченню на питому

	трудомісткість ПР
Захаров Н.С., Довбня Б.Е.	закономірності впливу сезонних умов на інтенсивність експлуатації автомобілів
Захаров Н.С., Анікеєв В.В.	Закономірність впливу температури повітря на зміну витрати картерних газів двигуна. Закономірність впливу частки пробігу автомобіля в зимовий період на ресурс двигунів.

Велика частина автомобілів індивідуальних власників в зимовий період не експлуатується (рис. 1.18), Одним з факторів, що характеризують інтенсивність експлуатації автомобілів індивідуальних власників, є середньорічний пробіг.

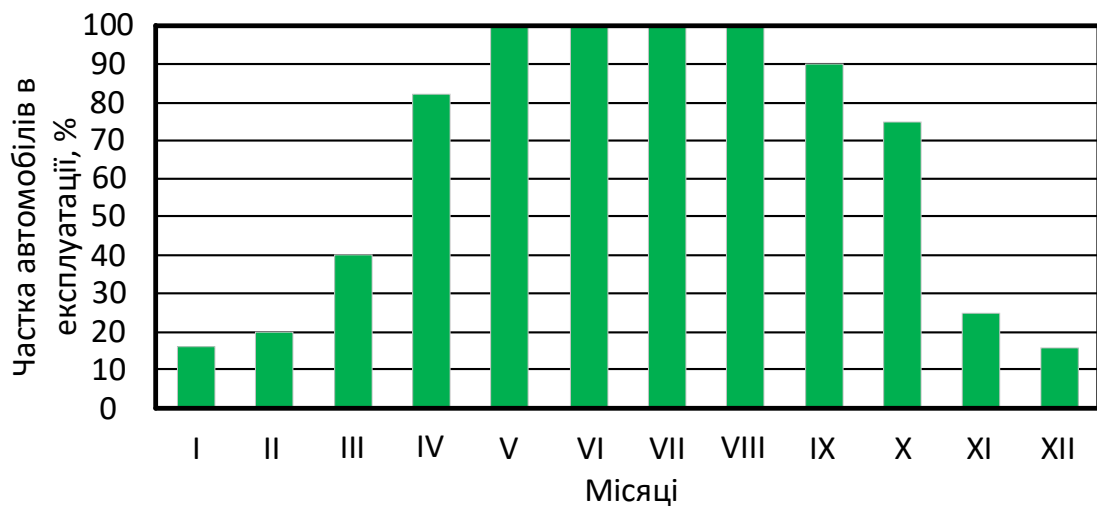


Рис. 1.18. Зміна інтенсивності експлуатації автомобілів протягом року
Підводячи підсумок, необхідно відзначити, що сезонні умови істотно впливають на надійність автомобілів. Найбільш значимими факторами сезонних умов є температура повітря і дорожні умови.

Висновки до розділу

Проведений аналіз дозволив зробити наступні висновки. На потік відмов автомобілів впливає велика кількість чинників. У раніше виконаних дослідженнях вивчено вплив ряду факторів на параметр потоку відмов автомобілів. У той же час вплив сезонних умов досліджено недостатньо.

До сезонних умов відносяться фактори що, періодично змінюються протягом року. Це, перш за все, температура повітря. Крім того, змінюються дорожні умови, вологість, сонячна радіація, швидкість і напрям вітру.

Сезонне зміна умов експлуатації веде до варіації числа відмов в одиницю часу.

Встановлено закономірності впливу окремих факторів на надійність автомобілів. За даними НДІАТ, зміна проїзної здатності доріг веде до зміни числа відмов ходової частини та зчеплення. Зниження температури повітря викликає збільшення параметра потоку відмов автомобілів.

Встановлені закономірності впливу температури повітря на інтенсивність зношування механізмів трансмісії та на інтенсивність витрати ресурсу двигуна.

За результатами цих досліджень визначені чисельні значення коефіцієнта K_3 для коригування нормативів ТО і ремонту автомобілів, наведені в Положенні про ТО і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту.

Встановлені закономірності впливу сезонних змін умов та інтенсивності експлуатації на трудомісткість поточного ремонту автомобілів і ресурс двигунів.

Вплив температури повітря на параметр потоку відмов автомобілів і деяких їх елементів встановлено в ряді досліджень. Відповідно протягом року змінюється число відмов. Виявлено так звана «сезонна хвиля» відмов. У той же час не розкритий механізм її формування. Не виявлені закономірності впливу комплексу чинників, тих що міняється сезонно, на параметр потоку відмов. Не розроблена методика оцінки значущості сезонних змін умов експлуатації та параметр потоку відмов. ПР можна уявити як систему масового обслуговування (СМО). При цьому потік відмов - вхідний потік СМО.

При розрахунках вхідного потоку і визначенні числа посад ПР використовуються два підходи - детермінований і стохастичний.

При детермінованому розрахунку виконуються на основі середніх значень основних факторів, що впливають. При цьому для забезпечення достатньої продуктивності зони ПР базове число постів коригується за допомогою певних коефіцієнтів, Зокрема, нестационарність потоку відмов враховується

коефіцієнтом нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР. У відомих методиках цей коефіцієнт зв'язується тільки з розміром парку автомобілів, але не враховує сезонну нерівномірність.

Стохастичний підхід дозволяє більш точно врахувати випадковість процесів виникнення відмов. Зазвичай при такому підході потік відмов розглядається як стаціонарний, що спрощує моделювання.

Таким чином, проведений аналіз дозволив сформулювати наступні завдання наших досліджень:

- встановити закономірність формування потоку відмов автомобілів з урахуванням впливу сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації;
- виявити сезонні фактори, що впливають на потік відмов автомобілів і їх елементів;
- встановити закономірності впливу цих факторів на потік відмов автомобілів і розробити математичні моделі для їх опису;
- розробити методику практичного використання отриманих результатів і оцінити їх ефективність.

РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Загальна методика досліджень

Відповідно до поставленої в роботі метою необхідно встановити закономірності формування потоку вимог на поточний ремонт автомобілів з урахуванням впливу сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації.

Як об'єкт досліджень обраний процес формування потоку вимог на поточний ремонт автомобілів з урахуванням впливу сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації, а предмета досліджень -закономірності впливу температури повітря, коефіцієнта опору коченню і інтенсивності експлуатації на потік відмов автомобілів.

Для визначення завдань досліджень проведено аналіз літературних джерел. Узагальнення отриманих відомостей дозволило сформулювати завдання досліджень.

Для вирішення цих завдань проведені теоретичні та експериментальні дослідження (рис. 2.1).

Методологічною основою теоретичних досліджень обраний системний підхід. Тому на першому етапі складається схема системи, що вивчається, встановлюється її вхід і вихід. Далі система структурується, тобто визначаються елементи, що входять в неї. Потім визначаються взаємозв'язки між елементами.

Найважливіший етап складання схеми системи - відбір чинників, які впливають на параметр потоку відмов. Для цього попередньо складається вихідний перелік сезонних чинників. Потім вони оцінюються за ступенем сезонної варіації. Далі оцінюються кореляційні зв'язки між ними і відбираються незалежні.

Аналогічно оцінює значимість сезонних змін потоку відмов по елементах автомобілів.

Для розробки моделей впливу сезонних факторів на параметр потоку відмов використовується емпіричний підхід. Спочатку розробляється гіпотеза про вид моделі, потім на основі експерименту перевіряється її адекватність і

визначаються чисельні значення її параметрів.

На основі отриманих моделей розробляється методика розрахунку постів поточного ремонту з урахуванням сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації.

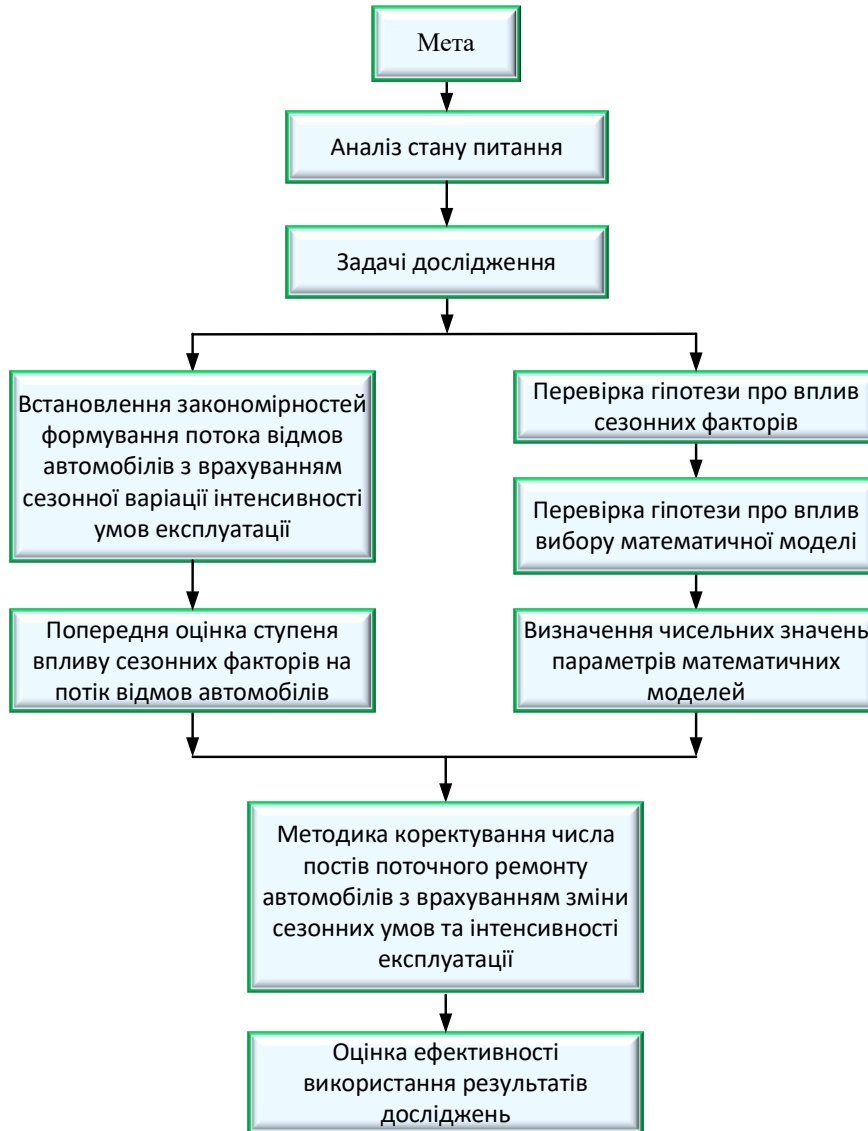


Рис. 2.1. Схема загальної методики досліджень

2.2. Концептуальна модель формування потоку відмов автомобілів

Проводячи аналіз стану питання, ми сформулювали визначення потоку відмов як послідовність відмов, що відбуваються один за іншим в якісь моменти часу. З огляду на, що на моменти досягнення граничних станів елементами технічної системи (ТС) впливає ряд факторів, позначимо формування потоку відмов в такий спосіб.

Формування потоку відмов - це сукупність процесів зміни факторів, що визначають інтенсивності досягнення граничних станів елементами ТЗ і обумовлюють варіацію проміжків часу між сусідніми відмовами.

Для того щоб встановити закономірність формування потоку відмов, необхідно використовувати системний підхід. Відповідно до нього реалізуються наступні етапи досліджень [26]:

- визначається критерій ефективності функціонування досліджуваної системи;
- система структурується, тобто розбивається на елементи;
- досліджуються закономірності взаємодії елементів;
- розробляється модель системи;
- розробляються методи практичного використання отриманих результатів.

В залежності від поставлених перед підприємством завдань цільова функція може бути визначена по-різному. В одному випадку це мінімум витрат на експлуатацію, в іншому - максимум прибутку. Головне завдання технологічного транспорту - виконувати певний обсяг транспортної роботи в заданому часовому інтервалі. У загальному випадку в якості критерію функціонування можна вибрати мінімум витрат на експлуатацію рухомого складу. При цьому цільова функція має вигляд:

$$C_{\Sigma} \rightarrow \min. \quad (2.1.)$$

При аналізі компонент, складових C_{Σ} , можна виділити складові, які залежать від процесу формування потоку відмов. Перш за все це витрати, які визначаються витратами на поточний ремонт автомобілів. Крім того, частина витрат пов'язана з доставкою, зберіганням, підтриманням поточного і запасу запасних частин. Необхідно ще відзначити витрати, пов'язані з використанням оборотних коштів, вкладені в збережені запаси.

Для технологічного транспорту на перший план виходить не зниження собівартості використання автомобілів, а їх безперебійна робота, так як втрати від простоїв обслуговується основного виробництва через відсутність

транспорту незрівнянно вище. У цьому випадку критерій функціонування досліджуваної системи полягає в забезпеченні надійності автомобілів таким чином, щоб забезпечити безперебійну роботу рухомого складу і основного виробництва. Теоретично в цьому плані стовідсоткова гарантія не- досяжна, але можна забезпечити задану допустиму ймовірність безвідмовної роботи R_d .

Автомобілі мають ряд властивостей, рівень реалізації яких істотно залежить від умов експлуатації. Отже, розглядати автомобіль поза зв'язком з умовами експлуатації не має сенсу. Тому виділимо всередині транспортної системи підсистему «Автомобілі - умови експлуатації» (А-УЕ).

Як зазначається в [28], при функціонуванні зазначеної підсистеми виникає реакція R , спрямована в протилежну сторону (рис. 2.2). Для ефективної роботи транспортної системи необхідно компенсувати цю реакцію, тобто відновлювати підсистему А-УЕ.

При відсутності компенсації або недостатньому її рівні система регресує і переходить в стан відмови. При надмірному відновленні зростають витрати і збільшується собівартість роботи спеціальних автомобілів.

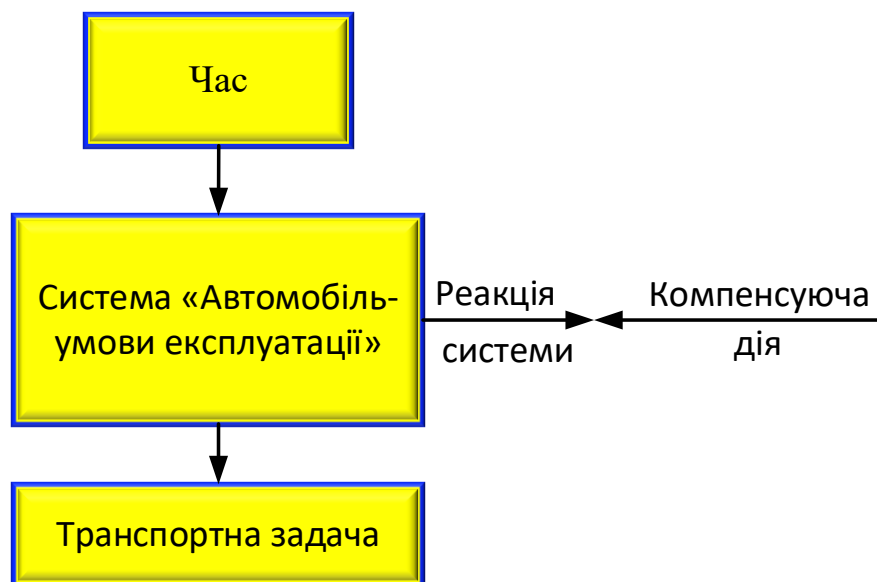


Рис. 2.2. Підсистема «Автомобілі-умови експлуатації» в транспортній системі

Для того щоб компенсуюча дія відповідало реакції системи, необхідно знати закономірність її зміни в часі T .

$$R = f(T), \quad (2.2.)$$

Існуючі методи розрахунку і нормативні документи не дозволяють встановити цю закономірність з достатньою точністю, так як планування потреби в постах поточного ремонту зазвичай пов'язується не з часом, а з напрацюванням. При переході до календарного планування зазвичай приймається, що $dL/dT = const$.

Багато фахівців і дослідники в своїх висловлюваннях ототожнюють поняття часу і напрацювання, що пов'язано з наявністю у них загальних властивостей (неповторюваність і незворотність). У той же час не всі властивості збігаються. Так, для часу характерні безперервність, необмеженість і об'єктивність, а напрацювання не має цих властивостей.

Аналіз властивостей часу і напрацювання показує, що умова $dL/dT = const$ в принципі неможлива, тобто $dL/dT = var$. Отже, закономірності зміни показників якості та групової поведінки автомобілів за часом істотно відрізняються від закономірностей зміни цих показників з напрацювання, причому тим більше, чим сильніше змінюються L , і X по T .

Закономірності зміни потоків подій за часом відносяться за класифікацією Захарова Н.С. [27] до закономірностям 6-го типу. У їх число входить і закономірність формування потоку відмов автомобілів.

Для моделювання закономірності формування потоку відмов можна використовувати два підходи. При першому система «Число відмов - час» структурується, потім на основі локальних моделей взаємодії елементів компонується модель системи в цілому. Модель може бути представлена в аналітичному вигляді або як імітаційна. При другому підході зазначена система не розбивається на елементи, а представляється у вигляді «чорного ящика». В якості вхідного параметра використовується час, а вихідного - число відмова. Потім вхід і вихід зв'язуються емпіричними моделями.

До недоліків другого підходу відноситься вузька область використання, тобто неможливість поширення значень параметрів моделей за рамки тих умов, для яких вони належать. Переважаючий і інформативний перший підхід, що дозволяє отримати результат в мінливих умовах.

Закономірності зміни напрацювання і умов експлуатації за часом складаються з трендових, періодичних і випадкових компонент [22]. Враховуючи що

$$\Omega = f(L, T), \quad (2.3.)$$

Можна припустити наявність відповідних компонент в закономірності формування потоку відмов. Відповідно до концепції формування якості автомобілів в процесі експлуатації [31], в загальному вигляді показник якості включає три складових: постійну (або трендову) Y_C , періодичну Y_T і випадкову Y_P . Кожна зі складових змінюється за часом відповідно до певними закономірностями.

Аналогічно можна уявити концептуальну модель формування потоку відмов (рис. 2.3).

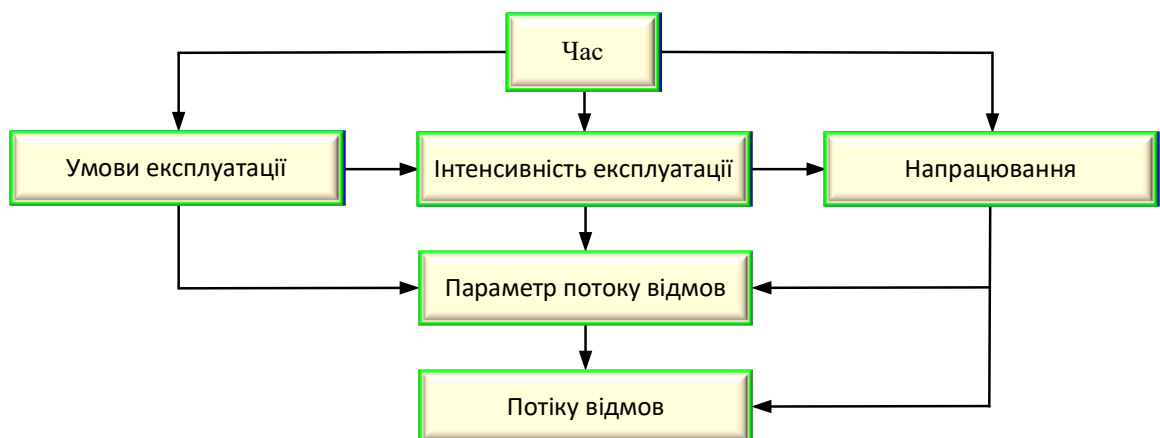


Рис. 2.3. Схема формування потоку відмов

Тоді потік відмов можна представити в наступному вигляді:

$$\Omega = \Omega_C + \Omega_T + \Omega_P, \quad (2.4.)$$

де Ω_C - постійна компонента;

Ω_T - періодична компонента;

Ω_P - випадкова компонента.

Можна зробити висновок, що для розробки моделі досліджуваної системи в цілому необхідно отримати моделі наступних закономірностей:

- зміни умов експлуатації за часом;
- зміни інтенсивності експлуатації автомобілів за часом;
- збільшення напрацювання в часі;

- впливу напрацювання на параметр потоку відмов;
- впливу умов експлуатації параметр потоку відмов;
- зміни потоку відмов за часом.

Далі в теоретичних дослідженнях висуваються гіпотези про вид математичних моделей цих закономірностей. Перевірка гіпотез на основі експерименту проводиться в розділі 3.

2.3. Математичні моделі закономірностей зміни умов експлуатації за часом

Будь показник, який змінюється в часі, являє собою динамічний ряд. Відповідно до теорії рядів динаміки кожен такий показник складається з трьох складових - постійної (трендового) X_C , періодичної X_T і випадкової X_P . Отже, в загальному вигляді:

$$X = X_C + X_T + X_P, \quad (2.5.)$$

Постійна складова пов'язана з довготривалими змінами умов експлуатації, періодична - з сезонними, а випадкова - з стохастичністю процесу зміни умов експлуатації.

Після заміни періодичної складової гармонійної моделлю отримаємо [29]:

$$X_i = X_C + \sum_{k=1}^g X_k \cos(m(kT_i - T_{0k})) + X_P, \quad (2.6.)$$

де k - номер гармоніки;

g - кількість гармоніки;

$\sum_{k=1}^g$ - амплітуда коливань k -ї гармоніки;

T - інтервал між T_i і T_{i+1} в градусах;

T_{0k} - початкова фаза коливань в градусах.

Постійна складова дорівнює середньому значенню X за цикл, наприклад, за рік, якщо цикл зміни фактора умов експлуатації дорівнює року. Річний цикл характерний для кліматичних умов експлуатації. Випадкова складова розподілена по певним законам з математичним очікуванням, рівним нулю, і середнім квадратичним відхиленням σ_X .

Сезонний фактор - такий фактор, періодична компонента X_T , якого істотно змінюється в часі. З останньої моделі отримаємо

$$X_i = \sum_{k=1}^g X_k \cos(m(kT_i - T_k)), \quad (2.7.)$$

Висновки до розділу

Таким чином, в результаті виконаних теоретичних досліджень висунуті гіпотези про вид математичних моделей основних закономірностей процесу формування потоку відмов. Розроблені гіпотези про вид математичних моделей необхідно перевірити на основі експерименту.

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Мета і завдання експериментальних досліджень

Мета експериментальних досліджень - перевірити розроблені в аналітичних дослідженнях гіпотези про значущі сезонних факторів, про вигляді математичних моделей, а також визначити чисельні значення назв в них параметрів. В процесі експериментів вирішувалися наступні завдання.

1. Перевірити гіпотезу про значимість сезонних змін факторів умов експлуатації.

2. Перевірити гіпотезу про значущість кореляційних зв'язків між сезонними факторами.

3. Перевірити гіпотезу про вигляд математичної моделі сезонних змін інтенсивності експлуатації автомобілів і визначити чисельні значення її параметрів.

4. Перевірити гіпотезу про вид математичних моделей сезонних змін факторів і визначити чисельні значення їх параметрів.

5. Перевірити гіпотезу про вигляді математичної моделі впливу сезонних факторів умов експлуатації на параметр потоку відмов автомобіля і його елементів.

3.2. Методика проведення експериментальних досліджень

3.2.1. Загальна методика експериментальних досліджень

Експеримент проводиться в три етапи.

На першому збираються статистичні дані про фактичні значення температури повітря, коефіцієнти опору коченню, кількість днів з опадами і інших чинників.

На другому етапі проводиться збір даних про інтенсивність експлуатації автомобілів.

На третьому етапі збираються дані про відмови автомобілів в експлуатації.

Методика експериментальних досліджень включає:

- планування експерименту;
- збір даних про фактичні значення факторів;
- збір даних про фактичну інтенсивність експлуатації автомобілів;
- збір даних про кількість відмов автомобілів і їх елементів по місяцях;
- обробку результатів експерименту;
- аналіз результатів експериментів.

3.2.2. Планування експерименту

Під плануванням експерименту розуміється складання матриці плану експерименту, визначення необхідного числа даних в кожній точці матриці плану.

Завдання, які вирішуються передбачали пасивний експеримент. Планування експерименту полягала у визначенні числа необхідних вимірювань.

При нормальному розподілі число реалізацій розраховується за формулою [45, с. 28]:

$$n = \frac{v^2 + t_{\alpha}^2}{\Delta^2}, \quad (3.1.)$$

де v - коефіцієнт варіації вимірювальної величини;

t_{α} - статистика Стюдента, який залежить від ймовірності α ;

Δ - відносна похибка.

Вибірка вважалася результативною, якщо при відносній похибці 0,10 і ймовірності 0,90 число вимірювань було не менше розрахункового значення n .

У разі, коли попередній аналіз показував, що розподіл дуже відрізняється від нормального, то відносна помилка розраховувалася з використанням імовірнісного калькулятора програми «REGRESS 2.5» після вибору відповідного закону розподілу.

Якщо вона при ймовірності 0,90 не перевищувала похибка 0,10, то вибірка також вважалася репрезентативною.

Зміна температури повітря, інтенсивності експлуатації, коефіцієнта опору коченню, частка днів з опадами і інших чинників простежувалося по середнім

місячним значенням.

План експерименту представлений нижче в табл. 3.1. При цьому обсяги вибірок в кожній точці плану визначалися виходячи з довірчою похибкою 0,10 і довірчої ймовірності 0,90 за методикою, викладеною в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

План експерименту

Номер плану	Час, місяць	Інтенсивність експлуатації, км/год
1	Січень	$l_{11}, l_{12}, l_{13}, \dots, l_{1n}$
2	Лютий	$l_{21}, l_{22}, l_{23}, \dots, l_{2n}$
3	Березень	$l_{31}, l_{32}, l_{33}, \dots, l_{3n}$
...
12	Грудень	$l_{121}, l_{122}, l_{123}, \dots, l_{12n}$

3.2.3. Методика збору даних про інтенсивність експлуатації автомобілів

Дані про інтенсивність експлуатації отримані в із статистичних даних автопідприємств України.

Джерела даних - картки обліку роботи автомобілів, бази даних з результатами обробки шляхових листів.

Форми вихідної таблиці зі збору даних (табл. 3.2) і зведеної таблиці (табл. 3.3) наведені нижче.

Таблиця 3.2.

Вихідні дані

Модель і марка автомобіля	Номер автомобіля	Дата початку експлуатації	Пробіг з початку експлуатації	Пробіг за місяць
Січень 2025				

Лютий 2025				
...				

Таблиця 3.3.

Середньомісячні пробіги (по автомобілям кожної марки)

Місяць	Середньомісячні пробіги автомобілів
--------	-------------------------------------

3.2.4. Методика збору даних про сезонні фактори

Джерела інформації при визначенні значень факторів приведені в табл.

3.4.

Таблиця 3.4.

Джерела інформації при зборі даних про сезонні фактори

Найменування фактора	Найменування показника фактора	Позначення	Розмірність	Джерело отримання інформації про значенні показника	
1	2	3	4	5	
<u>Кліматичні чинники</u>					
Температура	Середня місячна температура	t	$^{\circ}\text{C}$		
Опади	Кількість днів з опадами за місяць	N	мм		
	Частка днів з опадами за місяць	D	-		$D = N/N_{\text{міс}}$
	Середня кількість опадів за місяць	h	мм		
Швидкість вітру	Середньомісячна швидкість вітру	V	м/с		
Вологість повітря	Середня місячна відносна вологість	B	%		

Сонячна радіація	Середня місячна інтегральна поверхнева щільність потоку сумарного сонячного випромінювання	R	Вт/м ²	Статистичні параметри кліматичних факторів для технічних цілей.
	Енергетична експозиція прямого сонячного випромінювання	E	МДж/м ²	
<u>Дорожні умови</u>				
Стан дорожнього покриття	Коефіцієнт опору коченню	f	-	Згідно діючої методики
<u>Транспортні умови</u>				
Швидкість руху	Середня технічна швидкість руху	V_T	км/год	Статистичні дані
Інтенсивність експлуатації	Середній добовий пробіг	L	км	Статистичні дані

Дані про фактичні температури в містах України отримані за кілька років та заносилися в таблиці. Одна таблиця вміщує дані за рік. Форма таблиці наведена нижче (табл. 3.5.).

На основі зібраних даних створена база даних про температуру повітря в форматі «.xls». Крім того, створена система управління базою даних. Вона написана у вигляді макросу для Microsoft Excel.

Таблиця 3.5.

Форма таблиці для збору даних про температуру повітря

Дні місяця	Значення температури, °С, по місяцям					
	1	2	3	...	11	12
1.	-9,1	-16,7	-5,9	...	2,2	
2.	-10,5	-22,1	-9,7	...	5,6	-8,7
3.	-7,4	-27,7	-9,8	...	0,7	-5,9

4.	-12	-28,7	-6,4	...	-0,8	-7,6
...
28.	-9,4	-2,4	-5,5	...	-0,9	-10,1
29.	-17,9	-4,3	-5,4	...	1,2	-9,9
30.	-17,9		-2,5	...	0,5	-9,8
31.	-19,4		-0,4	...	-0,8	-12,6

3.2.5. Методика збору даних про відмови автомобілів і їх елементів

Дані про відмови збиралися в восьми підприємствах України. Отримано дані про кількість відмов автомобілів за 2020... 2025 роки.

Відмови розподілені по агрегатам.

Дані по відмовах виписувалися з журналу обліку поточного ремонту, який заповнює майстер зони поточного ремонту.

Для розрахунку параметра потоку відмов потрібен пробіг автомобілів за місяць. Дані про інтенсивність експлуатації (про пробігах автомобілів) отримані у відділі експлуатації. Пробіги автомобілів вираховуються на ПК.

Вони вводяться в пам'ять ПК при обробці шляхових листів. Для отримання даних про пробігах дані виводяться на екран ПК або друкуються на принтері.

Середній параметр потоку відмов за місяць розраховується

$$\omega = \frac{N_{\text{відмов.}}}{L_{\text{заг.}}}, \quad (3.2.)$$

де $N_{\text{відмов.}}$ - число відмов за місяць;

$L_{\text{заг.}}$ - загальний пробіг всіх автомобілів даної марки.

3.3. Методика обробки результатів експериментальних досліджень

3.3.1. Моделювання законів розподілу

Для вирішення завдань експериментальних досліджень необхідно провести статистичну обробку вибірок. На основі отриманих результатів потрібно встановити емпіричні закони розподілу і перевірити гіпотези про вид

законів розподілу.

Функція (інтегральна функція) розподілу $F(x)$ - математична модель залежності між значеннями варіативної ознаки і відповідними їм ймовірностями. Служить для апроксимації емпіричних розподілів.

Диференціальна функція (закон) розподілу $f(x)$ - щільність функції розподілу.

Для побудови функції розподілу необхідно:

- отримати емпіричне розподіл шляхом угруповання і первинної обробки статистичної вибірки;
- на основі апріорної інформації або по вигляду гістограми вибрати закон розподілу;
- розрахувати параметри закону розподілу;
- перевірити відповідність теоретичного закону емпіричному.

Для отримання емпіричного розподілу з статистичної вибірки знаходять мінімальне і максимальне значення. потім визначають число інтервалів гістограми розподілу. Зазвичай їх число становить 5...11. Далі визначають межі інтервалів і число влучень реалізацій випадкової величини в кожен інтервал. Відносна частота влучень розраховується як відношення числа влучень в даний інтервал до обсягу вибірки. Для розрахунку емпіричної функції розподілу відносну частоту необхідно розділити на довжину інтервалу.

Для оцінки відповідності емпіричного розподілу заданої теоретичного використовується критерій Пірсона, який розраховується за слідуною формулою:

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^N \frac{[f_{\text{емп.}}^{(i)} - f_{\text{теор.}}^{(i)}]^2 \cdot h_i}{f_{\text{теор.}}^{(i)}}, \quad (3.3.)$$

де n - загальне число спостережень;

$f_{\text{емп.}}^{(i)}$ - емпіричне значення диференціальної функції розподілу в i -му інтервалі;

$f_{\text{теор.}}^{(i)}$ - теоретичне (розраховане за законом розподілу) значення диференціальної функції розподілу в i -му інтервалі;

h_i - довжина інтервалу.

Значення χ^2 не повинно перевищувати табличне, з певною ймовірністю.

Розрахунки виконувалися за програмою «REGRESS 2.5».

3.3.2. Методика гармонійного аналізу

Для вирішення завдань експериментальних досліджень використовувалася гармонійна модель виду:

$$Y_i = Y_0 + \sum_{k=1}^g A_{Yk} \cos(m(kT_i - T_{0k})), \quad (3.4.)$$

де Y_0 - середнє значення Y за цикл;

k - номер гармоніки;

g - кількість гармонік;

A_{Yk} - напівамплітуда коливання до k -тої гармоніки;

m - інтервал між T_i і T_{i+1} в градусах;

T_{0k} - початкова фаза коливання в градусах.

Параметри моделі розраховуються за формулами [13, с. 750-751]:

$$m = \frac{360}{n}, \quad (3.5.)$$

$$Y_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i, \quad (3.6.)$$

$$T_{0k} = \frac{b_k}{\alpha_k}, \quad (3.7.)$$

$$A_{Yk} = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}, \quad (3.8.)$$

$$a_k = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i \cdot \cos(k \cdot m \cdot T_i)), \quad (3.9.)$$

$$b_k = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i \cdot \sin(k \cdot m \cdot T_i)), \quad (3.10.)$$

Рівняння хвилі $Y_{ki} = A_{Yk} \cos(m(kT_i - T_{0k}))$ називається k -ї гармоніки вряди з амплітудою A_{Yk} початковою фазою T_{0k} і періодом $360/k$.

Для оцінки адекватності моделі експериментальним даним можна використовувати критерій Фішера F і середню похибку апроксимації E .

При оцінці адекватності такої моделі, при прогнозуванні з її використанням і визначенні інтервалів виникає ряд проблем, для подолання яких запропоновано гармонійну модель конвертувати в лінійну шляхом заміни

змінних:

$$Y_i = Y_0 + \sum_{k=1}^g A_{Yk} \cdot z_k, \quad (3.11.)$$

$$z_k = \cos(m(kT_i - T_{ok})), \quad (3.12.)$$

Після цього перетворення з'являється можливість використовувати апарат кореляційно-регресійного аналізу, що істотно полегшує вирішення зазначених вище проблем.

Описаний підхід реалізований в програмах «TIME» і «REGRESS 2.5». Гармонійний аналіз змін факторів сезонний проводився в наступній послідовності (рис. 3.1.):

- спочатку результати експерименту представлялися в графічному вигляді, і проводилася попередня оцінка ступеня зміни фактора;
- потім дані апроксимувались гармонійної моделлю;
- далі оцінювався внесок гармонік в зміну фактора;
- гармоніки лінеарізовані, що дозволяло оцінити значимість кожної з них.

3.3.3. Моделювання за допомогою регресійних моделей

При вирішенні експериментальних досліджень використовувався апарат кореляційно-регресійного аналізу.

При встановленні впливу факторів умов експлуатації на параметр потоку відмов вибиралося рівняння регресії, розраховувалися його параметри і статистичні характеристики з використанням програми «INGRESS».

Тіснота парних кореляційних зв'язків між факторами і функціями відгуку оцінювалася за величиною коефіцієнтів парної кореляції r .

Значимість коефіцієнтів кореляції перевірялася за критерієм Стюдента.

Кореляційний зв'язок вважалася значущим, якщо виконувалося умова:

$$t = \frac{|r|}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2} \geq t_p, \quad (3.13.)$$

де t_p - табличне значення критерія Стюдента для довірчої ймовірності P і $n - 2$ ступеня вільності. Адекватність математичних моделей оцінювалася за

критерієм Фішера і середньою похибкою апроксимації $\bar{\varepsilon}$. Модель вважалася адекватною, якщо виконувалася умова [45]:

$$F = \frac{S_y^2}{S_{\text{зал}}^2} \geq F_P, \quad (3.14.)$$

де F - дисперсійне відношення Фішера;

F_P - табличне значення критерія Фішера для довірчої ймовірності P і $n - 2$ ступенів свободи.

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - y_{pi}|}{y_i} \cdot 100\%, \quad (3.15.)$$

Модель вважається адекватною, якщо середня похибка апроксимації перевищує 12...15%.

Далі оцінюється вплив факторів на функцію відгуку. Для цього розраховуються коефіцієнти еластичності і коефіцієнти впливу. Коефіцієнт еластичності λ показує, на скільки відсотків зміниться значення результуючої ознаки зі зміною одного фактора на 1% при фіксованих значеннях інших, і визначається по формулі:

$$\lambda_j = a_j \frac{\bar{x}_j}{\bar{y}}, \quad (3.16.)$$

де a_j - коефіцієнт моделі при j -м факторі;

\bar{x} , \bar{y} - середні значення j -го фактора і результуючої ознаки.

Відносне вплив j -го фактору на результуючий ознака при зміні цього фактора від мінімуму до максимуму показує коефіцієнт впливу P , який розраховується за формулою:

$$\beta_j = a_j \frac{\sigma_{\bar{x}_j}}{\sigma_{\bar{y}}}, \quad (3.17.)$$

3.4. Результати експериментальних досліджень

3.4.1. Закономірності зміни сезонних чинників за часом

Аналіз отриманих результатів показав, що:

1 - всі розглянуті фактори циклічно змінюються протягом року;

2 - зміна факторів у часі з достатньою точністю описується гармонійними моделями;

3 - найбільш значима в усіх випадках перша гармоніка (з періодом 1 рік), істотно нижче вплив другої гармоніки (з періодом 2 роки), вплив інших гармонік статистично значимо.

Температура повітря, °C

$$t = 2,1 + 15,5 \cdot \cos(30(T - 6,9))$$

Частка днів з опадами

$$D = 0,42 + 0,06 \cdot \cos(30(T - 10,1)) + 0,04 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 1,0))$$

Опади, м

$$h = 34,8 + 29,7 \cdot \cos(30(T - 7,6))$$

Швидкість вітру, м/с

$$V = 4,3 + 0,33 \cdot \cos(30(T - 1,5)) + 0,39 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 8,7))$$

Відносна вологість, %

$$B = 63,3 + 13,9 \cdot \cos(30(T - 11,7)) + 2,2 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 2,2))$$

Середня місячна інтегральна поверхнева густина потоку сумарного сонячного випромінювання, Вт/м²

$$R = 583 + 283 \cdot \cos(30(T - 6,2))$$

Енергетична експозиція прямого сонячного випромінювання, МДж/м²

$$E = 399 + 170 \cdot \cos(30(T - 6,2)) + 36 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 6,1))$$

Коефіцієнт опору кочення:

$$f = 0,039 + 0,008 \cdot \cos(30(T - 8,1)) + 0,004 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 10,2))$$

Середня технічна швидкість автомобіля, км/год

$$V_T = 34,6 + 3,4 \cdot \cos(30(T - 2,2))$$

Середній добовий пробіг автомобіля, км

$$L = 270 + 27,8 \cdot \cos(30(T - 2,4))$$

3.4.2. Закономірності зміни параметра потоку відмов по часу

Далі за такою ж методикою оцінювалося зміна потоку відмов автомобілів в цілому та їх елементів протягом року. Доведено, що для всіх основних агрегатів і систем автомобіля сезонна зміна потоку відмов істотна.

Зміна за часом параметра потоку відмов двигунів автомобілів:

$$\omega_{\text{дв}} = 0,054 + 0,03 \cdot \cos(30(T - 11,3)) + 0,011 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 11,8))$$

Зміна за часом параметра потоку відмов коробок передач автомобілів:

$$\omega_{\text{кп}} = 0,02 + 0,01 \cdot \cos(30(T - 9,0)) + 0,015 \cdot \cos(30(4 \cdot T - 11,9))$$

Зміна за часом параметра потоку відмов розподільних коробок автомобілів:

$$\omega_{\text{рп}} = 0,042 + 0,02 \cdot \cos(30(T - 11,5)) + 0,021 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 9,7)) + 0,016 \cdot \cos(30(4 \cdot T - 8,8))$$

Зміна за часом параметра потоку відмов рульового керування автомобілів:

$$\omega_{\text{ру}} = 0,041 + 0,015 \cdot \cos(30(T - 7,5)) + 0,02 \cdot \cos(30(5 \cdot T - 6,8))$$

Зміна за часом параметра потоку відмов ведучих мостів автомобілів:

$$\omega_{\text{вм}} = 0,044 + 0,032 \cdot \cos(30(T - 11,4)) + 0,025 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 9,9)) + 0,023 \cdot \cos(30(4 \cdot T - 8,3))$$

Зміна за часом параметра потоку інших відмов автомобілів:

$$\omega_{\text{ін}} = 0,031 + 0,019 \cdot \cos(30(T - 10,9)) + 0,017 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 10,1))$$

Зміна за часом параметра потоку відмов автомобілів:

$$\omega_{\text{пв}} = 0,234 + 0,108 \cdot \cos(30(T - 11,4)) + 0,083 \cdot \cos(30(2 \cdot T - 10,1))$$

3.4.3. Відбір сезонних чинників, що впливають на параметр потоку відмов автомобілів і їх елементів

На наступному етапі досліджень оцінювався ступінь впливу сезонних факторів на параметри потоку відмов автомобіля і його елементів.

Оцінка значущості коефіцієнтів кореляції за критерієм Стюдента і облік кореляційних зв'язків між факторами дозволили виявити перелік чинників, які необхідно враховувати при моделюванні потоку відмов:

- для двигуна такими факторами є температура повітря і частка днів з опадами;
- для коробки передач - тільки частка днів з опадами;

- для роздавальної коробки - температура повітря;
- для рульового управління - коефіцієнт опору коченню;
- для ведучих мостів - температура повітря;
- для інших відмов - вологість повітря;
- для автомобіля в цілому, так само, як і для двигуна - температура повітря і частка днів з опадами.

3.4.4. Закономірності впливу сезонних факторів на параметр потоку відмов

Далі встановлювалися закономірності впливу факторів на параметр потоку відмов і розроблялися математичні моделі цих закономірностей.

Висунуті в теоретичних дослідженнях гіпотези підтвердилися частково. Передбачалося, що вплив температури описується квадратичною моделлю. Аналіз показав, що для двигуна і автомобіля в цілому ця модель адекватна, а для роздавальної коробки і ведучих мостів найкращу апроксимацію забезпечує експоненціальна модель.

Вплив відносної вологості на параметр потоку інших відмов і коефіцієнта опору коченню на параметр потоку відмов рульового управління описується також експонентними моделями.

На параметр потоку відмов двигунів і автомобілів в цілому, як встановлено в даній роботі, впливають температура повітря і частка днів з опадами.

Це вплив описується двухфакторною моделлю.

Вплив температури повітря на параметр потоку відмов роздавальних коробок:

$$\omega_{PK} = 0,034 \cdot e^{-0,028 \cdot t}, 1/1000 \text{ км},$$

Вплив температури повітря на параметр потоку ведучих мостів:

$$\omega_{BM} = 0,027 \cdot e^{-0,026 \cdot t}, 1/1000 \text{ км},$$

Вплив температури повітря на параметр потоку інших відмов:

$$\omega_{PK} = 0,018 \cdot e^{-0,04 \cdot t}, 1/1000 \text{ км},$$

Вплив температури повітря на параметр потоку відмов рульового управління:

$$\omega_{PK} = 0,0018 \cdot e^{-0,04 \cdot t}, 1/1000 \text{ км},$$

Окремий вигляд моделей для двигуна і автомобіля:

$$\omega_{ДВ} = 0,014 + 0,000015 \cdot (t - 7,1)^2 + 0,0011 \cdot e^{6,1 \cdot D}, 1/1000 \text{ км},$$

$$\omega_{АВТ} = 0,042 + 0,000032 \cdot (t - 5,0)^2 + 0,0018 \cdot e^{7,6 \cdot D}, 1/1000 \text{ км},$$

3.5. Практичне використання результатів досліджень

3.5.1. Основні напрямки використання отриманих результатів

На основі виконаних досліджень отримані наступні результати:

- встановлені закономірності формування потоку відмов автомобілів з урахуванням впливу сезонної варіації інтенсивності та умов експлуатації;
- виявлені сезонні чинники, що впливають на потік відмов автомобілів і їх елементів;
- встановлені закономірності впливу цих факторів на потік відмов автомобілів і розроблені математичні моделі для їх опису.

Отримані результати дозволяють розробити методику коригування розрахункового числа постів ПР з урахуванням сезонної варіації умов та інтенсивності експлуатації, використання якої дозволяє зменшити простої автомобілів в очікуванні ремонту, що знижує втрати прибутку.

Закономірності впливу сезонних факторів на параметр потоку відмов елементів автомобілів дозволяють планувати потребу в оборотних агрегатах.

3.5.2. Методологічні питання використання результатів досліджень

Усунення відмов в зоні ПР - стохастичний процес. Роботу зони ПР можна уявити як систему масового обслуговування (СМО).

При цьому потік відмов - вхідний потік СМО (рис. 3.1).

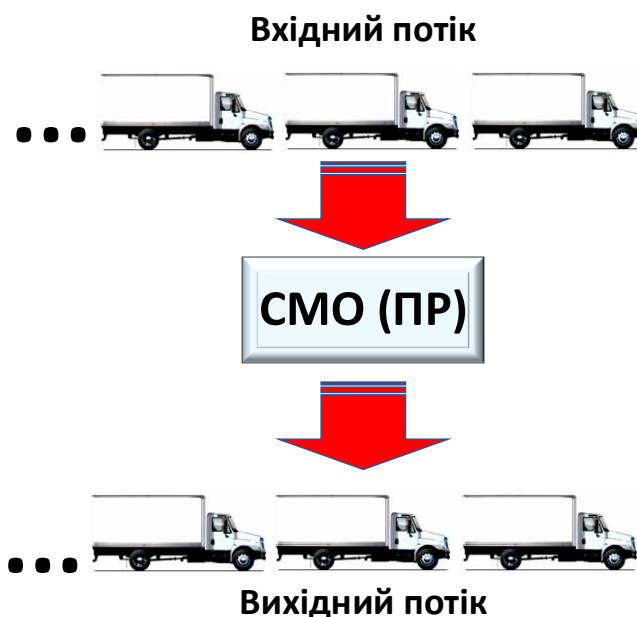


Рис. 3.1. Зона поточного ремонту автомобілів як система масового обслуговування

При розрахунках вхідного потоку і визначенні числа постів ПР використовуються два підходи - детермінований і стохастичний. При детермінованому розрахунку виконуються на основі середніх значень основних факторів. При цьому для забезпечення достатньої продуктивності зони ПР базове число постів коригується за допомогою визначених коефіцієнтів. Зокрема, нестаціонарність потоку відмов враховується коефіцієнтом нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР. У відомих методиках цей коефіцієнт зв'язується тільки з розміром парку автомобілів, але не враховує сезонну нерівномірність.

Отримані закономірності дозволяють використовувати обидва підходи до моделювання потоку відмов автомобілів.

Стохастичний підхід передбачає створення складної імітаційної моделі, яка не буде використовуватися на практиці. У той же час він дозволяє врахувати випадковість процесу надходження відмов з урахуванням різних чинників.

Трохи менш точний, але більш простий детермінований підхід. Він передбачає розрахунок показників потоку відмов по усереднених значень.

Від того, наскільки великий інтервал часу, за який усереднюються значення факторів, і відповідно, параметрів потоку, залежить точність

розрахунку.

$$\Omega = \Omega_C + \Omega_T + \Omega_P, \quad (3.18.)$$

де Ω_C - постійна компонента;

Ω_T - періодична компонента;

Ω_P - випадкова компонента.

У даній роботі в якості обмеження прийнято, що необхідне число постів ПР змінюється пропорційно потоку відмов. При розрахунку середнього числа постів Ω_C використовується відома методика, потім число постів коригується з урахуванням сезонної нерівномірності потоку відмов Ω_T . Випадкова компонента Ω_P враховується за допомогою коефіцієнта нерівномірності, залежить від числа автомобілів в парку.

3.5.3. Методика визначення числа постів поточного ремонту

Відповідно до методики [78] число постів ПР розраховується за формулою:

$$X_{\text{ПР}} = \frac{T_{\text{ПР.Р}}^{(\Pi)} \cdot \varphi \cdot K_{\text{ПР}}}{D_{\text{роб.р.}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot \eta_{\Pi} \cdot P_{\Pi}}, \quad (3.19.)$$

де $T_{\text{ПР.Р}}^{(\Pi)}$ - річний обсяг робіт, виконуваних на постах ПР, люд.год;

φ - коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на пости ПР;

$K_{\text{ПР}}$ - коефіцієнт, що враховує частку обсягу робіт, що виконується на постах ПР в найбільш завантажену зміну;

$D_{\text{роб.р.}}$ - число робочих днів постів ПР на рік, днів;

$T_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни, год;

η_{Π} - коефіцієнт використання робочого часу поста ПР;

P_{Π} - число робочих на посту.

Відповідно до прийнятої в розділі 2 концепцією представимо постійну компоненту числа постів ПР наступним чином:

$$X_{\text{ПР.С.}} = \frac{T_{\text{ПР.Р}}^{(\Pi)} \cdot \varphi \cdot K_{\text{ПР}}}{D_{\text{роб.р.}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot \eta_{\Pi} \cdot P_{\Pi}}, \quad (3.20.)$$

Для обліку нерівномірності потоку відмов з урахуванням двох основних

причин нерівномірності представимо коефіцієнт нерівномірності як твір двох коефіцієнтів:

$$\varphi = \varphi' \cdot \varphi'', \quad (3.21.)$$

де φ' - коефіцієнт, що залежить від числа автомобілів в парку ($\varphi' = 1,2 \dots 1,5$);

φ'' - коефіцієнт, що враховує сезонну нерівномірність потоку відмов.

Для використання такої методики на практиці необхідно розрахувати значення.

3.5.4. Розрахунок коефіцієнта сезонної нерівномірності надходження автомобілів на пости поточного ремонту

Проведені дослідження показали, що сезонна нерівномірність потоку відмов пов'язана з варіацією інтенсивності і умов експлуатації.

Тому необхідно розрахувати значення φ'' для типових випадків зміни протягом року інтенсивності експлуатації, а також температури повітря і частки днів з опадами.

Таблиця 3.6.

Розрахунок коефіцієнта сезонної нерівномірності надходження автомобілів на пости поточного ремонту

Місяць	$t, ^\circ\text{C}$	D	l , тис. км/міс.	$\omega = f(t, D)$	$\Delta L = l \cdot \Delta T$	$\Omega_i = \omega \cdot \Delta L$	$\varphi'' = \frac{\Omega_i}{\Omega_{cp}}$
Січень	-14	0,45	3,89	0,109	3,89	0,422	1,42
Лютий	-12	0,35	3,51	0,077	3,51	0,270	0,91
Березень	-4	0,39	4,29	0,079	4,29	0,341	1,14
Квітень	3	0,29	3,87	0,058	3,87	0,226	0,76
Травень	10	0,35	2,53	0,069	2,53	0,173	0,58
Червень	16	0,41	2,6	0,086	2,6	0,225	0,76
Липень	18	0,49	2,65	0,122	2,65	0,323	1,09
Серпень	15	0,4	2,75	0,083	2,75	0,228	0,76

Вересень	9	0,44	3,22	0,094	3,22	0,301	1,01
Жовтень	1	0,45	3,24	0,098	3,24	0,316	1,06
Листопад	-6	0,44	2,57	0,097	2,57	0,249	0,84
Грудень	-11	0,54	3,13	0,159	3,13	0,498	1,67
Всього					38,25	3,573	
Середнє				0,094	3,18	0,298	1,00

Типові закономірності зміни інтенсивності експлуатації встановлені дослідженнями з Довбнею Б.Є. характерними є закономірності для автотранспортних підприємств:

- загального призначення;
- виконують сільськогосподарські;
- обслуговуючих об'єкти нафтогазовидобувної промисловості.

Виходячи зі значень факторів сезонних умов і інтенсивностей експлуатації, по детермінованій моделі потоку відмов, описаній в розділі 2.11, розраховані значення коефіцієнта сезонної нерівномірності φ'' . Приклад розрахунку наведено в табл. 3.1. Рекомендовані значення коефіцієнта нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР для різних кліматичних регіонів та специфіки роботи АТП наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7.

Рекомендовані значення коефіцієнта нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР для різних кліматичних регіонів і специфіки роботи АТП

Специфіка роботи АТП	Коефіцієнти нерівномірності для кліматичних регіонів		
	Помірний	Холодний	Дуже холодний
АТП загального призначення	1,2	1,25	1,3
Сільськогосподарські перевезення	1,4	1,35	1,3
Обслуговування об'єктів нафтогазовидобувної промисловості	1,8	1,85	1,9

3.5.5. Оцінка ефективності результатів досліджень

В роботі встановлено закономірність зміни потоку відмов автомобілів в залежності від сезону року.

Для практичного використання результатів розрахований коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР, за допомогою якого збільшується розрахункова кількість постів ПР для виключення простоїв автомобілів в очікуванні ремонту.

Діюча методика розрахунку передбачає використання коефіцієнта нерівномірності в межах від 1,2 до 1,5.

При збільшенні кількості постів відповідно до пропонованих рекомендацій час простоїв зменшиться на величину dT .

$$d\Pi = dT \cdot \Pi_r, \quad (3.22.)$$

де Π_r - годинний прибуток.

При збільшенні постів ПР на 25% можна зменшити простої техніки в очікуванні ремонту. Обґрунтуванням збільшення кількості постів ПР може служити розрахунок необхідної кількості постів із застосуванням коефіцієнтів нерівномірності надходження автомобілів в зону ПР до впровадження і після впровадження. Розрахунок показав, що необхідно розширити зону ПР на 3 поста. Для цього необхідно розрахувати витрати на установку постів ПР, і порівняти їх з прибутком, одержуваної від зменшення простоїв автомобілів в очікуванні ремонту.

Порівнюючи витрати на збільшення постів ПР і прибуток від зменшення простоїв, можна побачити, що для підприємства вигідно розширення зони ПР. Для даного прикладу термін окупності дорівнює 0,51 року, тобто приблизно 6 місяців

Таблиця 3.8.

Розрахункове значення коефіцієнта нерівномірності

Місяць	Значення коефіцієнта φ		Різниця	Різниця, %
	до впровадження	після впровадження		
1	2	3	4	5

Січень	1,5	1,65	-0,15	10
Лютий	1,5	1,58	-0,08	5
Березень	1,5	1,13	0,37	
Квітень	1,5	1,02	0,48	
Травень	1,5	0,97	0,53	
Червень	1,5	0,63	0,87	
Липень	1,5	0,77	0,73	
Серпень	1,5	0,47	1,03	
Вересень	1,5	0,26	1,24	
Жовтень	1,5	0,88	0,62	
Листопад	1,5	1,61	-0,11	7
Грудень	1,5	1,82	-0,32	21

Висновки до розділу

Таким чином, експериментальні дослідження підтвердили гіпотези про вид математичних моделей, розроблені в 2-му розділі. Крім того, на основі експерименту визначено чисельні значення параметрів цих моделей.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Вимоги до виробничої санітарії і промислової гігієни під час технічного обслуговування і ремонту автомобілів

При технічному обслуговуванні і ремонті автомобілів необхідно вживати заходів проти їх самостійного переміщення. Забороняються технічне обслуговування й ремонт автомобілів із працюючим двигуном, крім окремих випадків (передбачені технологічним процесом).

Підйомно-транспортні обладнання має бути у справному стані і застосовуватися лише для свого прямого призначення. До роботи з цим устаткуванням допускаються особи, які пройшли відповідну підготовку і інструктаж. Під час роботи не слід залишати інструменти на краю оглядової канави, на підніжках, капоті чи крилах автомобіля. При складальних роботах забороняється перевіряти збіг отворів в з'єднувальних деталях пальцями рук.

Під час розбирання і складання вузлів і агрегатів треба використовувати спеціальні знімачі, ключі. Гайки що важко відкручуються спочатку потрібно змочити гасом, а тоді відкрити ключем. Викручувати гайки зубилом і молотком не дозволяється.

Забороняється заставляти проходи між робочими місцями деталями і вузлами, і збирати дуже багато деталей на місцях розбирання.

Підвищену небезпеку становлять операції зняття та установки пружин. Ці операції слід виконувати на стендах чи з допомогою пристосувань, які забезпечують безпечну роботу.

Гідравлічні і пневматичні установки повинні бути обладнані запобіжними перепускними клапанами. Робочий інструмент слід утримувати в справному стані.

Вимоги виробничої санітарії і промислової гігієни.

Вентиляція має забезпечувати видалення виділених парів і газів та доступ свіжого повітря. Природне і штучне освітлення робочих місць має бути

достатнім для безпечного виконання усіх операцій. На території підприємства необхідна наявність санітарно-побутових приміщень - гардеробних, душових, умивальних.

При проектуванні на підприємстві можуть виникнути:

- не відповідність фактичної необхідності наявності виробничих площ, обладнання, матеріалів, інструменту, складу та чисельності працюючих;

- відсутність або недостатність комунікацій, необхідних для забезпечення нормальних і безпечних умов праці (водопроводів, теплотрас, каналізації, електропостачання, зв'язку та іншого);

- відсутність або неякісне проведення інструктажу і навчання, керівництва та нагляду за роботою;

- незадовільний режим праці та відпочинку;

- неправильна організація робочого місця;

- відсутності відповідності або невідповідності умовам роботи спецодягу, індивідуальних засобів захисту та ін.;

- невідповідність вимогам безпеки конструкцій технологічного обладнання транспортних і енергетичних пристроїв;

- недосконалість конструкцій технологічного оснащення, ручного і переносного механізованого інструменту;

- відсутність або недосконалість огорожувальних засобів безпеки;

- незручне проведення огляду, технічного догляду та ремонту та ін. У технічній частині:

- неправильний вибір устаткування, оснащення транспортних засобів;

- відсутність або недостатня механізація важких і небезпечних операцій;

- неправильний вибір режимів обробки;

- недосконалість планування і технічного обслуговування обладнання;

- порушення технологічного процесу.

За виконання робіт з ремонту агрегатів можливе виникнення небезпечних зон, при попаданні в яку людина може отримати травму.

Небезпечні зони виникають в області рухомих частин, механізмів і машин, верстатів, також при знятті і установці агрегатів, при роботі підйомно - транспортного устаткування, електроустаткування.

При обкатці і випробуванні (обладнання) агрегатів, вузлів і систем автомобіля виникають шуми, що заважають нормальній праці робітників. На будь-якій виробничій ділянці порушення техніки безпеки і виробничої санітарії може бути причиною травм.

Травми можуть відбутися в результаті механічної дії середовища на людину. Так як робота проводиться з вузлами і агрегатами, то на кожному робочому місці необхідно місцеве освітлення.

В економічній частині потенційною небезпекою можуть бути:

- відсутність розрахунку фінансово-економічної потреби для здійснення нормальних і безпечних умов праці та якісного проведення виробничих робіт;
- затримка фінансування заробітної плати.

Види небезпечних ситуацій та їх класифікація

Надзвичайні ситуації класифікують за характером походження, ступенем поширення, розміром людських втрат і матеріальних збитків. Залежно від характеру походження подій, що можуть зумовити виникнення надзвичайних ситуацій на території України, визначають такі види надзвичайних ситуацій:

- техногенного характеру;
- природного характеру;
- соціального характеру;
- воєнного характеру.

Надзвичайна ситуація техногенного характеру - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті унаслідок транспортної аварії (катастрофи), пожежі, вибуху, аварії з викиданням (загрозою викидання) небезпечних хімічних, радіоактивних і біологічно небезпечних речовин, раптового руйнування споруд; аварії в електроенергетичних системах, системах життєзабезпечення, системах телекомунікацій, на очисних спорудах, у системах нафтогазового промислового

комплексу, гідродинамічних аварій тощо.

Залежно від обсягів заподіяних надзвичайною ситуацією наслідків, кількості постраждалих і загиблих, обсягів технічних і матеріальних ресурсів, необхідних для ліквідації її наслідків, визначають такі рівні надзвичайних ситуацій:

- державний;
- регіональний;
- місцевий;
- об'єктовий.

За структурою класифікатор складається з трьох рівнів класифікації: клас, підклас, група.

Метод класифікації - ієрархічний, послідовний, п'ятизначний. Позиція класифікатора має блок ідентифікації та блок назви класифікаційного угруповання. Кодування НС на нижчому класифікаційному рівні (група) виконано за фасетною схемою, у якій фасети також структуровані. Це забезпечує усталеність структури класифікатора в процесі його ведення, оскільки оперативні зміни об'єктів класифікації відбуваються на цьому рівні.

4.2. Протипожежні заходи

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

Розводити багаття на території підприємства.

Установлювати в приміщеннях машини з течею палива з баків або паливопроводів.

Зберігати запаси нафтопродуктів у не пристосовані для цієї мети приміщеннях.

Зберігати в загальних складах і коморах фарби, лаки, кислоти, карбід кальцію. Фарби й лаки повинні зберігатися окремо від кислот і карбиду кальцію.

Користуватися залізними ломом при перекочуванні бочок горючими й легкозаймистими рідинами.

Розміщати у проходах і виходах із приміщень матеріали, устаткування,

тару й т.д.

Виконувати на складах і в коморах роботи, не пов'язані зі зберіганням матеріалів і встаткування.

Зберігати в загальних складських приміщеннях, коморах, на стоянках машин порожню тару й пакувальні матеріали.

Сушити різні матеріали на опалювальних пристроях і трубопроводах. Пристрій тимчасових грубок у виробничих приміщеннях.

Відігрівати завмерлі водопровідні труби, труби центрального опалення, каналізації, газопроводів і інші відкритим вогнем.

Підігрівати двигуни відкритим вогнем (багаття, факели, паяльні лампи).

Користуватися відкритими джерелами вогню для висвітлення під час техоглядів, проведення ремонтних і інших робіт, а також курити в неналежних місцях.

Розміщати об'єкти ремонту з порушенням установлених норм, відстаней між ремонтowanими об'єктами й будівельними конструкціями.

Залишати навантажені автомобілі, комбайни й інші самохідні машини з невиключеним запалюванням.

Залишати на робочих місцях промаслені обтиральні кінці й спецодяг по закінченні роботи.

Доручати виконання робіт з технічного обслуговування осіб, не ознайомленим із правилами пожежної безпеки. Розтоплювати печі легкозаймистими й горючими рідинами.

Експлуатувати несправні печі; перед початком опалювального сезону всі печі повинні бути оглянуті й відремонтовані.

На фарбувальних ділянках і в місцях зберігання фарб і розчинників розводити вогонь, користуватися переносними ручними й паяльними лампами, нагрітими паяльниками.

Висвітлювати відкритим вогнем бочки, бідони, банки й іншу тару, у яких перебувають (або перебували) лакофарбові матеріали.

Містити легкозаймисті рідини у відкритій тарі.

Входити в акумуляторне приміщення з відкритим вогнем (запаленим сірником, розпеченим паяльником і т.д.) і користуватися електронагрівальними приладами (електричними плитками й т.д.).

Робити роботу з вогнем або роботи, що дають іскри в приміщенні, де проводиться промазка гумовим клеєм.

Курити в місцях зберігання й застосування вогнебезпечних рідин і горючих матеріалів; курити можна тільки в спеціально відведених місцях, відзначених написами «Місце для паління», обладнаних урнами або бачками з водою. Зберігати вогнебезпечні матеріали (бензин, спирт, ацетон, лакофарбові матеріали й т.д.) там, де ведуться зварювальні роботи.

Головний паливопровід у місця входу в термічний цех повинен мати вентиль із написом «Закрити при пожежі».

Приміщення для знежирення деталей горючими розчинниками повинні бути забезпечені протипожежними засобами за узгодженням з органами пожежного нагляду.

Перед входом у приміщення й усередині його на видних місцях повинні бути вивішені написи про заборону паління й користування відкритим вогнем.

Зберігання хімічних речовин разом з горючими й легкозаймистими речовинами забороняється.

ВИСНОВКИ

1. На основі виконаних досліджень вирішена важливе науково-практичне завдання по встановленню закономірностей впливу сезонних умов на формування потоку відмов автомобілів і розробці на цій основі методики коригування розрахункового числа постів ПР.

2. Аналіз зміна середньомісячної температури повітря протягом року показав значні температурні перепади, які значною мірою впливають на інтенсивність формування параметру потоку відмови, тому є необхідність у створенні стандарту статистичних параметри кліматичних факторів, які повинні використовуватися при правилах експлуатації, зберігання, транспортування всіх видів транспортних засобів.

3. Встановлено закономірності формування потоку відмов автомобілів. Потік відмов визначається параметром потоку, який характеризує інтенсивність процесу, і напрацюванням в одиницю часу.

4. Встановлено перелік факторів, які необхідно враховувати при моделюванні потоку відмов: для двигуна такими факторами є температура повітря і частка днів з опадами; для коробки передач - тільки частка днів з опадами; для роздавальної коробки - температура повітря; для рульового управління - коефіцієнт опору коченню; для провідних мостів - температура повітря; для інших відмов - вологість повітря; для автомобіля в цілому, так само, як і для двигуна - температура повітря і частка днів з опадами.

5. Встановлено закономірності та математичні моделі впливу сезонних факторів на потік відмов автомобілів і їх елементів. Для двигуна і автомобіля вплив температури на параметр потоку відмов описується квадратичної моделлю, а для роздавальної коробки і ведучих мостів найкращу апроксимацію забезпечує експоненціальна модель. Вплив відносної вологості на параметр потоку інших відмов і коефіцієнта опору коченню на параметр потоку відмов рульового управління описується також експонентними моделями. Встановлено вид двохфакторну моделей впливу температури і частки днів з опадами на параметр

потоків відмов двигунів і автомобілів в цілому.

6. Отримані результати запропоновано використовувати при розрахунку числа постів поточного ремонту. Для цього пропонується коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів розглядати як витвір двох коефіцієнтів: коефіцієнта, що залежить від числа автомобілів в парку і коефіцієнта, що враховує сезонну нерівномірність потоку відмов.

7. Розраховані значення коефіцієнта сезонної нерівномірності надходження автомобілів на пости ПР для різних кліматичних умов, і підприємств різної специфіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Road traffic injuries. World Health Organization. Веб-сайт. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/> (дата звернення 01.10.2018).
2. Статистика. Патрульна поліція України. Веб-сайт. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/> (дата звернення 15.01.2020).
3. В Україні – найвища смертність від ДТП в Європі (ІНФОГРАФІКА). ТЕКСТИ.org.ua. Веб-сайт. URL: http://texty.org.ua/pg/news/textynewseditor/read/87057/V_Ukrajini_najvyshha_smertnist_vid_DTP (дата звернення 01.10.2018).
4. Правила дорожнього руху України. Київ : Укрспецвидав, 2020. 64 с.
5. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. Міністерство інфраструктури України. Веб-сайт. URL: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html> (дата звернення 05.10.2018).
6. Який середній вік автопарку буде в Україні через 5 і 10 років? AUTO.RIA.com™: Веб-сайт. URL: <https://auto.ria.com/news/autolaw/232129/kakoj-srednij-vozrast-avtoparka-budet-v-ukraine-cherez-5-i-10-let.html> (дата звернення 05.10.2018).
7. Інструкція про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень. Наказ Міністерства юстиції України 08.10.98 № 53/5 (у редакції наказу Міністерства юстиції України від 26.12.2012 № 1950/5 зі змінами № 1350/5 від 27.07.2015, № 1420/5 від 26.04.2017).
8. Науково-методичні рекомендації з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень (у редакції наказу Міністерства юстиції України від 26.12.2012 № 1950/5 зі змінами № 1350/5 від 27.07.2015).
9. Три тисячі смертей щорічно: чи покращиться дорожня безпека в Україні? AUTO.RIA.com™. Веб-сайт. URL: <https://auto.ria.com/news/autolaw/236184/tritysyachi-smertej-ezhegodno-uluchshitsya-li-dorozhnaya-bezopasnost.html> (дата звернення 08.10.2018).
10. Опублікована статистика ДТП в Україні в 2018 році // Перший

автоклуб «Автоюа». Веб-сайт. URL: <http://autonews.autoua.net/novosti/20627-opublikovana-statistika-dtp-v-ukraine-v-2018-gody.html#!> (дата звернення 08.05.2019).

11. Не за склом: стан справ з ДТП в Україні за 2017 рік. AUTO.RIA.com™: Веб-сайт. URL: <https://auto.ria.com/uk/news/autolaw/236137/ne-za-steklom-kak-obstoyali-dela-s-dtp-v-ukraine-v-2017-godu.html> (дата звернення 03.10.2018).

12. Про схвалення Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2020 року. Законодавство України. Веб-сайт. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/481-2017-%D1%80> (дата звернення 05.10.2018).

13. Рейтинг країн за рівнем смертності у ДТП: Україна в десятці (інфографіка). Інформаційне агентство УНІАН. Веб-сайт. URL: <https://www.unian.ua/society/2088789-reyting-krajin-za-rivnem-smertnosti-u-dtp-ukrajina-v-desyatti-infografika.html> (дата звернення 01.10.2018)

14. Кашканов А. А. Технології підвищення ефективності автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод: монографія Вінниця: ВНТУ, 2018. 160 с.

15. Кужель В. П., Кашканов А. А., Кашканов В. А. Методика зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи ДТП при ідентифікації дальності видимості дорожніх об'єктів в темну пору доби: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2020. 200 с.

16. Кашканов В. А., Ребедайло В. М., Кашканов А. А., Кужель В. П. Інтелектуальна технологія ідентифікації коефіцієнта зчеплення при автотехнічній експертизі ДТП : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2021. 128 с.

17. Кашканов А. А. Ребедайло В. М. Вплив фактора видимості на вибір безпечної швидкості руху автомобіля вночі. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2022. №17. С. 62-66.

18. Кашканов А. А., Кужель В. П. Принципи та моделі оцінки ефективності автомобільних фар. Вимірювальна та обчислювальна техніка в

технологічних процесах. 2022. № 2. С. 139-143.

19. Кашканов А. А., Крещенецький В. Л., Біліченко В. В. Конструкція і стан автотранспортних засобів в проблемі забезпечення безпеки дорожнього руху. Системні методи керування, технології організації виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. 2023. Вип. 17. С. 62-65.

20. Кашканов А. А. Застосування нечіткої логіки в автомобільній автоматизації. Автомобільний транспорт. 2023. № 13. С. 58-61.

21. Кашканов А. А., Кужель В. П. Вплив засліпленості водія на вибір безпечних режимів руху. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2023. № 5. С. 63-66.

22. Кашканов А. А., Кужель В. П. Аналіз методів і засобів діагностування автомобільних фар. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2024. №7(77). Ч.1. С. 25-29

23. Rotshtein A., Katielnikov D. & Kashkanov A. A fuzzy cognitive approach to ranking of factors affecting the reliability of man-machine systems. *Cybernetics and Systems Analysis*. Vol. 55, No. 6, November, 2019. P. 958-966. DOI: 10.1007/s10559-019-00206-8.

24. Kashkanov A. A., Rotshtein A. P., Kucheruk V. Yu., Kashkanov V. A. Tyre-Road friction Coefficient: Estimation Adaptive System. *Bulletin of the Karaganda University. «Physics» series*. 2020. № 2(98). P. 50-59. DOI: 10.31489/2020Ph2/50-59. (Web of Science Core Collection).

1. Struble D. *Automotive accident reconstruction: practices and principles*. Boca Raton: *CRC Press*, 2023. 498 p.

25. Best Practice Manual for Road Accident Reconstruction, ENFSI-BPM-RAA-01. Version 01 - November 2015. European Network of Forensic Science Institutes. 21 p.

26. Закон України «Про судову експертизу». Документ № 4038-XII. Поточна редакція від 07.11.2015 : офіційний веб-сайт Верховної Ради України URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/4038-12> (дата звернення 16.12.2015).

27. Jazar R. N. *Vehicle Dynamics: Theory and Application*. NY: Springer,

2018. 1015 p.

28. Genta G., Morello L. Automotive chassis. Volume 1: Components design. Springer, 2019. 621 p.

29. Genta G., Morello L. Automotive chassis. Volume 2. System design. Springer, 2019. 825 p.

30. Franck H., Franck D. Mathematical methods for accident reconstruction: a forensic engineering perspective. Boca Raton: CRC Press, 2019. 328 p.

31. Steffan H. Accident reconstruction methods. Vehicle System Dynamics. 2019. Volume 47. Issue 8: P. 1049-1073. DOI: 10.1080/00423110903100440.

32. Про затвердження переліків рекомендованої науково-технічної та довідкової літератури, що використовується під час проведення судових експертиз. Наказ Міністерства юстиції України від 30 липня 2010 року № 1722/5. К., 2017. 94 с.

33. Rotshtein A., Rebedailo V., Kashkanov A. Fuzzy Logic-based Identification of Car Wheels Adhesion Factor with a Road Surface. Fuzzy Systems & A.I. Reports and Letters. 2017. 6(1-3), P. 53-64.

34. Rotshtein A., Kashkanov A. Fuzzy Expert System for Identification of Car Wheels Adhesion Factor with a Road Surface. Proceeding of the 6-th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing, Aachen, Germany, 2018. p. 1735 - 1740.

35. Можливості використання спеціальних знань при розслідуванні дорожньо-транспортних пригод / Авт.-уклад. С. О. Шевцов. – Х.: СПД-ФО Чальцев О. В., 2015. 308 с.

36. Методи оцінки кінематичних і динамічних параметрів транспортних засобів під час зіткнення з урахуванням їх деформування і руйнування. Київський науково-дослідний інститут судових експертиз (КНДІСЕ). К.: КНДІСЕ, 2015. 64 с.

37. Рекомендації щодо використання в практичній діяльності та комплектування пересувної автотехнічної лабораторії (позитивний досвід роботи відділення автотехнічних експертиз та оцінювальної діяльності НДЕКЦ

при УМВС України в Харківській області з організації огляду місць дорожньо-транспортних пригод). Київ: *Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України*, 2016. 32 с.

38. Дячук В. І. Оцінка слідчим висновку експерта-автотехніка як джерела доказів. *Право і Безпека*. 2017. № 1. С. 168-173.

39. Галак І. І. Особливості призначення та проведення технічної експертизи та її роль при розслідуванні ДТП. *Вісник Національного транспортного університету*. 2016. Вип. 26. С. 84-88.

40. Трофименко Н. С. Питання призначення та проведення деяких видів судових експертиз (за матеріалами узагальнення експертної практики). *Вісник Академії митної служби України*. Серія: «Право». 2018. № 1 (10). С. 107-112.

41. Туренко А. М., Сараєв О. В. Оцінка ефективності гальмування транспортних засобів при дослідженні дорожньо-транспортної пригоди: монографія. Х.: ХНАДУ, 2015. 350 с.

42. Сараєв О. В. Метод оцінки ефективності гальмування транспортних засобів при дослідженні дорожньо-транспортної пригоди: дис. ... докт. тех. наук. Харків: ХНАДУ, 2016. 418 с.

43. Данець С. В. Оцінка параметрів руху транспортних засобів при реконструкції дорожньо-транспортних пригод: дис. ... канд. тех. наук. Харків: ХНАДУ, 2018. 321 с.

44. CRASH-3 Technical manual. U.S. Department of Transportation. National Highway Traffic Safety Administration. National Center for Statistics and Analysis Accident Investigation Division. 2016.

45. Cliff W. E., Moser A. Reconstruction of Twenty Staged Collisions with PC-Crash's Optimizer. SAE Paper №2021-01-05-07.

46. Сараєв О. В. Новітні технології дослідження обставин дорожньо-транспортної пригоди. *Вісник Національного транспортного університету*. 2023. Вип. 28. С. 405-414.

47. Косяков В. В., Кучерявенко О. Б. Використання комп'ютерної програми SARAT-3 при проведенні автотехнічних експертиз : метод. рек. К.:

ДНДЕКЦ МВС України, 2016. 40 с.

48. The Cad Zone. Веб-сайт. URL: <http://www.cadzone.com> (дата звернення 26.09.2019).

49. Васілевський О. М., Кучерук В. Ю., Володарський Є. Т. Основи теорії невизначеності вимірювань : підручник. Вінниця : *ВНТУ*, 2015. 230 с.
Безпека дорожнього руху та деякі правові аспекти: навч. пос. МОН України / Кищун В. А., Кузнєцов Р. М., Мурований І. С., Лаба О. В. Луцьк: *РВВ ЛНТУ*, 2021. 226 с.

50. Jedrzejewski Z. Zagadnienia rozwoju raplecza technicznego transportu samochodowego // *Motoryzajca*. - 2018. - №4. - С. 73-79.

51. Kohl E. Grundsezliche Uberlegungen Zur Kulung von Kolben// *Motortecnische Zeintschrift*. - 2020. - №2. - S. 53-57.

52. Magnanti T.L., Wong R.T. Network Design and Transportation Planning: Models and Algoritm // *Transportation Science*. - 2014. - №1. - P. 3-55.

53. Politique des transports // *Bull. Commun. eur.* - 2018. - №4. - P. 54-55.

54. Rocke P.M. Road freight industry-its role in the community and future trends // 14-th ARRB Conf., 28 Aug. - 2 Sept. 1988. - Canberra: Nunawading, 2018.- P.29.