



ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА, ТРАНСПОРТУ ТА
ЕНЕРГЕТИКИ



КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему:

«Підвищення ефективності функціонування легкових автомобілів-
таксі оптимізацією періодичності їх технічного обслуговування у
АТ «Таксомоторний парк» м. Кропивницький »

Виконав:

магістрант групи АТ-23М-2 Дмитро ЛЕБІДЬ
(шифр групи) (підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник:

К.Т.Н. , доц. Дмитро ГОЛУБ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри:

К.Т.Н. , доц. Сергій МАГОПЕЦЬ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2024 р.

Рецензент:

_____, _____
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«__» _____ 2024 р.

Кропивницький – 2024 р.

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА, ТРАНСПОРТУ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ МАШИН»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський) рівень вищої освіти

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»

Освітньо-професійна програма: «Автомобільний транспорт»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри «Експлуатація та
ремонт машин»

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ
«__» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Лебідю Дмитру Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи «Підвищення ефективності функціонування легкових автомобілів-таксі оптимізацією періодичності їх технічного обслуговування у АТ «Таксомоторний парк» м. Кропивницький»

керівник роботи Голуб Дмитро Вадимович, канд. техн. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові)

(науковий ступінь)

(вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «07» 08 2024 року №44-13

2. Строк подання здобувачем роботи «12» грудня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики. 2. Дудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. 3. Севостьянов І.В. Експлуатація та обслуговування машин. 4. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. 5. Форнальчик Є.Ю. Технічна експлуатація та надійність.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Розділ 1 Навести значення автомобільного транспорту в забезпеченні пасажирських перевезень в Україні. Проаналізувати організацію процесу технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі у АТ "Таксомоторний парк" м. Кропивницького. Обґрунтувати вибір мети, об'єкту, предмету досліджень та основних завдань.

4.2 Розділ 2 Дати характеристику системи підтримання працездатності автомобілів-таксі. Проаналізувати методи оптимізації режимів технічного обслуговування і ремонту автомобілів-таксі. Представити оцінку принципів і побудову математичної моделі визначення періодичності технічного

обслуговування автомобілів-таксі при раціональній тривалості експлуатації.

4.3 Розділ 3 Дослідити фактори, що впливають на зміну періодичності проведення технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі. Визначити функціональні вирази моделі визначення періодичності проведення технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі. Розробити моделі визначення періодичності технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі.

4.4 Розділ 4 Визначити оптимальні значення питомих витрат щодо періодичності виконання технічного обслуговування автомобілів-таксі. Дати техніко-економічну ефективність впровадження математичної моделі визначення періодичності технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі.

5. Перелік ілюстративного матеріалу 1. Мета, об'єкт, предмет досліджень та основні завдання. 2. Організаційна структура процесів експлуатації і технічного обслуговування автомобілів-таксі. 3. Характеристика системи підтримання працездатності автомобілів-таксі. 4. Методи оптимізації режимів технічного обслуговування і ремонту автомобілів-таксі. 5. Оцінка принципів визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів-таксі. 6. Побудова математичної моделі визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів-таксі при раціональній тривалості експлуатації. 7. Схематичне представлення функцій параметрів потоку відмов автомобіля-таксі в межах одного періоду проведення ТО. 8. Функціональні вирази моделі визначення періодичності проведення технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі. 9. Моделі визначення періодичності технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі. 10. Оптимальні значення питомих витрат щодо періодичності виконання технічного обслуговування автомобілів-таксі. 11. Техніко-економічна ефективність впровадження математичної моделі визначення періодичності технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі. 12. Висновки.

ГРАФІК ВИКОНАННЯ ЕТАПІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	РОЗДІЛ 1	14.10.2024	
2	РОЗДІЛ 2	04.11.2024	
3	РОЗДІЛ 3	18.11.2024	
4	РОЗДІЛ 4	02.12.2024	
5	Ілюстративний матеріал	10.12.2024	

Магістрант _____
(підпис)

Дмитро ЛЕБІДЬ _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Дмитро ГОЛУБ _____
(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Лебідь Д.Д. Підвищення ефективності функціонування легкових автомобілів-таксі оптимізацією періодичності їх технічного обслуговування у АТ " Таксомоторний парк" м. Кропивницький. Кваліфікаційна робота. - Центральноукраїнський національний технічний університет, 2024.

Кваліфікаційна магістерська робота присвячена розробці методики визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів-таксі на пост гарантійному періоді при інтенсивній і безперервній експлуатації та визначенні граничного терміну їх використання в таксомоторних парках з позиції мінімізації витрат.

Проведено системний аналіз існуючих методів визначення режимів технічного обслуговування і ремонту рухомого складу легкового таксомоторного транспорту.

Сформовано науково-обґрунтований методологічний підхід визначення періодичності проведення технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі і раціонального терміну їх функціонування в інтенсивних умовах експлуатації.

Виявлено закономірності зміни технічного стану автомобілів-таксі, що експлуатуються на пост гарантійному періоді.

Визначено функціональні вирази по оптимізації системи забезпечення працездатного стану та періодичності технічного обслуговування автомобілів-таксі.

Кваліфікаційна магістерська робота складається з вступу, 4 розділів, висновків; містить 72 сторінки тексту, 30 рисунків, 5 таблиць.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	9
1.1 Значення автомобільного транспорту в забезпеченні пасажирських перевезень в Україні	9
1.2 Аналіз організації процесу технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі у АТ "Таксомоторний парк" м. Кропивницького	15
1.3 Обґрунтування вибору мети, об'єкту, предмету досліджень та основних завдань	18
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ	20
2.1 Характеристика системи підтримання працездатності автомобілів- таксі	20
2.2 Аналіз методів оптимізації режимів технічного обслуговування і ремонту автомобілів-таксі	29
2.3 Оцінка принципів і побудова математичної моделі визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів-таксі при раціональній тривалості експлуатації	37
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ ТА РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЇЇ ВИЗНАЧЕННЯ	45
3.1 Дослідження факторів, що впливають на зміну періодичності проведення технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі	45

3.2 Визначення функціональних виразів моделі визначення періодичності проведення технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі	52
3.3 Розробка моделі визначення періодичності технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі	53
РОЗДІЛ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ НА ОСНОВІ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ЇХ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	61
4.1 Визначення оптимальних значень питомих витрат щодо періодичності виконання технічного обслуговування автомобілів-таксі	61
4.2 Техніко-економічна ефективність впровадження математичної моделі визначення періодичності технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі	67
ВИСНОВКИ	70
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71

ВСТУП

В умовах розвитку економіки країни потреба в перевезеннях вантажів, товарів і пасажирів різними видами транспорту постійно зростає. Найбільші об'єми перевезень виконує автомобільний транспорт, якого припадає на частку більше 80 % об'єму перевезень вантажів і 90 % об'єму перевезень пасажирів. За ситуації, коли система громадського транспорту не повністю відповідає сучасним потребам перевезень збільшеного пасажиропотоку, розвиток системи перевезень таксомоторів сприяє диверсифікації транспортних послуг і задовольняє потреби населення в перевезеннях.

Останніми роками система перевезень таксомоторів досить успішно розвивається, але відсутність послідовних заходів у напрямку організації цих перевезень і державного управління всередині цієї системи істотно заважає подальшому прогресу в цій області. Крім того, завдання успішного розвитку перевезень таксомоторів ускладнюється інтенсивною і безперервною експлуатацією автомобілів-таксі.

Виробники автомобілів встановлюють нормативи по технічному обслуговуванню, виходячи з середніх кліматичних і дорожніх умов експлуатації, але не зважають на специфіку перевезень пасажирів. Планування і виконання технічного обслуговування (ТО) в таксомоторних парках (ТМП) здійснюється календарно і застосовується для усіх автомобілів однієї марки.

На сьогоднішній день має місце протиріччя між необхідністю підвищення ефективності перевезень таксомоторів шляхом зниження витрат на підтримку автомобілів в технічно справному стані і відсутністю науково-обґрунтованих методик визначення періодичності ТО легкових автомобілів-таксі на пост гарантійному періоді, що враховують як специфіку перевезень таксомоторів, їх фактичні умови експлуатації та сучасні умови функціонування парків таксомоторів.

Таким чином виникає проблема досліджень - якою має бути методика визначення періодичності ТО легкових автомобілів-таксі, що виконують перевезення на пост гарантійному періоді інтенсивної експлуатації.

У зв'язку з цим основними завданнями роботи є наступні:

- провести системний аналіз існуючих методів визначення режимів ТО і Р рухомого складу легкового таксомоторного транспорту;
- сформулювати науково-обґрунтований методологічний підхід визначення періодичності проведення ТО легкових автомобілів-таксі і раціонального терміну їх функціонування в інтенсивних умовах експлуатації;
- виявити закономірності зміни технічного стану автомобілів-таксі, що експлуатуються на пост гарантійному періоді;
- визначити функціональні вирази по оптимізації системи забезпечення працездатного стану та періодичності ТО автомобілів-таксі.

РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1 Значення автомобільного транспорту в забезпеченні пасажирських перевезень в Україні

Транспорт - найважливіша складова економіки країни і невід'ємний елемент виробництва. В умовах ринкової економіки різні види транспорту - залізничний, автомобільний, повітряний, водний і трубопровідний, що знаходяться у взаємодії при виконанні перевезень, складають єдину транспортну систему, яка забезпечує зв'язок між різними галузями народного господарства і сприяє постійному економічному розвитку країни.

Пасажирські і вантажні перевезення є однією з важливих ланок в ланцюзі постачань (логістичних послуг) і стали одним з важливих секторів в соціально-економічному розвитку країни, що дозволяє успішно розвивати інші галузі економіки.

Останнім часом відбувається збільшення об'ємів виконуваних автомобільних перевезень [1, 2, 7]. Що, у свою чергу, призводить до необхідності посилити вимоги до якості обслуговування автотранспортних засобів, підтримки їх систем в справному стані, проведенню регулярного технічного обслуговування (ТО) і ремонту (Р).

Як видно, за останні два десятиліття на транспорті, що забезпечує пасажирські перевезення, сталися істотні зміни. З 1990-х років економіка країни перейшла від планового управління до ринкового господарства. На сьогоднішній день існуюча транспортна система України включає різні види транспорту, у тому числі: автомобільний; залізничний; річковий; повітряний; морський і трубопровідний. У 2023 році загальний об'єм перевезень вантажів склав 2021,4 млн тон, а кількість перевезень пасажирів 12659,9 млн. пас. (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Перевезено вантажів і пасажирів, вантажо- та пасажирообіг у 2023 році

		Січень/ January	Січень- лютий/ January- February	Січень- березень/ January- March	Січень- квітень/ January- April	Січень- травень/ January- May	Січень- червень/ January- June	Січень- липень/ January- July	Січень- серпень/ January- August	Січень- вересень/ January- September	Січень- жовтень/ January- October	Січень- листопад/ January- November	Січень- грудень/ January- December	min.t	Volume of freight traffic
Обсяг перевезених вантажів	млн.т	22,2	45,5	71,9	98,1	123,5	149,7	177,5	206,5	235,1	266,3	297,2	327,9	min.t	Volume of freight traffic
	у % до відповідного періоду 2022 р. млн.ткм	47,8	52,7	67,4	77,2	83,0	88,0	91,6	94,9	97,1	99,4	101,6	103,3	% to corresponding period of 2022 min.tkm	
Вантажообіг		12812,5	25619,6	39544,3	53027,4	65842,9	79181,8	92454,6	106122,6	119446,1	134019,9	148451,7	163359,9		Tonne- kilometres performed
	у % до відповідного періоду 2022 р. млн.пас.	56,6	59,8	71,3	77,4	81,1	85,7	88,0	90,2	91,6	93,6	95,9	98,0	% to corresponding period of 2022 min. pass	
Кількість перевезених пасажирів		138,1	273,5	433,0	595,3	775,9	946,4	1124,7	1303,9	1488,0	1679,8	1861,8	2039,4		Number of passengers transported
	у % до відповідного періоду 2022 р. млн.пас.км	65,9	72,9	99,7	117,7	127,5	128,3	128,8	127,5	126,4	126,8	126,9	127,4	% to corresponding period of 2022 min. Pass.km	
Пасажирообіг		2716,9	5136,6	8144,1	11162,1	14482,4	17697,3	21438,8	25226,0	28865,3	32468,0	35881,6	39387,6		Passenger- kilometres performed
	у % до відповідного періоду 2022 р.	54,7	62,4	84,5	100,1	111,1	115,5	119,7	121,7	123,2	124,7	125,8	126,5	% to corresponding period of 2022	

Автомобільні перевезення - найпопулярніший вид перевезень, який відіграє важливу роль в економічному розвитку країни. В першу чергу це пояснюється мобільністю автомобільного транспорту і незалежністю від конкретного часу в порівнянні з іншими видами транспорту - залізничним, водним або повітряним. Переваги автомобільних перевезень полягають в доставці вантажів на середні відстані, можливістю гнучкого комбінування з іншими видами транспорту, такими як повітряний, трубопровідний і так далі. Для міжнародних перевезень автомобільний транспорт дає можливість доставляти товари безпосередньо від вантажовідправника до одержувача в регіонах. Таким чином, автомобільний транспорт стає передовою галуззю і популярним видом транспорту, на частку якого припадає високий відсоток перевезень. Особливості і переваги автомобільного транспорту полягають передусім в заощадженні часу.

З кінця 1991 року в Україні стали з'являтися пасажирські перевезення на таксі, сконцентровані у великих містах, і вже до 2012 року таксі були дуже популярні і були присутніми в усіх областях країни [3].

На сьогоднішній день у великих містах загальну структуру пасажирських перевезень не можна представити без таксомоторів. Основна кількість таксі зосереджена передусім у великих містах і в столиці країни зі швидко зростаючими потребами населення в перевезеннях. Дані показують, що пасажирські перевезення на таксі відіграють важливу роль в

громадському транспорті в міських районах країни, особливо у великих містах. Необхідність подальшого розвитку цього виду перевезень відзначається і у державних нормативно-правових актах: закон України № 3492-IV від 23.02.2006 "Про автомобільний транспорт"; постанова Кабінету Міністрів України № 1184 від 26.09.2007 р "Правила надання послуг пасажирського автомобільного транспорту"; наказ Міністерства інфраструктури України № 480 від 15.07.2013 р " Про затвердження Порядку організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом".

Міністерство транспорту країни визначило, що перевезення пасажирів на таксі є одним із спеціальних видів громадського транспорту. Громадський пасажирський транспорт - це послуга, що виконується різними видами транспорту, призначена для задоволення потреб в поїздках жителів міст, передмість і сільської місцевості. Режими роботи громадського пасажирського транспорту ділиться на 2 групи: що курсує за певною схемою - маршрутом (автобус, надземний потяг) і що не працює за заданою схемою. Таксі надають послуги суспільству, тому є частиною виду громадського транспорту. Проте у служби таксі немає фіксованого маршруту, а також системи зупинок, як у інших служб громадського транспорту. Отже, перевезення, що виконуються таксі, також носять характер послуги.

З точки зору об'ємів пасажирських перевезень автомобілі таксі не можуть порівнятися з такими видами транспортних засобів як автобус і вагони метро, але очевидно, що таксі ефективніші, ніж особистий транспорт, оскільки кількість людей в транспортному засобі більша, час використання транспортного засобу в день більший, ніж у особистого автомобіля.

У більшості промислово розвинених країн ринок послуг таксі забезпечують великі фірми, проте в Україні цю більшість складають Акціонерні товариства або Приватні підприємства.

Якщо інші види громадського транспорту як правило отримують дотацію від держави на виконання перевезень або мають державні інвестиції в інфраструктуру, то вартість таксі оплачується за повною вартістю користувачем

послуги (на додаток до дорожньої інфраструктури). Це робить вартість пасажирських перевезень на таксі дорожче, ніж на інших видах транспорту.

Нині, на відміну від традиційної моделі перевезень таксомоторів, в здійсненні перевезень таксомоторів, окрім безпосередньо автомобілів таксі і парків таксомоторів, беруть участь платформи, що забезпечують технологію обслуговування, посередники, що виконують платежі, партнери публічних платформ. При цьому задіяні технології, пов'язані з технологічними платформами для охоплення клієнтів транспортних технологічних платформ.

Управління перевезеннями таксомоторів багаторівневе і включає управління на рівні держави і місцевих органів влади. Організація управління перевезеннями таксомоторів представлена на рис 1.1.



Рисунок 1.1 - Організація управління експлуатацією таксомоторного транспорту в Україні

Із зростанням населення м. Кропивницького і подальшим економічним розвитком країни попит на поїздки автомобілями-таксі постійно збільшується. Так в місті Кропивницькому пасажирські перевезення автомобілями таксі забезпечують 10 підприємств: АТ "Таксомоторний парк", ПП "Альфа таксі", ПП "Lubimoe таксі", ПП "Економ таксі", ПП "Альянс таксі", ПП "Он таксі", ПП "Shark таксі", ПП "Таксі 838", ПП "Opti таксі", ПП "Таксі Браво".

В Україні генеральний план по розвитку пасажирських перевезень автомобілями-таксі виконується місцевими адміністраціями відповідно до плану розвитку транспорту і особливостей кожного населеного пункту. Обласні і міські органи влади на основі планів соціально-економічного розвитку територій прогнозують економічне зростання кожного регіону і

кожного населеного пункту, розробляють планування, прогнозують і визначають середні темпи зростання числа автомобілів таксі і організовують парковочні місця для таксі на підставі ринкового попиту. Кількість таксі в кожен період визначається відповідно до об'єму ринку, потреб місцевих жителів в поїздках і потреб туристів в поїздках.

Так в містах визначають місця посадки і висадки пасажирів таксі, що використовують автомобілі, в громадських місцях біля: театрів, торгових центрів, готелів, офісів, розважальних центрів, вокзалів, автовокзалів і так далі. Місця посадки і висадки таксі розташовані в пішій доступності пасажирів до основних міських об'єктів. Крім того, на автовокзалах, вокзалах, пунктах стоянки автобусів у встановлених місцях, організовуються точки посадки пасажирів таксі для того, щоб поліпшити автобусну доступність для пасажирів.

З урахуванням вище викладеного, можна зробити висновок, що пасажирські перевезення, що виконуються автомобілями-таксі, відіграють істотну роль в забезпеченні пасажирських перевезень різними видами транспорту в Україні.

Цей вид перевезень має багато позитивних складових, таких як:

- пасажирські перевезення, що виконуються автомобілями-таксі, доповнюють громадські пасажирські перевезення, наприклад, такі види громадського транспорту як надземна залізниця і автобус не можуть в повному об'ємі задовольнити усі потреби населення в поїздках. Таксі дозволяють надати населенню транспортні послуги у будь-який час доби від місця відправлення до місця призначення;

- пасажирські перевезення автомобілями-таксі - це гнучкий і зручний вид перевезень. Гнучкість цього виду транспорту виражається в тому, що таксі обслуговують клієнтів 24 години в добу. Із-за своєї мобільності, високої швидкості і швидкої доставки від дверей до дверей, відносна вартість перевезення автомобілями-таксі на невеликі відстані нижче, ніж на інших видах транспорту. Можна сказати, що пасажирські перевезення на

таксі роблять великий вплив на життя людей і сприяють нарощуванню потенціалу, ефективності інших видів автомобільного транспорту, тим самим роблячи істотний вплив на економіку країни в цілому;

- пасажирські перевезення автомобілями-таксі гнучко і оперативно реагують на нові потреби населення. Для функціонування громадського транспорту, такого як автобуси, метро або залізниці, потрібно відповідну транспортну систему, що включає як статичні, так і динамічні складові. Кожен вид громадського транспорту також вимагає власної інфраструктури для надання послуг, необхідних пасажирам. На відміну від вище названих видів транспорту, перевезення пасажирів автомобілями-таксі не потребує такої розвиненої транспортної інфраструктури;

- пасажирські перевезення автомобілями-таксі значно сприяють заощадження часу людей в дорозі.

Проте в системі пасажирських перевезень автомобілями-таксі ще зберігається декілька наступних невирішених проблем.

- відсутність положення про контроль кількості таксі є деструктивною по відношенню до цього виду бізнесу. Тоді як традиційні таксі обмежені у кількості операцій, технологічні таксі можуть працювати без обмежень, створюючи ще і нездорове конкурентне середовище, що викликає конфлікти і протиріччя між підприємствами таксомоторів. Стихійне таксі, перевищення пропозиції над попитом призводить до боротьби водіїв за пасажирів, відносно поширена недобросовісна конкуренція, що зачіпає якість обслуговування пасажирів і інтереси бізнесу;

- не усі підприємства таксомоторів проводять регламентні роботи по ТО і Р транспортних засобів. Тільки акціонерні товариства зацікавлені в таких роботах відповідно до техпроцесу, що враховує час і місце ТО, ремонт, сумарний кілометраж таксі за місяць, добовий пробіг автомобіля, кількість їздок автомобіля в місяць, сумарну кількість їздок автомобіля і так далі. Інші приватні підприємства таксомоторів не здійснюють ТО і Р відповідно до техпроцесу. Деякі власники бізнесу із-за свого невеликого розміру і бажання

заощадити не вкладають засобу в придбання устаткування для обслуговування і ремонту, вони користуються послугами ремонтних майстерень поза підприємствами або сервісними центрами ТО і Р, тому ТО і Р автомобілів-таксі не виконуються за належним технічним стандартом. Наглядова роль власника бізнесу відносно якості технічного обслуговування автомобілів-таксі мінімальна і цей процес повністю залишається за водієм. Водій, у свою чергу, зацікавлений в тому, щоб транспортний засіб якомога менше простоював в ремонті, часто на шкоду якості виконуваних робіт по ТО і Р, оскільки для нього час цей гроші;

- у великих містах автомобілі-таксі вимушені працювати в складних транспортних умовах, а існуюча інфраструктура не забезпечує ефективну діяльність таксі - мало нічних стоянок, позмінних стоянок, автостоянок, що проводить до пробок, що часто виникають в години пік, коли потреба використання таксі висока, а на деяких дорогах рух вкрай ускладнений.

1.2 Аналіз організації процесу технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі у АТ "Таксомоторний парк" м. Кропивницького.

Акціонерне товариство "Таксомоторний парк" було засновано і введено в експлуатацію у 1959 році. На даний момент часу вищезгадана організація являється пасажирським АТП, на балансі якої є легкові таксі, а також автобуси середньої та малої місткості. Парк рухомого складу даного таксомоторного парку становить 690 од., у тому числі: Toyota Vios - 120 од.; KiA morning - 210 од.; Hyundai Grand i10 - 198 од.; KiA Picanto - 162 од.

Даний таксомоторний парк є досить розвиненим з позиції інфраструктури, має власну базу для забезпечення комплексу робіт по ТО і Р, досить хорошу організацію праці (основою служить агрегатно-дільничний метод ТО і Р) і кваліфікований персонал. Організації ТО і Р агрегатно-дільничним методом на АТП дає можливість неупереджено судити про якість робіт, що проводяться з боку ремонтного персоналу, а також визначити відповідальних за якість робіт.

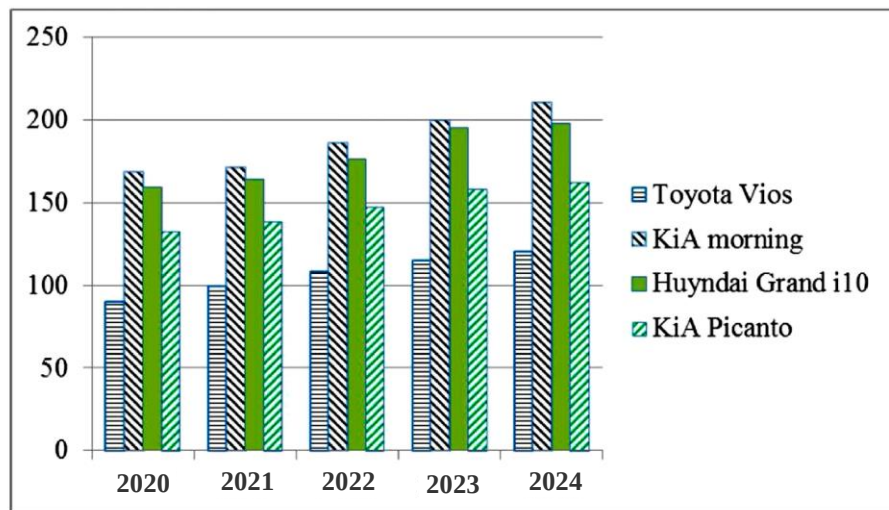


Рисунок 1.2 - Структура рухомого складу АТ "Таксомоторний парк"

Організація процесу ТО і Р у АТ "Таксомоторний парк" у вигляді блок-схеми представлена на рис. 1.3. Відповідно до цієї блок-схеми, після закінчення зміни і поверненню автомобіля-таксі з лінії, він проїжджає через контрольно-перепускний пункт (КПП), де виконується його первинний огляд.

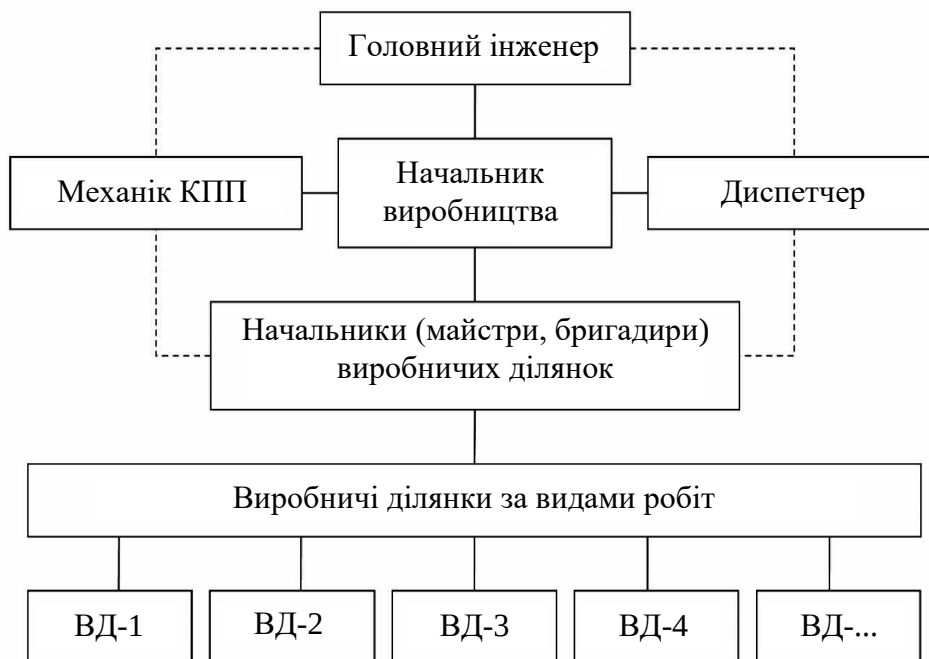


Рисунок 1.3 - Схема організації праці у АТ "Таксомоторний парк"

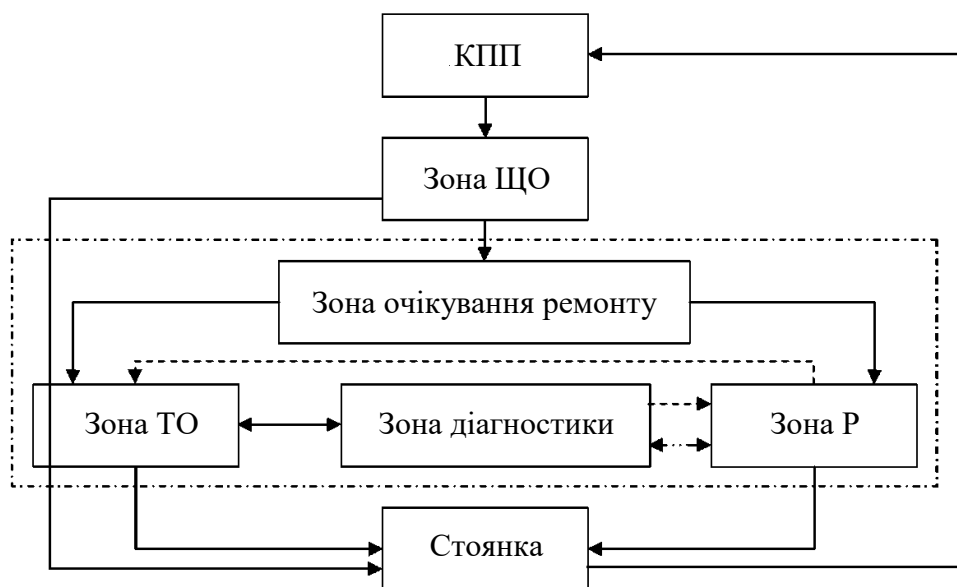
При огляді автомобіля-таксі на контрольно-перепускному пункті виділяють 3 його основних стани:

- ТЗ після повернення з робочої зміни знаходиться в технічно справному стані;

- ТЗ після повернення з робочої зміни знаходиться в технічно несправному стані, але працездатному стані (є несправність, що не впливає на працездатність автомобіля в цілому);

- ТЗ після повернення з лінії із-за появи несправності (відмови системи, вузла, агрегату), які не дозволяють далі його експлуатацію з причини неможливості з технічної причини, або із-за збільшеного ризику ДТП.

При першому варіанті, коли ТЗ після завершення робочої зміни повертається з лінії і знаходиться в технічно справному стані, після огляду на контрольно-перепускному пункті, слідує в зону ТО, де виконуються роботи по зовнішньому миттю ТЗ, прибиранню салону, а також можливо хімчистці. Після ТЗ переганяється в зону зберігання рухомого складу, або в зону очікування ТО і Р, у разі, якщо відповідно до затвердженого графіку проводитимуться планові роботи ТО. Перед виконанням ТО, проводяться роботи по плановій діагностиці, а вже після регламентні роботи по ТО в повному розмірі. Після закінчення ТО усі автотранспортні засоби переганяються в зону зберігання рухомого складу.



- > - можливий рух автомобіля при виконанні робіт по плановому ТО;
-.-.-.-> - можливий рух автомобіля при виконанні робіт по поточному ремонту

Рисунок 1.4 - Схема організації процесу технічного обслуговування і ремонту автомобілів-таксі у АТ "Таксомоторний парк"

При другому варіанті, коли ТЗ після завершення робочої зміни повертається з лінії, знаходиться в технічно несправному стані, але працездатному, після завершення огляду на КПП і після виконання робіт по миттю і прибиранню переганяється на стоянку(зону) очікування Р, звідки потім переганяється безпосередньо в зону Р за наявності вільного поста і заявки на ремонт. У разі потреби, ТЗ може бути спрямовано в зону діагностики, як до виконання ремонтних дій для пошуку несправності, так і після ремонту для контролю якості проведених ремонтних і регулювальних робіт. Після завершення ремонту ТЗ також переганяються в зону зберігання рухомого складу. У випадках, коли відповідно до графіку за планом передбачено чергове ТО, то операції по усуненню несправностей проводяться паралельно з операціями по плановому ТО, при такому варіанті ТЗ після миття і прибирання переганяється в зону очікування ТО і Р.

При третьому варіанті, якщо ТЗ сходить з лінії із-за появи технічної серйозної несправності, або із-за ДТП, що сталося, алгоритм руху ТЗ по парку таксомотора ідентичний алгоритму в другому варіанті.

1.3 Обґрунтування вибору мети, об'єкту, предмету досліджень та основних завдань.

Метою магістерської роботи є розробка методики визначення періодичності технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі на пост гарантійному періоді при інтенсивній і безперервній експлуатації та визначення граничного терміну їх використання в таксомоторних парках з позиції мінімізації витрат.

Об'єктом дослідження є процес підтримки в технічно справному стані легкових автомобілів-таксі на пост гарантійному періоді інтенсивної і безперервної експлуатації.

Предметом дослідження є закономірності зміни технічного стану легкових автомобілів-таксі та вплив на визначальне число і величину інтервалів їх технічного обслуговування в таксомоторних парках.

Актуальність теми роботи не викликає сумніву, оскільки виявлено, що коригування періодичності технічного обслуговування автомобілів-таксі по різних напрямках, у тому числі оптимізації періодичності за вартістю технічного обслуговування і ремонтів необхідно проводити залежно від технічного стану рухомого складу та умов інтенсивної і безперервної експлуатації.

В зв'язку з цим сформульовані *основні завдання* роботи, які полягають у наступному:

- провести системний аналіз існуючих методів визначення режимів ТО і Р рухомого складу легкового таксомоторного транспорту;
- сформулювати науково-обґрунтований методологічний підхід визначення періодичності проведення ТО легкових автомобілів-таксі і раціонального терміну їх функціонування в інтенсивних умовах експлуатації;
- виявити закономірності зміни технічного стану автомобілів-таксі, що експлуатуються на пост гарантійному періоді;
- визначити функціональні вирази по оптимізації системи забезпечення працездатного стану та періодичності ТО автомобілів-таксі.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ

2.1 Характеристика системи підтримання працездатності автомобілів-таксі.

В процесі експлуатації автомобілів-таксі відбувається природний знос і погіршення стану їх вузлів і агрегатів, виникають відмови і несправності. Для підтримки працездатності автотранспортних засобів в процесі експлуатації застосовуються два види заходів, що називаються технічним обслуговуванням (ТО) і поточним ремонтом (Р) [4, 5, 8, 12].

ТО і Р - це система засобів, цілями яких є продовження життєвого циклу автомобіля, підвищення надійності його систем і рівня надійності усього автопарку в цілому. Ці цілі досягаються регулярною профілактичною діагностикою технічного стану вузлів, агрегатів і систем автомобілів-таксі для попередження виходу режимів їх роботи за номінальні значення і зниження інтенсивності технічного зносу деталей шляхом проведення періодичного технічного обслуговування і регулювальних робіт автотранспортних засобів. Залежно від прогнозованих швидкості і мірі зносу деталей, вузлів і агрегатів встановлюється певна періодичність їх технічного обслуговування.

Існує 4 основних стратегії забезпечення працездатності автотранспортних засобів.

1-а стратегія полягає в проведенні ТО і Р по потребі у разі виникнення аварійних (раптових) відмов. Аварійні відмови зазвичай носять стрибкоподібний характер і підкоряються експоненціальному закону розподілу. Для їх усунення застосовується стратегія відновлення працездатності рухомого складу і його елементів, тобто працездатний стан технічної системи і її елементів відновлюється по потребі. При цій стратегії технічна система експлуатується без профілактичних дій до моменту настання відмов. В даному випадку має місце якнайповніше використання

ресурсу елементів технічної системи, закладеного заводом-виробником. В той же час це веде до значного зниження безпеки, серйозних матеріальних наслідків виникнення відмов, істотних витрат на ремонт. Ця стратегія широко застосовувалася на ранньому етапі розвитку техніки і, зокрема, автомобільного транспорту.

2-а стратегія - це планово-запобіжна стратегія ТО і Р елементів автомобіля-таксі з використанням регламентного пробігу. При цій стратегії в плановому порядку через встановлені періодичності проводяться профілактичні заходи (регламентні роботи технічних обслуговувань), які знижують інтенсивності погіршення параметрів технічного стану. У разі виникнення відмов і несправностей проводиться їх усунення шляхом проведення ремонтних робіт. Планово-попереджувальна стратегія ТО і Р зазвичай застосовується для підтримки працездатного стану автомобілів-таксі, що виконують соціально значимі перевезення (автобусні і таксомотори перевезення, перевезення небезпечних вантажів і т. д.). Ця стратегія дає можливість середнім і великим підприємствам завчасно планувати профілактичні заходи підтримки працездатності рухомого складу. У цьому є її перевага. Планово-запобіжна стратегія ТО і Р зробила певний вклад на формування виробничо-технічної бази великих автотранспортних підприємств, зокрема, зумовила появу потокового методу при ТО і ТО-1.

3-я стратегія ТО і Р на основі стаціонарного регламентного діагностування зазвичай застосовується для підтримки працездатності окремого елемента автомобіля, зміна стану якого пов'язана зі зношуванням або поступовим накопиченням несправностей. В цьому випадку найповніше реалізується середній ресурс автомобіля-таксі, закладений заводом виробником. Її недоліками є: потреба в дорогому і складному діагностичному устаткуванні; переважне використання у рамках великих автотранспортних підприємств; неможливість повного виключення аварійних (раптових) відмов.

4-а стратегія заснована на безперервному контролі технічного стану,

здійснюваного в процесі роботи рухомого складу, засобами бортових або вбудованих в автомобіль-таксі системами діагностування. Це стратегія обслуговування і ремонту автомобілів-таксі по фактичному стану, що виявляється на основі вбудованого (безперервного) діагностування. Вона застосовується для окремого елемента автомобіля-таксі, зміна стану якого пов'язана зі зношуванням або поступовим накопиченням несправностей. Переваги цієї стратегії: за рахунок безперервності контролю параметрів технічного стану виключається пропуск аварійних (раптових) відмов; практично забезпечується повна реалізація індивідуального ресурсу, закладеного заводом-виробником; не потрібно придбавати спеціальне діагностичне устаткування, оскільки воно вже встановлене на автомобілі-таксі.

Стратегія ТО впливає на графік обслуговування, відновлення, заміни, витрат на обслуговування, потребу в персоналі і т. д., тому вона повинна визначатися оптимізацією. Як видно з досвіду експлуатації автомобільного транспорту, що виконує пасажирські перевезення, в Україні прийнята планово-попереджувальна система ТО і Р автотранспортних засобів (рис. 2.1).

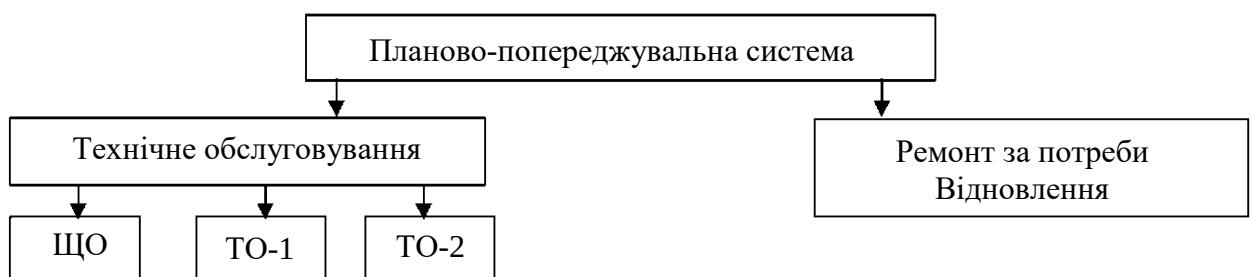


Рисунок 2.1 - Схема планово-запобіжної системи ТО і Р автомобільного транспорту

Сутність системи полягає в тому, що ТО виконується з певною періодичністю, а поточний ремонт по потребі, у міру виникнення відмов і несправностей в процесі експлуатації. Система обслуговування і ремонту ділиться на ТО; ТО-1; ТО-2; ТР і КР [8-10, 18, 20, 21]. Принцип побудови робіт рівня ТО: роботи на ТО високого рівня повинні включати суміжні з ним завдання нижчого рівня і додавати роботи рівня, що вивчається.

Наприклад, щоденне обслуговування включає наступне: очищення, миття, сушку, мащення, підтяжку і дрібний ремонт, виявлений при експлуатації автомобіля-таксі, реалізується водієм в час або після перевезення, а також в перервах в дорозі і по поверненню. На АТП рівень ТО-1 включає усі регулярні роботи по ТО і додаткові електромонтажні роботи: перевірку генераторів, стартерів, акумуляторів і т. д., як вказано в положенні про ТО і Р автотранспортних засобів [13]. Друга частина включає місію транспортних підприємств, власників транспортних засобів, водіїв, ТО і ремонтної бази.

З аналізу отриманих фактичних даних по марках з підприємств таксомоторів видно, що у більшості підприємств є різні типи таксі, такі як Toyota Vios, KiA Morning, Huyn dai Grand i10, KiA Picanto. Парк таксі по марках відрізняється великою різноманітністю таксі імпорного виробництва. На кожному підприємстві в обов'язковому порядку є нормативна документація, що регламентує основний зміст робіт [14]. Виходячи з нормативних документів, виробники автомобілів встановлюють періодичність по кожній марці автомобілів. Наприклад, у таких марок, як Toyota і Huyn dai, періодичність технічного обслуговування складає ТО-1: 5.000, 15.000, 25.000 км...; ТО-2: 10.000, 30.000, 50.000 км...; ТО-3: 20.000, 60.000, 100.000 км...; ТО-4: 40.000, 80.000, 120.000 км.... Для марки KiA і Mazda періодичність технічного обслуговування складає: 5.000, 10.000, 15.000...; для марки Ford періодичність ТО складає: 10.000, 20.000, 30.000...; для марки Vinfast, Mercedes періодичність технічного обслуговування складає: 8.000, 16.000, 24.000, 32.000 км і т. д. Проте нормативи тільки встановлюються в усереднених кліматичних і дорожніх умовах експлуатації і не зважають на специфіку перевезень [15, 16]. Тому інтервали періодичності ТО можуть бути не оптимальними. В зв'язку з цим виникає необхідність коригування нормативів по ТО і Р, а саме вимагається визначити раціональну періодичність ТО, номенклатуру і об'єми робіт, а також додаткові роботи, обумовлені специфікою експлуатації автомобілів-таксі. У загальному вигляді, система ТО і Р ділиться на рівні ТО; ТО-1; ТО-2;

поточний і капітальний ремонт. При виконанні ремонту обов'язкова заміна деталей або вузлів. Роботи ремонтного характеру здійснюються коли відбувається відмова або з'являється несправність.

В цілому, процес проведення ТО і Р на підприємствах і автоцентрах може бути різним залежно від рівня управління і розділення робіт по видах ТО і Р і залежить від приміщення і устаткування підприємства, при цьому інтенсивність експлуатації автомобіля-таксі залежить від конкретних умов експлуатації, таких як клімат, погода, якість об'єктів транспортної інфраструктури і т. д. Ці чинники мають істотний вплив на надійність експлуатації автомобілів-таксі, на швидкість процесів зносу і ушкодження деталей, що призводять у результаті до напрацювання автомобіля-таксі на відмову до тих пір, поки він не буде поставлений на ТО і Р. Відповідно, облік цих чинників приведе до зміни регламенту ТО і Р в порівнянні з регламентом виробника. Крім того, підприємства при розробці планів ТО на основі фактичного пробігу для усіх марок автомобілів встановлюють ТО і Р, виходячи також з сервісного керівництва виробника. Побудова процесу ТО і Р, окрім наслідування інструкцій виробника, також враховує практику процесу ремонту. Можна сказати, що положення про періодичність ТО і Р здійснюється згідно з інструкціями автовиробника, і автомобільні підприємства повинні дотримуватися його також в процесі експлуатації транспортних засобів, вносячи корективи в систему циклів ТО і Р. Проте ці коригування здійснюються тільки на основі досвіду експлуатації, а не на основі наукових досліджень, що мають міцну наукову базу для визначення періодичності ТО і Р відповідно до в'єтнамських умов. Тому як в теорії, так і на практиці цикли ТО і Р необхідно коригувати з урахуванням конкретних умов експлуатації для забезпечення експлуатаційної надійності і ефективності експлуатації транспортних засобів.

А саме, в Україні мають місце наступні специфічні проблеми: підприємства таксомоторів виконують як функції перевезення пасажирів, так і функції ТО і Р, а також самозабезпечення матеріалами: оливою, паливом,

шинами, запчастинами і т. д., що дозволяє в належному порядку підтримувати справний технічний стан автомобіля-таксі. Роботи по ТО і Р автомобілів-таксі мають ті ж характеристики як ТО і Р звичайних легкових автомобілів. Оскільки перевезення таксомоторів це бізнес, то є і інші характеристики бізнес-процесів: швидкі терміни ТО і Р, велика частота обслуговування і ремонту, оскільки пробіг поїздки таксі більший, ніж у інших автомобілів. Зміст і характер робіт по ТО і Р можуть мінятися залежно від сезону, із-за характеру безперервної роботи, під час суворих погодних умов (зливи, стихійні лиха.) таксі повинні обслуговуватися і перевірятися регулярніше, чим звичайні легкові автомобілі. Перевіряються двигун і системи, пов'язані з безпекою автомобіля, частіше обслуговування: шини, система запуску, гальмівна система, рульове управління і т. д. [15, 19].

На таксомоторному підприємстві план робіт по ТО виконується інженерно-технічною службою відповідно до нормативної періодичності ТО, визначеною документами міністерства інфраструктури, але на практиці частина операцій робіт по ТО виконується до нормативу або після нормативу періодичності [15, 19].

Відмови, що виникають в процесі експлуатації на лінії, і несправності, що безпосередньо впливають на технічний стан автомобіля-таксі, усуваються на підприємстві шляхом заміни окремих елементів і деталей. Виконувані роботи по ТО і Р при виникненні відмови або на лінії представляють з себе наступне. Водій повідомляє про відмову, що має місце на автомобілі, в диспетчерських відділ, що фіксує цю інформацію і передає її в технічний відділ. Технічний відділ аналізує інформацію про відмови автомобіля-таксі і пропонує варіанти рішення.

Технічним відділом оформляється ордер на ремонт і на лінію до несправного автомобіля-таксі вирушають ремонтні робітники для усунення відмови безпосередньо на місці знаходження автомобіля [11]. У разі усунення несправності або відмови, автомобіль-таксі продовжує виконувати транспортну роботу, а технічний відділ приймає цей ордер. У разі неможливості усунення

відмови або несправності на лінії автомобіль-таксі доставляється на підприємство для виконання робіт по ремонту в слушний час.

Технічний відділ підтверджує план проведення ремонтних робіт, обробляє і оформляє документи для проведення ремонту.

Сервісні центри по обслуговуванню певних марок автомобілів здійснюють головну функцію по технічному обслуговуванню і ремонту приватних автомобілів в гарантійний період і після гарантійного терміну експлуатації. Ці автосервіси не виконують транспортну функцію і не забезпечують заправку автомобіля паливом залежно від побажань клієнта, при отриманні автомобіля можлива тільки заміна оливи, а потім повернення його клієнтові або напрям його на технічну діагностику, а потім, при необхідності, в зону ТО і Р. Станції технічного обслуговування (СТО), що співпрацюють з торговими марками (дилерами) і є дилерами конкретних марок оснащені сучасним технологічним устаткуванням, оригінальними запчастинами, мають співробітників з високою кваліфікацією і забезпечують високу культуру обслуговування клієнтів. В той же час вартість виконання сервісних робіт на таких СТО надзвичайно висока.

Приватні СТО виникли після переходу до ринкової економіки і мають долю в асоціації з сервісними дилерськими центрами автомобілів (можуть називатися СТО 1-го рівня; СТО 2-го рівня сервісних центрів певних марок автомобілів) або бути філіями сервісних центрів автомобілів. В цілому вони мають характеристики, схожі на сервісні центри, обслуговуючі певні марки автомобілів.

Нормативи трудомісткості можна розрахувати по фактичному часу і статистиці фактичного об'єму виконаних робіт, що дозволяє розрахувати середні нормативи трудомісткості. Використання нормативів залежить від конкретних умов кожного підприємства, таких як марка і модель автомобіля, область експлуатації, умови експлуатації, рівень управління і організація виробництва. Необхідні роботи по ТО (ТО-1 і ТО-2) і їх нормативи трудомісткості по легкових марках, показані на таблицях 2.1 і 2.2 [8].

Таблиця 2.1 - Нормативи трудомісткості переліку робіт по ТО-1 для легкових автомобілів-таксі

№	Роботи ТО-1	Нормативи трудомісткості легкових автомобілів-таксі (люд. год)
1	Підготовка	0,4
2	Миття кузова, агрегатів, систем і автомобіля	0,8
3	Перевірка кондиціонування	0,5
4	Очищення повітряного фільтра	0,8
5	Перевірка системи приводу рульового управління	0,3
6	Перевірка гальмівної системи	0,4
7	Перевірка акумулятора	0,3
8	Перевірка тиску в шинах	0,3
9	Перевірка робочого стану усіх дверей	0,4
10	Миття і загальна перевірка після проведення ТО-1	0,8
У результаті		5,0

Таблиця 2.2 - Нормативи трудомісткості переліку робіт по ТО-2 для легкових автомобілів-таксі

№	Роботи ТО-2	Нормативи трудомісткості легкових автомобілів (люд. год)
1	Підготовка (запасні частини; матеріали; розподіл праці, і т.д)	0,5
2	Мийка кузовів, агрегатів, систем і автомобілів	0,9
3	Запуск двигуна і перевірка загального технічного стану систем, автомобілів	1,2
4	Перевірка гальмівних накладок і барабанів; мастило і складання	1,0
5	Миття елемента, що фільтрує, і заміна масляного фільтра	1,5
6	Перевірка і технічне обслуговування системи живлення.	0,8
7	Миття і Перевірка системи охолодження	1,0
8	Перевірка і регулювання різних ременів	0,6
9	Перевірка і регулювання положення педалі зчеплення, гальма	0,5
10	Перевірка і регулювання системи підвіски	1,2

11	Перевірка і регулювання системи рульового управління, сходження коліс; заміна несправних елементів і доведення до норми	1,4
12	Перевірка стану коліс і тиску шин	0,7
13	Перевірка стану повністю гальмівної системи; заміна несправних і зношених елементів до норми	1,0
14	Перевірка стану роботи акумулятора	0,8
15	Обслуговування стартера, генератора; заміна несправних елементів і регулювання	1,8
16	Перевірка робочого стану електроустаткування	1,2
17	Перевірка і закріплення опор двигуна, елементів з'єднання до блоку двигуна і рами	1,1
18	Заміна олії коробки передач	0,8
19	Обслуговування системи кондиціонування повітря	0,9
20	Перевірка і поповнення мастила	0,5
21	Перевірка стану автомобілів після проведення ТО-2	1,0
22	Миття і видача автомобілів	0,4
У результаті		20,8

В умовах запеклої конкуренції, щоб існувати і розвиватися, підприємства пасажирського транспорту повинні впроваджувати науково-технічні удосконалення, покращувати якість транспортних засобів і супутніх послуг, приділяти підвищену увагу процесам ТО і Р. В той же час більшість підприємств не піклуються про інфраструктуру, не виділяють достатні фінансові і матеріальні кошти для підтримки необхідного рівня виробничо-технічної бази підприємств. Технологічний процес недостатньо систематизований і відлагоджений, це означає, що проблеми ТО і Р автомобілів-таксі залишаються. Таким чином, мета коригування режимів ТО автомобілів-таксі полягає в скороченні витрат на ТО і Р, в зміні переліку операцій технічного обслуговування, періодичності і трудомісткості операцій залежно від конкретних умов експлуатації, і кінцевою підсумку в підвищенні безпеки руху. Коригування має бути спрямоване на збільшення ролі і значення профілактичних робіт за рахунок скорочення об'єму поточного ремонту [15].

2.2 Аналіз методів оптимізації режимів технічного обслуговування і ремонту автомобілів-таксі

Зниження інтенсивності зносу деталей, механізмів, вузлів і агрегатів автомобіля-таксі шляхом підтримки їх в технічно справному стані і мінімізація витрат є основним напрямом дослідження в області експлуатації.

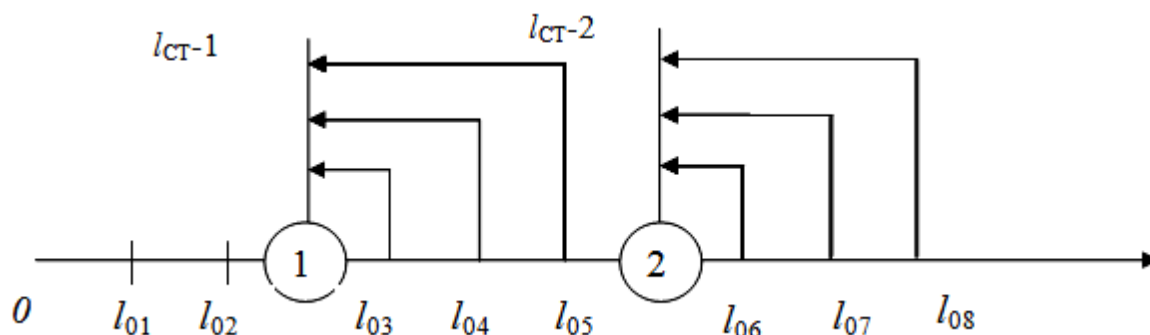
Оптимальна структура циклу ремонту автотранспортних засобів залежить від багатьох чинників, що включають вартість відновлення і ремонту деталей, механізмів, вузлів і їх вік. При побудові системи ТО і Р автотранспортних засобів, з метою забезпечення їх експлуатаційної надійності, необхідно, щоб вартість відновлення кожної деталі, кожного механізму і вузла має бути найменшою і одночасно необхідно максимально повно використати їх ресурс [1, 6, 9].

Методи визначення і коригування режимів ТО транспортних засобів розроблені і представлені в досить великій кількості наукових праць що базуються в основному на методах теорії надійності і математичної статистики [1, 3-9, 17, 21]. Ці методи включають розробку математичної моделі процесів відмов, зносу або старіння деталей і вузлів, визначення характеристики закону розподілу відмов і несправностей деталей і вузлів з урахуванням техніко-економічних чинників, розробка встановлених термінів заміни або планів ремонту цих деталей і вузлів.

На основі вивчення наукових джерел можна виділити визначення періодичності ТО: метод аналогій і уточнень; метод групування по стержневих операціях; по зміні зовнішнього вигляду вузлів, механізмів і агрегатів машин; по найбільшій продуктивності; по закономірності зміни і допустимому значенню параметрів технічного стану агрегатів, вузлів і з'єднань; по допустимому рівню безвідмовності; за питомими витратами на ТЕ і ремонт (техніко-економічний метод); за питомими витратами на технічне обслуговування і ремонт і по довірчому рівню вірогідності (економіко-імовірнісний метод).

Визначення періодичності ТО групування по стержневих операціях

ґрунтується на виконанні певного виду ТО автотранспортних засобів і співпадає з оптимальною періодичністю так званих стержневих операцій. Метод визначення цього виду ТО складається з двох частин - контрольного (діагностичного) і виконавчого.



l'_{0i} - оптимальна періодичність; l'_{0i} - періодичності стержневої операції;

k_i - коефіцієнт повторюваності

Рисунок 2.2 - Групування дій по стержневих операціях ТО

$$k_i = \frac{l_{ст}}{l'_{0i}}; 0 < k \leq 1 \quad (2.1)$$

Для визначення оптимальної періодичності ТО з метою зниження мінімальної суми питомих витрат на ТО і Р вченими був розроблений техніко-економічний метод, що враховує вплив зносу деталей, вартість витрачених матеріалів, а також трудові витрати на проведення періодичного ТО. При цьому питомі витрати на ТО і Р визначаються по наступній формулі [8]:

$$C_{\Sigma} = C_{ТО} + C_{ТР} \quad (2.2)$$

де C_{Σ} - сумарна питома сумарні питомі витрати на ТО і Р;

$C_{ТО}$ - питома вартість ТО;

$C_{ТР}$ - питома вартість ТР.

$$C_{ТО} = \frac{A}{L_{ТО}} \quad (2.3)$$

$$C_{ТР} = \frac{B}{L_{ТР}} \quad (2.4)$$

де A - витрати на ТО;

B - витрати на ремонт;

L_{TO} - напрацювання між ТО;

L_{TP} - напрацювання між ремонтами.

На рис. 2.3 залежності $C_{TO} = \varphi(L_{TO})$ і $C_{TP} = f(L_{TP})$ є гіперболічними або близькими до них функціями. При збільшенні періодичності обслуговування витрати на ТО знижуються, але при цьому одночасно підвищуються витрати на ремонт. Тому функція $C_{\Sigma} = \psi(L_{TO})$ має екстремальну точку $C_{\Sigma min}$, що відповідає оптимальній періодичності ТО L_{TO}^{opt} . Періодичність ТО можна визначити графічно.

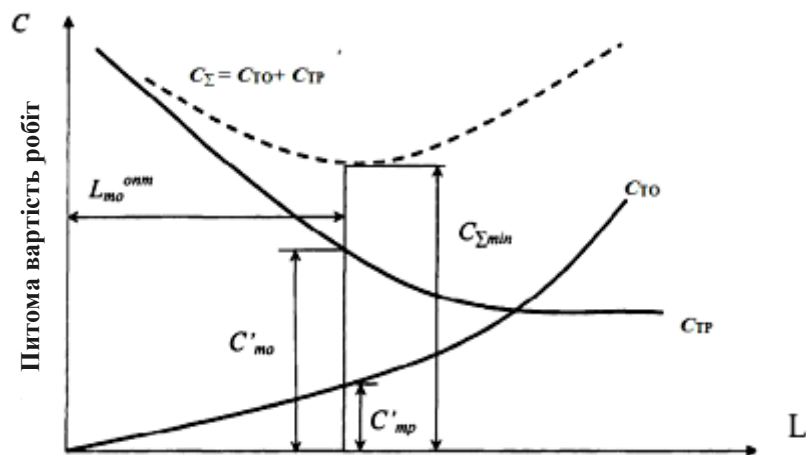


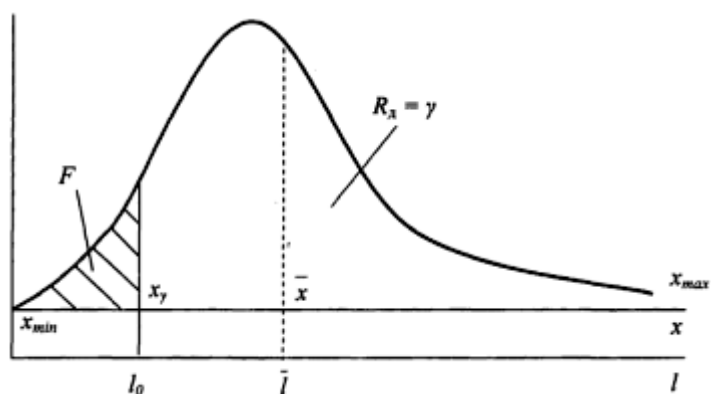
Рисунок 2.3 - Графік залежності питомих витрат на ТО і Р від періодичності ТО автомобіля-таксі

З формул (2.3) і (2.4) оптимальна періодичність ТО визначається рівнянням:

$$\frac{dC_{\Sigma}}{dL_{TO}} = \frac{d}{dL_{TO}} \left(\frac{A}{L_{TO}} + \frac{B}{\Psi'(L_{TO})} \right) \quad (2.5)$$

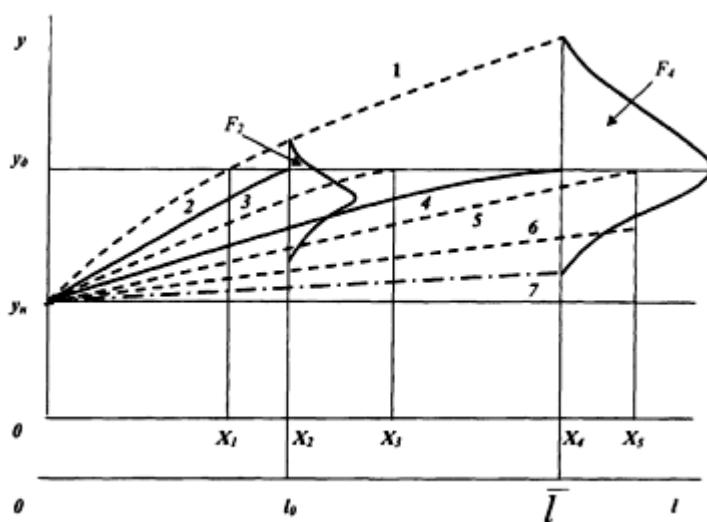
Цей метод також може враховувати такі критерії, як безвідмовність, екологічність економічність роботи і так далі. Відповідно до цього методу, той режим називається оптимальним, який забезпечує надійну і безпечну роботу рухомого складу при мінімальних витратах засобів, робочої сили, матеріалів на ТО і ТР, віднесених до одиниці пробігу або транспортної роботи та широко використовується при побудові оптимальних режимів періодичності ТО машин.

З метою визначення періодичності технічного обслуговування вченими розроблено економіко-імовірнісний метод, що узагальнює попередні методи і одночасно враховує економічні, технічні і імовірнісні критерії оцінки процесу технічної експлуатації автомобілів і передбачає розширення номенклатури робіт ТО на підставі вибраних критеріїв [13, 15]: за питомими витратами на ТО і Р; по допустимому рівню безвідмовності; по допустимому значенню і закономірності зміни параметра технічного стану; за питомими витратами на ТО і Р і довірчим рівнем вірогідності безвідмовної роботи.



R - допустима ймовірність безвідмовної роботи; l_0 - періодичність ТО; x_y - гама-відсотковий ресурс

Рисунок 2.4 - Визначення періодичності ТО по допустимому рівню безвідмовності



1-7 - зміна параметра технічного стану виробу; x - напрацювання на відмову;
 l - періодичність ТО

Рисунок 2.5 - Визначення періодичності ТО по допустимому значенню і закономірності зміни параметра технічного стану автомобіля-таксі

Сумарні питомі витрати на ТО і ТР будуть мінімальні і визначаються з рівнянь:

$$p + l_p \varphi(l_p) + \frac{\varphi(l_p)}{p} \int_{l_{min}}^{l_p} l \varphi(l) dl = \frac{c}{c-d} \quad (2.6)$$

$$l_p \varphi(l_p) - q + \frac{\varphi(l_p)}{p} \int_{l_{min}}^{l_p} l \varphi(l) dl = \frac{d}{d-c} \quad (2.7)$$

де p - ймовірність ресурсу вузла, агрегату;

q - ймовірність відмови вузла, агрегату;

l_p - заздалегідь заданий пробіг;

$\varphi(l)$ - граничний стан вузла, агрегату;

l_{min} - мінімальний пробіг вузла, агрегату;

c - фактичний рівень питомих витрат на ТО;

d - витрати на один ремонт з періодичністю;

l - пробіг автомобіля.

Враховуючи співвідношення витрат c і d , а також необхідні характеристики законів розподілу, рівняння (2.6) і (2.7) дозволяють визначити оптимальну періодичність для будь-якого типу розподілу. Економіко-ймовірнісний метод отримав широке застосування при визначенні найбільш оптимальних режимів обслуговування ремонту вузлів і агрегатів автомобілів, крім того, принципи цього методу використовуються при коригуванні режимів контрольних і діагностичних робіт [8].

Для визначення режимів обслуговування автомобілів-таксі, що мають середній технічний стан і працюючих в певних умовах експлуатації, були прийняті розглянуті вище методи. Крім того, з метою коригування цих режимів стосовно конкретних умов і конкретного рухомого складу, до теперішнього часу розроблений ряд додаткових методів на основі обліку чинників, що впливають на технічний стан автомобілів-таксі, а також методи, що безпосередньо враховують їх технічний стан.

Припускаючи, що відмови автомобіля в ході міжрегламентного пробігу розподіляються за експоненціальним законом, ймовірність

безвідмовної роботи виражатиметься наступною формулою:

$$P_T = e^{-\omega L_{об}} \quad (2.8)$$

де P_T - ймовірність безвідмовної роботи;

ω - параметр потоку відмов;

$L_{об}$ - періодичність обслуговування.

Оскільки значення P_T повинне підтримуватися на певному допустимому рівні, то і добуток в правій частині формули також має бути постійним. Отже, при збільшенні значення ω , $L_{об}$ повинна зменшуватися.

Автор вважає, що зміна ω обумовлена в основному віком автомобіля і пропонує диференціювання міжрегламентних пробігів для автомобілів.

Ці основні методи, призначені для коригування періодичності ТО, засновані на обліку чинників, що впливають на технічний стан автомобілів-таксі.

На основі непрямого обліку технічного стану автомобілів-таксі були розроблені методи коригування розглянутої групи. В ході розробки цих методів, в першу чергу, проводилося дослідження впливу великої кількості чинників на технічний стан автомобілів, потім була дана оцінка міри цього впливу, на основі чого вибиралися найбільш значимі чинники і, в результаті, розроблялися відповідні моделі коригування. Проте не видаються можливими виявлення і кількісна оцінка впливу усіх найбільш значимих чинників - це показує проведений аналіз впливу на технічний стан автомобілів усіх розглянутих чинників. Так, наприклад, практично неможливо врахувати такі, безумовно важливі, чинники, як якість водіння, якість ТО і Р автомобілів. Крім того, процес коригування періодичності ТО стає важко реалізованим і значно ускладнюється при збільшенні загальної кількості чинників, що враховуються. У зв'язку із зазначеними обставинами методи цієї групи враховуються при коригуванні лише обмеженого числа чинників, які не завжди об'єктивно і повно характеризують динаміку зміни технічного стану експлуатованих автомобілів.

Методи коригування режимів ТО, що враховують безпосередньо технічний стан автомобілів, є перспективнішими по відношенню до методів першої групи, оскільки базуються не на обліку окремих чинників, а на підставі інформації [1, 6] про фактичний технічний стан, який є результатом впливу сукупності усієї гамми чинників. При цьому коригування режимів ТО залежно від умов експлуатації автотранспорту зовсім не виключається. Слід зазначити, що методи цієї групи почали розроблятися відносно нещодавно.

У розвиток методу визначення періодичності ТО по допустимому рівню безвідмовності, метод коригування по рівню безвідмовної роботи був розроблений наближенням до теоретичного потоку законом розподілу Пуассона. Рівень безвідмовної роботи, згідно з цим методом визначається через параметр потоку відмов λ [14]:

$$p_n = \frac{(\lambda l)^n}{n!} e^{-\lambda l} \quad (2.9)$$

де P_n - ймовірність виникнення n відмов автомобіля в даному інтервалі пробігу l ;

λ - середнє значення параметра потоку відмов автомобіля, взяте для даного інтервалу пробігу.

З вираження (2.9) можна визначити характеристики надійності $n=0$ і ненадійності $n = 1; 2; \dots$ і так далі автомобіля.

Перевага описаного вище методу полягає у використанні даних, які більш ширше представляють інформацію про технічний стан його рухомого складу, що сформувалася у фактичних умовах і властиву цьому АТП. Проте відсутність економічних критеріїв при коригуванні може привести до підвищення витрат на ТО і Р.

Метод коригування періодичності ТО за результатами діагностування окремих одиниць рухомого складу АТП дозволяє визначити раціональні періодичності ТО для окремих автомобілів за величиною їх напрацювання на несправність, що є істотним чинником, оскільки неоднорідність технічного стану автомобілів в межах окремо узятого АТП дуже значна. При цьому

немає необхідності у введенні коригування значень базової періодичності обслуговування усього парку автомобілів [15, 19].

Як показав аналіз, коригування режимів ТО по методу другої групи дозволяє підібрати і застосувати найбільш раціональні режими технічного обслуговування, оскільки коригування ведеться на основі отриманої інформації про фактичний технічний стан автомобілів. Проте існуючі методи коригування періодичності ТО використовують дуже обмежену інформацію про технічний стан автомобілів. Так, наприклад, при коригуванні по сумарних і питомих витратах палива не враховується інформація про технічний стан ряду вузлів і агрегатів автомобіля, а при коригуванні по рівню безвідмовної роботи не враховується інформація про фактичні несправності автомобіля [9].

У тенденціях економічної інтеграції автотранспортних підприємств спостерігається зростання витрат на паливо, витратні матеріали, на заробітну плату працівників і так далі. Тому на даний момент в умовах сьогодення є реальною насушна і вимагаюча свого рішення необхідність в розробці науково обґрунтованих методик для оптимізації процесу експлуатації автомобілів-таксі і поліпшення діяльності АТП в цілому [5, 6].

В умовах розвитку громадських пасажирських перевезень в Україні придбавають все більшу значущість питання відсутності методики оптимізації, реконструкції, технічного переозброєння і розширення на існуючих підприємствах таксомоторів. Окрім цього, з кожним роком росте не лише кількість автомобілів-таксі, але і число підприємств таксомоторів різних форм власності [5]. В зв'язку з цим потрібно подальше вдосконалення і розвиток правил технічної безпеки для підтримки рухомого складу підприємств таксомоторів в технічно справному стані.

Останніми роками в Україні проведені деякі дослідження з питання визначення напрацювань на відмову виробів і вузлів транспортних засобів на основі досліджень їх зносу і відповідно по оптимізації періодичності ТО і Р з урахуванням витрат на ТО і Р [11]. На основі проведеного вище аналізу,

можна зробити висновок, що: система ТО і Р, як правило, все ще є планово-запобіжною системою, в якій основа для встановлення або коригування періодичності ТО і Р - асимптотичні відмови або відмови із-за зносу.

В зв'язку з цим створення науково обґрунтованих передумов, стосовно завдання коригування режимів ТО автомобілів-таксі на основі використання економно-математичних моделей є безумовно актуальною.

2.3 Оцінка принципів і побудова математичної моделі визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів-таксі при раціональній тривалості експлуатації.

За результатами вивчення і оцінки питань, які були виконані вище, а також з урахуванням заданої мети була вироблена методика, яка визначає структуру подальших досліджень і досліджень, що включає виконання теоретичні і експериментальних досліджень. Основний принцип цієї методики лежить в послідовному виробленні методологічних заходів, які потрібні для розробки математичної моделі для визначення раціональної періодичності проведення ТО автотранспортних засобів, як при моноперіодичній системі ТО (на післягарантійному періоді експлуатації автомобіля), так і при декількох, раціональних проміжках експлуатації при постійному на кожному періоді пробігу між ТО. Слід окремо відмітити, що на гарантійному періоді експлуатації автомобіля таксі застосовуються правила проведення ТО відповідно до карти обслуговування, що формується виробником автомобіля, як відносно об'ємів і номенклатури робіт, що проводяться, так і відносно конкретних значень пробігу з початку експлуатації до проведення того або іншого ТО.

При виробленні принципів, які визначають функціонування моделі для визначення найбільш оптимальної періодичності технічного обслуговування автомобілів-таксі, на основі виконаного аналізу наукових праць і робіт, спрямованих на вивчення і оптимізацію методів визначення і коригування режимів ТО, був розроблений основний методологічний підхід, який

встановлює розвиток подальших досліджень. Відповідно до запропонованого підходу були вивчені і проаналізовані наукові праці і роботи, спрямовані на визначення оптимальних режимів ТО, які у свою чергу були розділені на 2 характерні групи залежно від використовуваного методу призначення періодичності проведення технічних дій:

1. Періодичність ТО встановлюється для усієї групи автотранспортних засобів (що належать даній сукупності, для якої проводиться робота за визначенням періодичності), і є фіксованою на всьому протязі життєвого циклу експлуатації автотранспортного засобу та знаходиться залежно від деякого певного середнього значення напрацювання на відмову деталей, вузлів, агрегатів і так далі;

2. Періодичність ТО встановлюється індивідуально для кожного конкретного автотранспортного засобу, величина якого менша, ніж середня напрацювання на відмову деталей, вузлів, агрегатів і так далі за деякий спостережуваний період. Цей підхід нині привертає велику увагу, проте для його реалізації в умовах країни зараз недостатньо розвинена організаційна структура по оперативному збору даних, що включають як інформацію по відмовах, що реально сталися, так і діагностичну інформацію по окремих автомобілях таксі, отримувану в результаті проведення планового зовнішнього діагностування і в результаті збору інформації з бортових мереж автомобілів, породжуваною в ході експлуатації.

Головним слабким місцем методів знаходження планової періодичності технічного обслуговування (рис. 2.6), що спирається на усереднене значення (за весь час експлуатації автотранспортного засобу до списання) напрацювання на відмову являється те, що у випадках, коли на певних накопичених пробігах АТС, частота виконання ТО більше (в окремих випадках дуже істотно) усередненої частоти усунення відмов (деталі, вузла, агрегату і так далі), різниця між цими показниками обумовлює фінансові збитки, пов'язані із зайвими витратами на виконання технічного обслуговування, тобто технічні обслуговування виконуються частіше, ніж це

необхідно з технічної точки зору.

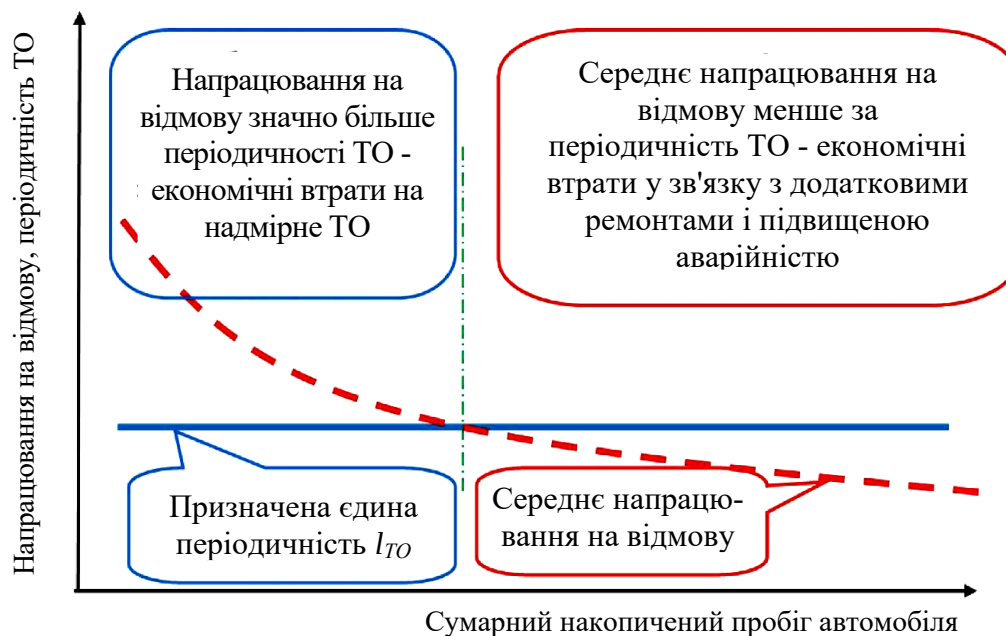


Рисунок 2.6 - Існуюча система призначення періодичності проведення ТО автомобілів-таксі, що виходить з середнього значення напрацювання на відмову

На певних накопичених пробігах, коли середнє напрацювання на відмову вже менше встановленої періодичності виконання технічного обслуговування, окрім фінансових втрат, викликаних необхідністю більше приватного виконання поточних ремонтів автотранспортного засобу, можна встановити підвищення аварійності автотранспортних засобів, а також, нерідко, недотримання вимог, для забезпечення безпеки їх експлуатації.

Сьогодні особливий інтерес викликають методи визначення і коригування періодичності виконання технічного обслуговування, які ґрунтуються на обліку конкретних умов експлуатації автотранспортного засобу і для певного парку АТС, зокрема - легкових автомобілів-таксі. При цьому методі визначенні режимів техобслуговування частота проведення ТО буде найбільш близьке за своїм значенням до частоти усунення відмов (деталі, вузла, агрегату і так далі) і встановлюється залежно від стану автотранспортного засобу, при відносно стабільних середньорічних пробігах і умовах експлуатації для конкретного автомобільного парку. Як вже було

сказано вище, недоліком методу установки періодичності виконання технічного обслуговування в персонально для конкретного АТС треба виділити певні організаційні проблеми при його впровадженні для АТП з малим числом лінійного автотранспорту. Зараз основна частина таксомоторів АТП є малими.

Тому, найкращим і ефективнішим методом виконання поставленого завдання за визначенням найбільш оптимальних періодичностей виконання технічного обслуговування по відношенню до підприємства з невеликим числом автотранспорту, можлива така система, при якій увесь час життєвого циклу рухомого складу буде поділено на деяку кількість відрізків (інтервалів), в кожному з яких буде знайдена і встановлена максимально оптимізована і раціоналізувала періодичність виконання планового технічного обслуговування (рис. 2.7). Реалізація подібного рішення для визначення періодичності виконання технічного обслуговування дозволить понизити фінансові втрати, наявні в даний момент часу, які пов'язані з різницею напрацювання на відмову (деталей, вузлів, агрегатів і так далі) і необхідною періодичністю технічних дій на них, що у свою чергу позитивно позначиться і на такі параметри, як безпека експлуатації автомобілів-таксі в тих вікових групах АТС, в яких сьогодні періодичність технічного обслуговування відрізняється від середнього напрацювання на відмову у велику сторону.

Для здійснення цього методу вимагається визначити число інтервалів, на яких періодичність технічного обслуговування постійна, межі цих інтервалів постійності періодичності проведення технічного обслуговування, значення найбільш ефективної періодичності проведення технічного обслуговування для кожного такого інтервалу, а також, на завершальному етапі опрацювання математичної моделі, визначити раціональний термін служби автомобіля-таксі, при якому сумарні питомі витрати на одиницю пробігу будуть мінімальними і, отже, найбільш вигідними.

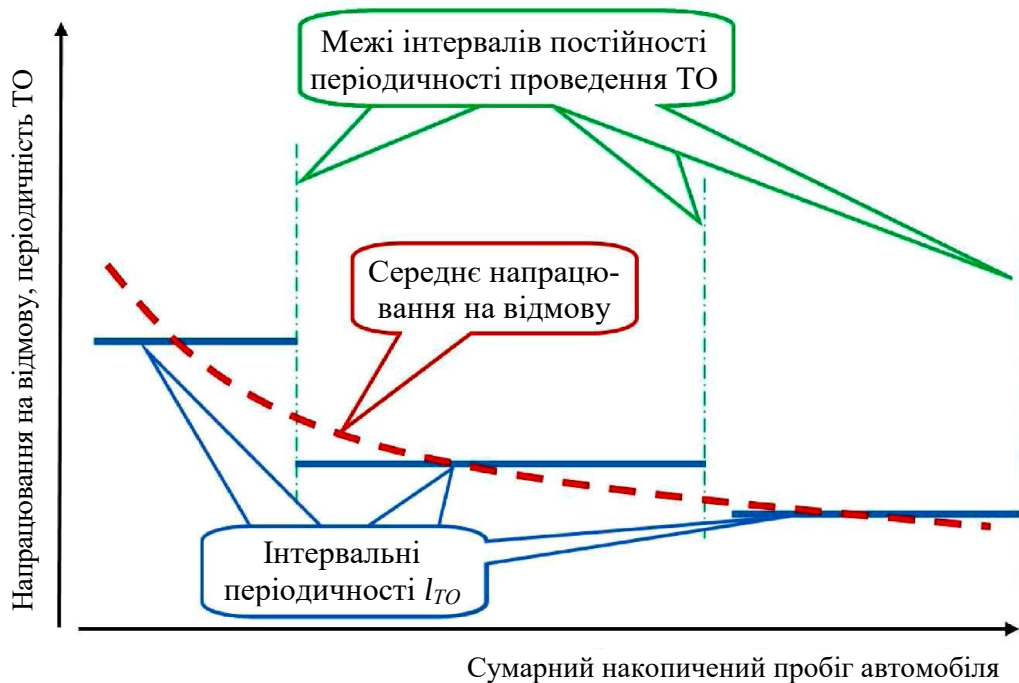


Рисунок 2.7 - Пропонована система призначення періодичності проведення ТО

Подальший етап формування підходу до розробки заходів по оптимізації і раціоналізації періодичності виконання ТО вимагає врахувати такий факт, що при виконанні планового ТО роботи виконуються не по усіх системах, вузлах, агрегатах, які вийшли з ладу або не вийшли з ладу в процесі роботи на лінії, а тільки на ті, які має на увазі конкретний вид технічного обслуговування.

Також необхідно відмітити, що можуть не виконуватися роботи по окремих агрегатах і вузлах, оскільки в зв'язку і виробництвом робіт технічного обслуговування з недостатньою якістю, або ж несправності по окремих агрегатах системам обумовлені періодом прироблення і ін. Тобто, в процесі при вибудовування методології по раціоналізації і оптимізації періодичності технічного обслуговування треба брати до уваги цей факт. Тому була сформована класифікаційна ознака відмов і несправностей - по мірі впливу технічного обслуговування, що робиться, на їх появу (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 - Визначення основної класифікаційної ознаки відмов і несправностей для побудови моделі впливу періодичності ТО на відмову

Також істотним принципом, що визначає ефективність методики по раціоналізації і оптимізації періодичності технічного обслуговування у рамках малих АТП при достатній точності і достовірності результатів є оперативність ухвалення потрібних рішень. Тому, на етапі формування підходу до створення методики був сформований принцип групування систем і агрегатів автомобілів-таксі, а вже відповідно до нього сформувалися конструктивні групи.

Можна виділити 6 груп агрегатів і систем автомобіля-таксі (рис. 2.9) за конструктивною ознакою на підставі наступних принципів:

- вид робіт по ТР: необхідність ремонтувати автомобіль зі зняттям систем, агрегатів або ні;
- час (трудомісткість) усунення несправностей, відмов або відновлення вузлів, систем або агрегатів автомобіля;
- наявність зони очікування ремонту на АТП.

Такі групи, як:

- Група №1 - складається з двигуна і його систем, таких як: паливна система;
- Група №2 - складається із зчеплення, коробки передач, карданної передачі і заднього;
- Група № 3, в яку включаються системи, що впливають на безпеку руху: рульове управління, гальмівна система, колеса і шини;
- Група №4 включає передню і задню підвіску, кузовні роботи;
- Група №5 пов'язана з повною системою електроустаткування, включає стартер, генератор, систему освітлення і світлову сигналізацію, систему контролю склоочисника, склопідйомників і т.д;
- Група №6 включає систему кондиціонування і її елементи.



Рисунок 2.9 - Формування груп агрегатів і систем автомобіля-таксі за конструктивними ознаками

Також враховувалося розділення ремонтних робіт за характером і видам:

- дрібні роботи по поточному ремонту, які можуть виконуватися на своїй виробничо-технічній базі АТП. Ці види ремонтних робіт не вимагають

високої кваліфікації виробничого персоналу, мінімальній оснащеності технологічним устаткуванням і його вартістю, а також мають на увазі невелику трудомісткість робіт, наприклад: доливши рухової олії, заправка мастила, промивання системи охолодження, шиномонтажні і шиноремонтні роботи, роботи по регулюванню гальмівної системи; ремонт системи рульового управління; ремонт або заміна елементів зчеплення; часткове підфарбовування деталей кузова автомобіля; ремонт або заміна електроустаткування: система освітлення (зовні або усередині салону автомобіля), система сигналізації (світловий і звуковий), ряд контрольних ламп, склоочисника, і так далі;

- складні роботи по ТР (важкі відмови) автомобіля, що доставляється на інше підприємства для ремонту. Для виконання цих ремонтних робіт на подібних підприємствах потрібно спеціальних або універсальних робітників пости з механізованим і сучасним технологічним устаткуванням і оснащенням, різні верстати, що включають, і стенди, у тому числі для перевірки, ремонту і регулювання окремих вузлів, агрегатів і систем. Також, ці види роботи мають істотну трудомісткість, а до кваліфікації ремонтного персоналу пред'являються високі вимоги. До цих видів робіт можна віднести такі роботи, як демонтаж-монтаж вузлів і агрегатів, розбирання-складання агрегатів (двигуна, коробки зміни передач, редукторів і т. д.), заміна або відновлення несправних деталей або вузлів цих агрегатів і так далі; Перевірка і регулювання паливних насосів і паливних форсунок; ремонт елементів системи охолодження; діагностика, перевірка і ремонт системи вентиляції і кондиціонера; перевірка і ремонт електрики і електроустаткування автотранспортних засобів (стартер, генератор і ін.), електронних систем управління ДВС, КПП та ін., кузовні і забарвлення роботи і так далі. Крім того, можна класифікувати такі види робіт по ТР на підставі характеру або складності ремонтної програми по ТР автомобіля після систематизованої статистики по конструктивних агрегатах або системах, прийнятих вище.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ ТА РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЇЇ ВИЗНАЧЕННЯ

3.1 Дослідження факторів, що впливають на зміну періодичності проведення технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі.

Підприємства автомобільного транспорту виконують планово-запобіжні роботи по ТО автотранспортних засобів з періодичністю, визначеною відповідно до досить укрупненого групування як по модельному ряду, так і за станом автомобіля-таксі, зокрема, за віком [1, 5]. Розуміючи, що рекомендацій від фірм-виробників стало за останній час значно менше в порівнянні з періодом визначення загальних нормативів на ТО, сучасний і грамотний підхід до управління автотранспортних підприємством, основну роль в якому відіграє його керівник, повинен ґрунтуватися на рішеннях про встановлення того або іншого комплексу технічних дій з урахуванням забезпечення фінансових інтересів автотранспортного підприємства, що має на меті зниження загальних сумарних витрат на підтримку автотранспортних засобів в технічно справному стані. Для середніх і малих автотранспортних підприємств, що є одними з головних споживачів цієї опрацьовуваної методики коригування періодичностей виконання ТО, комплекс заходів, що дає можливість грамотно і технічно вірно збудувати технічну політику в цьому напрямі, відносно звужений відносно великих автотранспортних підприємств [5]. Приміром, використання дорогого технологічного устаткування, такого як діагностична лінія (гальмівний стенд, стенд перевірки бічного відведення автомобіля і так далі) малі АТП не можуть собі дозволити, зважаючи на їх малу економічну ефективність.

Більше того, варіювання об'ємами ТО, переліком робіт, що проводяться, задаються для кожного нового автотранспортного засобу, що прибуває в зону ТО і Р, індивідуально і відмінно від попереднього ТЗ, тільки що проведеного механіком, вносить певні складнощі, з яких особливо необхідно вказати дві [6].

По-перше, з позиції вироблення системи управління у більшості автотранспортних підприємств система інформаційного забезпечення слабо відлагоджена, а документообіг не повною мірою відповідає сьогоdnішнім тенденціям і вимогам, а передача необхідної інформації в повному об'ємі в призначені строки про перелік потрібних до проведення робіт при ТО приведе до необхідності значного числа нових документів, що в умовах, коли технічний персонал при проведенні планових технічних робіт адаптований виконувати тільки базовий перелік операцій і функцій, висока ймовірність того, що саме це базовий перелік операцій і функцій і далі має проводитися навіть при пропонуванні додаткової роботи і технічних дій.

По-друге, нерідко об'єм проведених технічних дій і так вже не співпадає з нормативними вимогам по виконанню ТО-2. У той же самий час, планування термінів виконання ТО-2 здійснюється в малих АТП працівниками техвідділу і проводиться заздалегідь, по накопиченому пробігу або методом планування по календарному терміну, відразу по групі автомобілів-таксі. Сформувані різні критерії планування для різних автотранспортних засобів у відділі, який працює з інформаційним забезпеченням, істотно легше, у зв'язку з чим метод індивідуального (групового) планування термінів виконання ТО-2, варіювання періодичністю обслуговування в кореляції від віку автотранспортного засобу - це проект, що впевнено реалізовується, після зіставлення з додатковим регулюванням об'ємами виконання ТО, що особливо актуально в умовах недоліку необхідної статистичної інформації в умовах потреби приймати рішення досить швидко.

Далі необхідно розглянути аспекти, що враховуються при вибудовуванні критерію ефективності ухвалення рішення в справжній методиці. При вибудовуванні схеми коригування періодичністю виконання робіт ТО-2 виходитимемо з того факту, що цей вид ТО - фінансово-економічний, тобто що безпосередньо не відноситься до підтримки деталей, агрегатів, вузлів автотранспортних засобів, що впливають на безпеку дорожнього руху, в технічно справному стані. Враховуючи цей факт і при

обробці статистичних даних по відмовах і несправностях по парку рухомого складу, вибраному в якості спостережуваного, ці відмови не братимуться до уваги. У такому разі проаналізуємо, які фінансово-економічні показники пов'язані зі зміною періодичності ТО-2 і яким чином. Проаналізуємо питомі витрати, що виражаються в гривнях на 1 тис.км пробігу однієї одиниці автотранспортного засобу.

Позначимо через l_{iTO} пробіг між ТО в i -му інтервалі постійності періодичності ТО. Прийmemo, що на першому етапі побудови математичної моделі число інтервалів і їх розміри встановлені постійними, також як і фіксований граничний термін експлуатації автотранспортного засобу. Аналізуватимемо завдання на прикладі трьох інтервалів всього терміну експлуатації автотранспортного засобу.

Позначимо через C_{1j} ті витрати, які при зменшенні l_{iTO} загалом будуть рости та через C_{2j} - витрати, які при зменшенні l_{iTO} загалом знижуватимуться.

Первинна складова, яка має зворотну від l_{iTO} залежність - це питомі витрати, пов'язані з виконання одного ТО. Вони складаються з віднесених до l_{iTO} :

- витрат на фонд оплати праці персоналу C_{11} ;
- витрат на енергію (електроенергія, опалювання, підігрівши води і так далі) при виконанні ТО C_{12} ;
- витрат на амортизаційні відрахування по основних фондах (технологічне устаткування, будівлі і споруди) C_{13} ;
- недоотриманому прибутку від зняття з експлуатації ТЗ на час виконання ТО C_{14} ;
- витрати на експлуатацію автотранспортного засобу в «поганому працездатному» стані - перевитрата палива, прискорений знос деталей і вузлів, ризик підвищеної аварійності, сходу ТЗ з лінії, - у зв'язку з ефектом «очікування ТО»: C_{15} .

Залежність цієї складової цільової функції від пробігу після проведеного ТО l_{iTO} в загальному випадку може бути присутнім, хоча переважно вона малопомітна.

Складова, що має пряму від l_{iTO} залежність - це питомі витрати на виконання ремонтних робіт по тих несправностях, що виникли в період між двома ТО. При цьому на початковому етапі вимагається брати до уваги не усі відмови, а тільки ті, на можливість виникнення яких робіт вплив сам факт і число виконаних ТО. При вибудовуванні переважного числа економіко-імовірнісних моделей для визначення найбільш оптимальних режимів, періодичностей виконання ТО не береться до уваги певний чинник реальності, а саме те, що у будь-яких умовах є група агрегатів, вузлів ТЗ, на справність і стан яких не здійснюють сильного впливу ті види технічних робіт, що становлять перелік дій, що виконуються при ТО. Одними з подібних прикладів служать такі несправності, як відмови фар і ліхтарів ТЗ, ушкодження шин і багато що інше. Тобто необхідно брати до уваги, що і по тих несправностях, які залежать від часу і факту виконання робіт ТО, щільність ймовірності відмови на пробігу, близькому до нуля після самого виконання ТО не скорочуються до нуля. Таким чином, формування функції щільності розподілу ймовірності виникнення відмов навіть по несправностях, залежних від технічних робіт, слід виконувати як суму декількох потоків.

Далі необхідно розглянути розгорнуто різні типи формованих потоків відмов автомобіля-таксі. Повний набір несправностей, що виникає такими, що належать автотранспортному підприємству автотранспортними засобами, необхідно розглядати як суму декількох потоків.

1) Потік № 1 - умовно-постійний, який не залежить від певного моменту часу виконання ТО. Встановлено, що спостереження за «формуванням потоку відмов для відновлюваного об'єкту, стратегією підтримки працездатності якого обрана стратегія "ремонт по потребі", показує, що провідна функція потоку відмови представлятиме собою суму функцій інтегральних законів розподілу ймовірності відмови для 1-ої

відмови, 2-ої..., і-ої відмови і так далі. При цьому, на першому етапі (у межах 0,5-4 середнього напрацювання на відмову) будуть видні коливання цієї сумарної функції, також як і її похідної - параметра потоку відмови, яка в подальшому згладжується і набуває з часом стабільного або монотонно зростаючого характеру. При розробці алгоритмів пошуку рішення облік впливу потоку № 1 на загальні фінансово-економічні витрати по підтримці працездатності автотранспорту проявляється головним чином на тих етапах, коли враховується факти і закон розподілу ймовірності вибуття автомобіля таксі з експлуатації раніше призначеного граничного терміну експлуатації, а також на етапі визначення раціонального терміну експлуатації автомобіля.

2) Потік № 2 - потік, що залежить від моменту виконання ТО. Несправності, що входять в нього, формуються процесами, що задають зміну технічного стану автомобіля-таксі і на які були виконані дії при виконанні робіт ТО, виконавши приведення їх в «первинний стан».

Визначимо параметри цього потоку таким чином. Припустимо математичне очікування для закону розподілу ймовірності (ЗРЙ) відмови по пробігу підкоряється тій же функції, що і параметр потоку відмови для потоку № 1. Вид функції ЗРЙ відмови по пробігу залишається в основному постійним упродовж усього інтервалу.

3) Потік №3 - цей потік по своїй поведінці близький до поведінки потоку № 1, хоча і походження його інше. У цей потік поступають несправності (відмови) по деталях, вузлах і агрегатах, які необхідно віднести до потоку № 2, але вони випадають з нього - з обліком, що є деяка частина неякісно виконуваних робіт при ТО. При кожному ТО це можуть бути різні системи, проте в цілому «потік» недоробок від різних ТЗ в загальний потік проходить систематично, у зв'язку з чим обґрунтовано прийняти для відмов з цього переліку модель потоку, представлену для потоку № 1.

4) Потік №4 - потік за характером своєї поведінки теж може бути розглянутий як близький до поведінки потоку №1. Він складається з несправностей по вузлах, системах і агрегатах, що входять в «перелік

обробки» при ТО-1. Цей вид ТО виконується значно частіше чим даний вид ТО, і тому для параметра потоку відповідних відмов автотранспортного засобу може бути набраний вигляду функції $= \text{const}$ на періоді між двома ТО, що йдуть один за одним.

5) Потік №5 - потік, що формується раптовими несправностями і відмовами. По аналогії з дослідженням потоку №1 приймаємо цей параметр потоку відмови в даному випадку константою по кожному інтервалу усього життєвого циклу автотранспортного засобу, тобто залежним від загального накопиченого пробігу автотранспортного засобу, але не від пробігу, накопиченого після проведеного чергового ТО.

6) Потік №6 - потік відмов на етапі обкатки. Діє на початковому етапі експлуатації автомобіля-таксі. Його функціональний вид, параметри розподілу також можуть бути сформовані із статистичних даних, але і він приймається незалежним від конкретних моментів виконання ТО, і в цьому дослідженні не грає помітної ролі у зв'язку з тим, що, як було сказано вище, під час гарантійного періоду експлуатації ТЗ після виконання ТО підкоряється умовам, що задаються в карті обслуговування.

Таким чином, для визначення найбільш оптимальних і раціональних режимів необхідно знати вид функції зміни фінансових витрат від пробігу після виконання технічного обслуговування в різні «періоди життя» ТЗ. Для визначення цієї функції, необхідно брати до уваги усі вказані вище в пунктах 1-6 потоків, оскільки статистика по несправностях (відмовам), яка може бути зібрана на автотранспортному підприємстві в реальних умовах експлуатації рухомого складу, об'єднується при комбінації усіх описаних потоків. Більше того, в процесі обробки статистики на АТП вимагається проводити аналіз як пробігам між відмовами в цілому, так і пробігам до першої після ТО відмови, розподіл числа несправностей в проміжку між ТО, загальна трудомісткість технічних робіт між ТО, причому усі досліджувані величини, також як і закони розподілу ймовірності пробігу повністю ЗРЙ необхідно розглядати в залежності також і від пробігу з початку експлуатації АТС.

В результаті завдання по раціоналізації і оптимізації зводиться до визначення мінімальних витрат, що визначаються з витрат на організацію і забезпечення виконання ТО і з витрат, які визначаються потоками несправностей (відмов), в переліку вказаному вище і схематично зображеними на рис. 3.1.

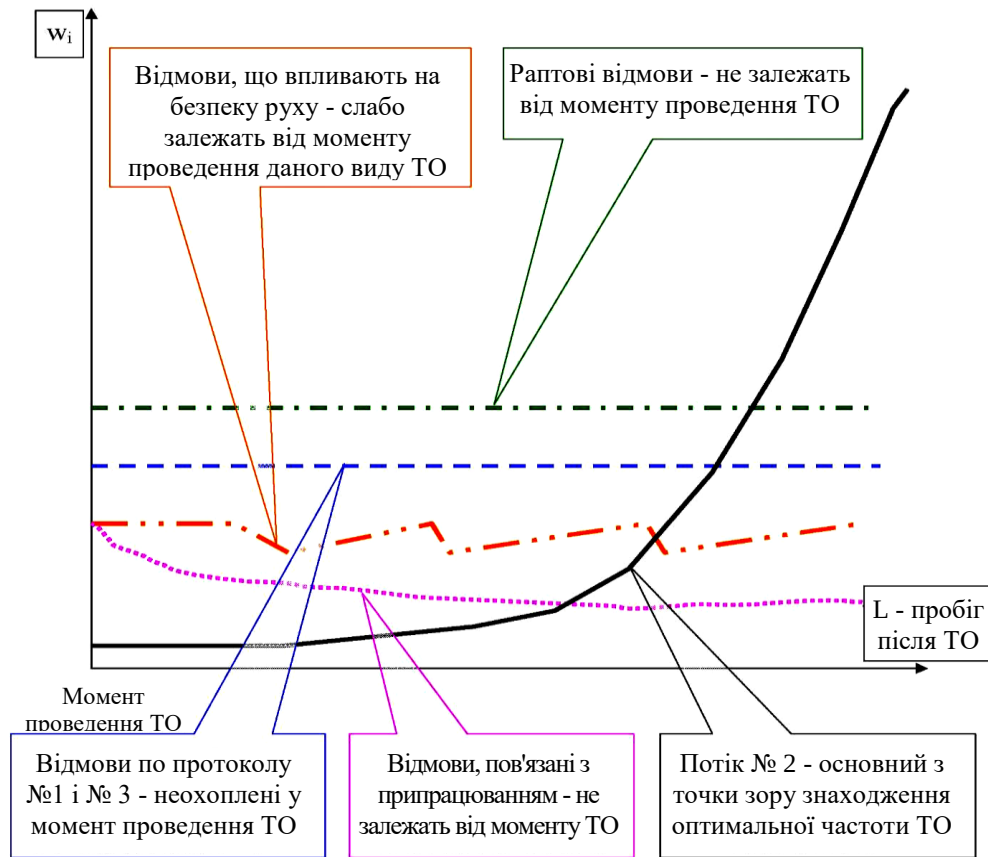


Рисунок 3.1 - Схематичне представлення функцій параметрів потоку відмов автомобіля-таксі в межах одного періоду проведення ТО

Для встановлення найбільш оптимальної у межах конкретного інтервалу постійності періодичності ТО в першому наближенні потрібна тільки залежність, яка вказана чорною лінією на рис. 3.1. Також, необхідно врахувати, що в статистичних даних по несправностях і відмовах залучені усі вказані потоки, і при обробці статистики треба розділити ці несправності по потоках. Залежність параметрів майже усіх потоків несправностей від віку ТЗ має важливе значення і її вимагається враховувати на другому етапі вирішення поставлених завдань по раціоналізації і оптимізації - визначення числа і меж інтервалів постійності періодичності ТО.

Більше того, за умови забезпечення можливості розбити дані потоки, істотно простіше скласти коефіцієнт корекції до вже наявних, які прийняті на даному підприємстві відповідно до нормативів.

Оскільки характер зміни параметра потоку несправностей для ТЗ ми знаємо то при побудові моделі включається коефіцієнт корекції параметрів ЗРЙ, який доводить необхідні розрахунки у відповідність з існуючим порядком виконання ТО, а після закінчення його розрахунку, виконується подальший аналіз моделі, вихідними параметрами для якої є:

- кількість інтервалів, всередині яких витримуватиметься константна періодичність проведення ТО;
- межі інтервалів, що мають описані вище властивості;
- значення раціональної періодичності проведення ТО для кожного такого інтервалу.

3.2 Визначення функціональних виразів моделі визначення періодичності проведення технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі.

Розглянемо функціональні вирази для складових моделі. Функція C_{11} представляється у вигляді:

$$C_{11}(l_{i_{\text{ТО}}}, L) = K_{c1} / l_{i_{\text{ТО}}} \quad (3.1)$$

де L - вік автотранспортного засобу, в тис. км. пробігу;

K_{c1} - коефіцієнт, що враховує витрати на оплату праці робітників по виконанню одного ТО, які приймаємо незалежними від L .

Аспект залежності цього коефіцієнта від пробігу між ТО в загальному випадку може бути розглянутий, проте в межах відносно невеликих змін періодичності при явному неприйнятті в справжніх умовах для АТП того типу.

Функція C_{12} представляється у вигляді:

$$C_{12}(\ell_{i_{\text{ТО}}}, L) = K_{c2} / \ell_{i_{\text{ТО}}} \quad (3.2)$$

де K_{c2} - коефіцієнт, що представляє з себе витрати на енергію при проведенні одного ТО, також приймаємо незалежним від L .

Функція C_{13} представляється залежно від режиму функціонування підприємства у виді:

а) кількість постів ТО і устаткування, використовуване при ТО, ніяк не залежатиме від режимів і, отже, об'ємів ТО, і застосовуватися буде тільки для робіт ТО:

$$C_{13}(\ell_{i_{\text{ТО}}}, L) = K_{c3} / L \quad (3.3)$$

де K_{c3} - річні амортизаційні відрахування за будівлі, споруди і устаткування, що доводяться на пост ТО;

L - річний пробіг усього парку автомобілів АТП.

Функція C_{14} представляється у вигляді:

$$C_{14}(\ell_{i_{\text{ТО}}}, L) = K_{c4} / \ell_{i_{\text{ТО}}} \quad (3.4)$$

де K_{c4} - коефіцієнт, що представляє собою середній прибуток, який отримує підприємство з одного працюючого на лінії автомобіля за час, що відповідає часу проведення одного ТО. Приймаємо незалежним від L .

Функція C_{15} представляється у вигляді:

$$C_{15}(\ell_{i_{\text{ТО}}}, L) = K_{c5} / \ell_{i_{\text{ТО}}} \quad (3.5)$$

де K_{c5} - інтеграл параметра потоку відмови по усіх потоках, при яких може бути підвищення експлуатаційних витрат при експлуатації з несправностями.

3.3 Розробка моделі визначення періодичності технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі.

Незважаючи на факт прийняття умови про можливість використання загального закону розподілу для виділеної групи вузлів, агрегатів, необхідно брати до уваги, що навіть для нормального закону розподілу ймовірності щільність розподілу ймовірності виникнення першої відмови для об'єднання потоків (випадкових величин) строго не дорівнюватиме щільності розподілу того ж виду функціонала, що і початкові функції, навіть якщо вони підпорядковані одному закону розподілу ймовірності. При цьому у тому випадку, коли середні напрацювання на відмову по кожній з відмов (несправність агрегату, вузла)

більше, ніж періодичності ТО що розглядаються, дозволяємо використання апроксимації що утворюються при невеликих значеннях функцій p_c з і їх підсумовуванням через гіперболічне представлення, а параметри провідної функції потоку відмов, що ґрунтується на цій функції, виражатимуться з обробки статистичної інформації при обліку як визначеній таким чином утворюючій функції. Усі використовувані параметри потоку відмови складені і підсумовуються з потоків відмов по окремих вузлах, агрегатах, тобто:

$$\forall j: w_j = \sum_{k=1}^{Ns_j} w_{j,k}(l, L) \quad (3.6)$$

де k - номер (укрупненої) системи автомобіля-таксі;

N_{sj} - число систем, які повинні враховуватися при побудові j -го потоку,

$w_{j,k}(l, L)$ - параметр потоку відмови по k -й системі в тій частині, в якій входить у формування j -го потоку відмов, залежно від l -пробігу після чергового ТО, і від L - віку автомобіля-таксі.

Треба враховувати, що складова, яку дає потік №2, варіюється і в межах одного періоду постійності пробігу між ТО; складові по інших потоках є константами в межах одного періоду постійності пробігу між ТО, але при зниженні l_{iTO} число подібних випадків росте, у зв'язку з чим складову K_{c5} необхідно брати по усіх потоках несправностей. Варіація меж інтервалів також впливає на постійність періодичності ТО, оскільки підставлені у функціональні вирази значення параметрів відповідних ЗРЙ представляють з себе середні значення відповідного змінюваного від віку параметра. При виконанні обчислень по середніх значеннях функція матиме вигляд:

$$C_{15}(l_{iTO}, i) = \frac{1}{l_{iTO}} \sum_{j=1}^5 \left[\int_{(l_{iTO} - l_{ec} D_{ik})}^{l_{iTO}} \sum_{k=1}^{Ns_j} K_{5j} \cdot w_{j,k}(l, \bar{L}_i) dl \right] \quad (3.7)$$

де $\bar{L}_i$ - середина i -го інтервалу постійності періодичності ТО.

Далі необхідно розглянути побудову функцій C_{2j} . Відповідно до вже вказаних вище умов побудови C_{2j} , з урахуванням того, що в цьому завданні оптимізації характеристики потоків №1, 3, 4, 5 не залежать від періодичності

виконання ТО і по аналогії з логікою побудови функції C_{15} маємо варіанти:

а) варіант розрахунку по середніх значеннях параметрів потоку відмови:

$$C_{2j}(l_{i_{TO}}, i) = \frac{1}{l_{i_{TO}}} * \int_0^{l_{i_{TO}}} K_{6,j} \cdot w_{2,j}(l, \bar{L}_i) dl \quad (3.8)$$

б) варіант усереднювання інтеграла по усьому інтервалу постійності періодичності ТО:

$$C_{2j}(l_{i_{TO}}, i) = \frac{1}{l_{i_{TO}}} \cdot \int_0^{l_{i_{TO}}} \left(\frac{1}{S_i} \cdot \int_{L_{i_n}}^{(L_{i_n} + S_i)} (K_{6,j} \cdot w_{2,j}(l, s)) ds \right) dl \quad (3.9)$$

У формулах (3.8) і (3.9) прийнято:

індекс j - номер групи відмов, що входять в потік №2;

$K_{6,j}$ - коефіцієнт, що представляє собою середні витрати, пов'язані з однією відмовою з j -ої групи.

Ці витрати складаються з:

$$K_{6,j} = K_{61,j} + K_{62,j} + K_{63,j} + K_{64,j} + K_{65,j} \quad (3.10)$$

$K_{61,j}$ - оплата роботи робітників, пропорційна середній трудомісткості ремонту;

$K_{62,j}$ - середня вартість потрібних по відмовах з j -ої групи запасних частин;

$K_{63,j}$ - недоотриманий прибуток, пов'язаний з простоем автомобіля в ремонті і відсутністю його на лінії по відмовах з j -ої групи;

$K_{64,j}$ - середні витрати на перевитрату пального, мастильних матеріалів при виникненні однієї відмови з j -ої групи;

$K_{65,j}$ - середні витрати на доставку рухомого складу в АТП при появі однієї відмови з j -ої групи.

Таким чином, вид цільової функції буде наступний:

$$C_{\Sigma}(l_{i_{TO}}) = \sum_{j=1}^k C_{1j}(l_{i_{TO}}, L_{i_n}, L_{i_s}) + \sum_{j=1}^{Ns_1} C_{2j}(l_{i_{TO}}, L_{i_n}, L_{i_s}) \rightarrow \min_{l_{i_{TO}}} \quad (3.11)$$

де $l_{i_{TO}}$ - періодичність виконання ТО на розглянутому i -му інтервалі пробігу;

L_{i_n} - початок i -го інтервалу (нижня межа інтервалу постійності

періодичності ТО);

L_{ie} - кінець i -го інтервалу (верхня межа інтервалу постійності періодичності ТО);

C_{lj} - питомі витрати (пов'язані в основному з одиничним проведенням ТО), що переважно убувають при збільшенні l_{iTO} ;

k - кількість складових витрат C_{lj} ;

C_{2j} - питомі витрати (пов'язані в основному з наростанням потоків відмов), переважно наростаючі при збільшенні l_{iTO} ;

N_{s2} - кількість потоків відмов, що формують питомі витрати типу C_2 .

Зразковий вид графічного представлення для цього завдання дано на рис. 3.2.

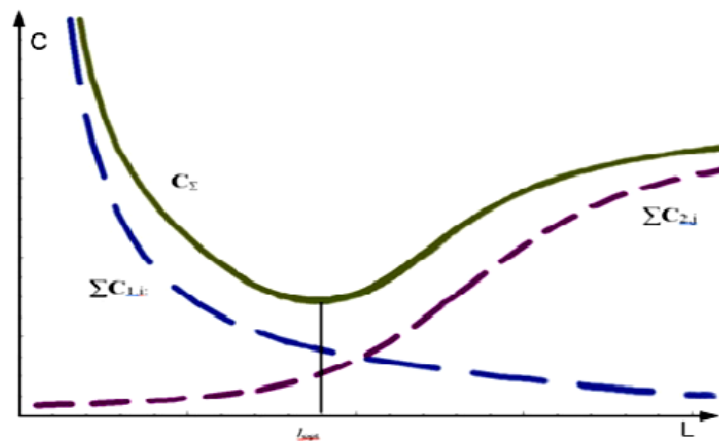


Рисунок 3.2 - Образ поведінки цільової функції для першого етапу знаходження

При цьому, подальший етап рішення визначення оптимального виразу (3.11) не може виконуватися у відриві від загального в цілому завдання, що включає визначення і інших (тимчасових) параметрів пошуку режимів. У виразі (3.11) параметр « i » означає, як і у більше ранніх формулах, номер інтервалу константи періодичності ТО, яких може бути декілька. Дійсно, у міру старіння автомобіля, тобто збільшення сумарного накопиченого пробігу, параметри більшості залежностей, що використовуються в побудові математичної моделі, змінюються [12, 19]. Ілюстрацією цього може служити приведена на рисунках 3.3-3.6 модель зміни поведінки цільової функції і результуючих характерних рішень, що отримуються при проведенні рішення на першому, початковому

рівні, залежно від віку автомобіля. Тут по осі абсцис відкладається L_{TO} - пробіг між ТЕ, в 10^4 км., по осі ординат L_{Σ} - сумарний накопичений пробіг автомобіля, в 10^5 км., по осі аплікату C - питомі витрати, грн/км.

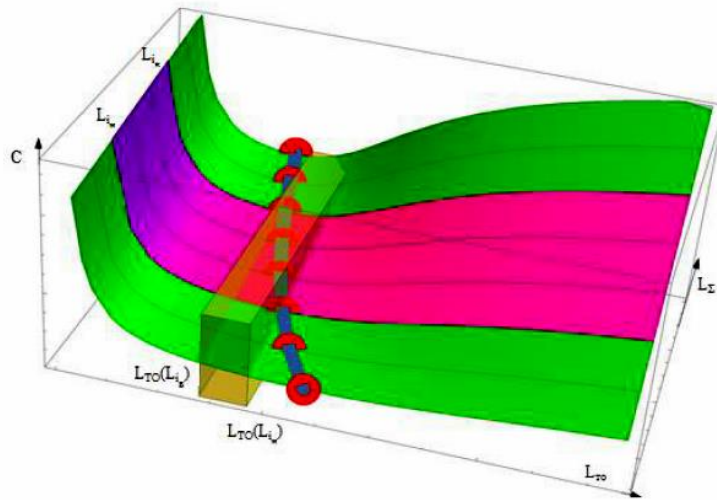


Рисунок 3.3 - Візуалізація формування значень цільової функції і раціональних рішень для завдання першого рівня оптимізації при різних сумарних накопичених пробігах автомобіля-таксі

Червоними мікросферами показані раціональні положення рішень (L_{TO} , C_{Σ}) при відповідних накопичених пробігах автомобіля, синя лінія - згладжуюча функція рішення, що утворює, залежно від L_{Σ} , малиновим кольором даний деякий заданий інтервал сумарного пробігу, в якому діятиме шукане постійне значення пробігу між ТО, і жовтим паралелепіпедом відмічений діапазон зміни раціонального значення рішення цільової функції початкового рівня упродовж заданого інтервалу сумарного пробігу автомобіля-таксі.

З ілюстрації видно, що, по-перше, результуючі питомі витрати, що розраховуються за увесь період експлуатації автомобіля-таксі, для підвищення точності рішень повинні враховувати вплив його сумарного накопиченого пробігу, і не просто усереднюванням за даний інтервал постійності L_{TO} , у зв'язку з нелінійністю отримуваних функціональних залежностей, а по-друге, зменшення довжин інтервалів постійності L_{TO} і, отже, збільшення їх кількості, приведе до зменшення питомих витрат за увесь період експлуатації автомобіля-таксі. В той же час надмірне збільшення різноманітних значень L_{TO} при

сучасному рівні організації проведення ТО і Р автомобілів-таксі приведе до значного розузгодження робіт, що повинне враховуватися при формуванні математичної моделі, призначеної для пошуку раціональної кількості, розташувань інтервалів постійності проведення ТО автомобілів.

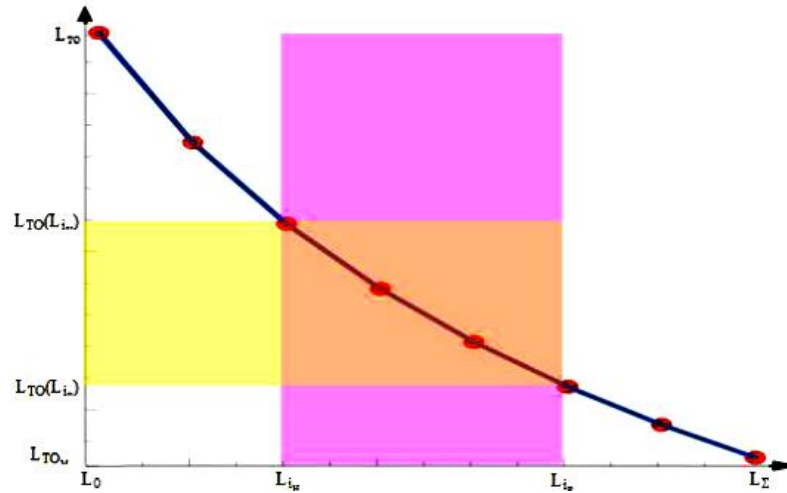


Рисунок 3.4 - Візуалізація залежності раціональних рішень для L_{TO} в завданні першого рівня оптимізації від значення сумарного накопиченого пробігу автомобіля-таксі

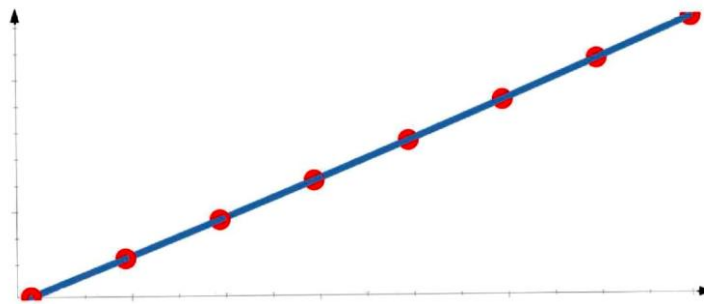


Рисунок 3.5 - Поведінка питомих витрат на ТО і Р при оптимальній періодичності ТО для відповідного віку автомобіля-таксі

Між тим, якщо не брати до уваги той факт, що автотранспортних засобів зі значним пробігом з початку експлуатації менше, ніж відносно «нових», а параметр потоку відмов у них може бути істотно більший, то облік внеску відповідних груп автотранспортних засобів в розрахунок поведінки усередненого параметра потоку відмови «на рівних», з рівними вагами приведе до некоректних результатів, що підвищують значення $w_i(L)$ і відповідно до тих, що знижують розрахункову періодичність l_{iTO} .

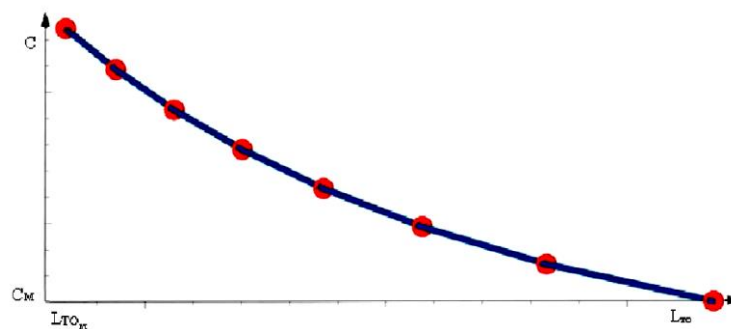


Рисунок 3.6 - Співвідношення питомих витрат на ТО і Р і оптимальній періодичності ТО для відповідного віку автомобіля-таксі

Оптимальна кількість періодів постійності проведення ТО явно залежить від того, чому дорівнює максимальний термін експлуатації автомобіля таксі. Так, дійсно, на рис. 3.3 видно, що при скороченні прийнятого терміну експлуатації різниця між значеннями оптимальної періодичності, що вираховується для стартового пробігу автомобіля і для періоду, близького до закінчення експлуатації, скорочується. При цьому і усереднені експлуатаційні питомі витрати зменшуються. В той же час, якщо при зафіксованому максимальному терміні експлуатації одноразові витрати на придбання автомобіля не грають значення, але при допущенні різних граничних термінів експлуатації автомобіля ці витрати слід враховувати.

Тому на останньому етапі виконується оптимізація термінів тривалості експлуатації автотранспортних засобів, що приймаються, на прикладі легкових автомобілів-таксі, для яких організована підтримка в технічно справному стані відповідно до запропонованої методології, з позиції збільшення середніх питомих витрат на 1 км експлуатації 1 автотранспортного засобу за увесь термін його експлуатації:

$$\left(\frac{Z_a(T_{np}) + f(Z_r)}{T_{np}} + g(T_{np}) \right) \xrightarrow{(T_{np}, M_n)} \min \quad (3.12)$$

де Z_m - витрати на придбання таксі;

$f(Z_m)$ - функція, що задає повні втрати, пов'язані з вкладенням коштів в придбання автомобіля таксі та включає окрім повної вартості, втрати від банківського кредитування відповідних засобів залежно від прийнятої

фінансової стратегії АТП;

$g(T_{np})$ - питомі експлуатаційні витрати на одиницю пробігу за увесь термін експлуатації T_{np} , що змінюються зі збільшенням сумарного накопиченого пробігу автомобіля.

На завершальному етапі необхідно врахувати, що із зростанням термінів списання ТЗ не лише з деякого моменту збільшуватимуться питомі витрати на ремонт на 1 км пробігу, що пов'язано із зростанням потоків несправностей, але також і витрати на паливе, можливі втрати експлуатаційних доходів, які безпосередньо пов'язані зі зменшенням часу перебування рухомого складу і відповідним зниженням прибутку, отримуваного від процесу перевезення. Графік пошуку оптимального рішення наведено на рис. 3.7.

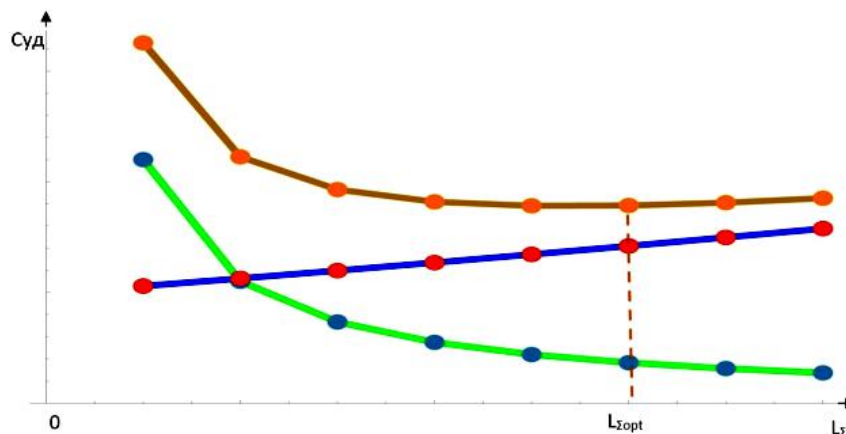


Рисунок 3.7 - Візуалізація цільової функції і раціональне рішення для завдання третього рівня оптимізації по сумарному накопиченому пробігу автомобіля таксі

Тут синім кольором з червоними розрахованими опорними точками показана поведінка питомих витрат на ТО і Р на одиницю пробігу (за увесь термін експлуатації ТЗ) при оптимальній періодичності ТО для відповідного віку автомобіля, зеленим кольором з синіми розрахунковими точками показані значення функції $f(Z_T)/T_{np} + g(T_{np})$, і світлокоричневим кольором - сума двох складових. Точка $L_{\Sigma opt}$ ілюструє раціональне рішення за максимальною тривалістю експлуатації автомобілів таксі.

РОЗДІЛ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ-ТАКСІ НА ОСНОВІ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ЇХ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

4.1 Визначення оптимальних значень питомих витрат щодо періодичності виконання технічного обслуговування автомобілів-таксі.

При виконанні розрахункової частини роботи, першочергово після завершення підготовчих операцій формується функція накопичених після виконання чергового ТО втрат на ремонтні дії по тих несправностях, на появу яких робить вплив факт виконання ТО рухомого складу, і далі, включаючи витрати, що відносяться до організаційних моментів виконання робіт по ТО рухомого складу знаходимо відповідні питомі загальні витрати відповідно до пробігу рухомого складу після виконання планового ТО і його вікової групи (рис. 4.1).

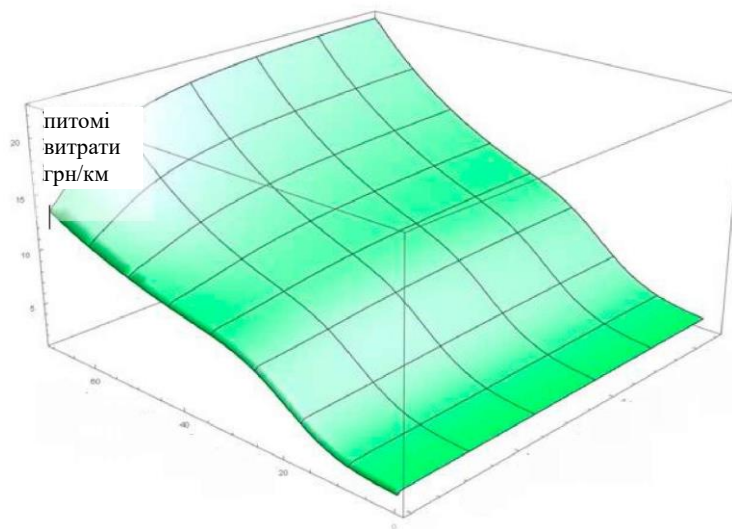


Рисунок 4.1 - Функція питомих витрат на ремонти по усіх системах в залежності і без залежності від моменту проведення ТО

При побудові графіку загальних витрат за увесь період експлуатації рухомого складу на підприємстві для рухомого складу, що має високий вік, необхідно брати до уваги не лише істотне зростання витрат на ремонтні роботи, але і зниження числа такого рухомого складу в групі, що пов'язано з

імовірнісним їх списанням, а значить нижчим їх впливом на підсумковий загальний результат. Завершений вид функції з урахуванням закону розподілу пробігу рухомого складу до списання з автотранспортного підприємства зображений на рис. 4.2.

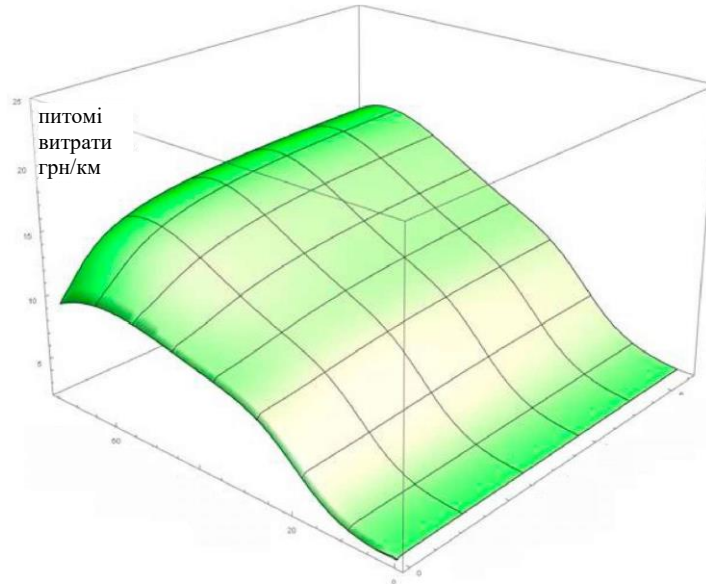


Рисунок 4.2 - Скоректована функція питомих витрат з урахуванням закону розподілу ймовірності списання по пробігу

На першій стадії, при визначенні найбільш раціональної і оптимальної періодичності виконання планових робіт по ТО рухомого складу як для випадку одного інтервалу константи періодичності виконання планового ТО, так і для кожного інтервалу зі встановленими верхньою і нижньою межами визначення оптимального значення виконується шляхом визначення найменших питомих витрат.

На рис. 4.3 як приклад, показано графік розрахункових значень питомих витрат при одному інтервалі постійності періодичності ТО. Прямою пунктирною лінією вказана точка найменших витрат. Усі накопичені за період експлуатації рухомого складу витрати, також як і питомі витрати розраховуються, як це і було закладено в математичній моделі, по питомих витратах на планові роботи по ТО і ті дії при поточному ремонті, на появу яких впливає виконання робіт по ТО.

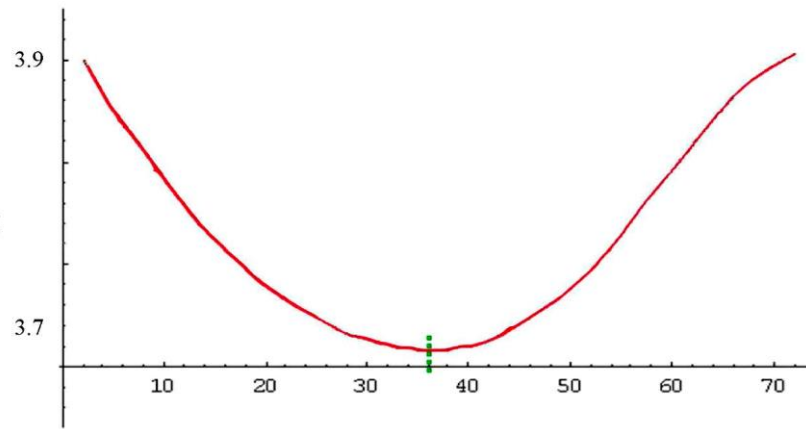


Рисунок 4.3 - Знаходження оптимального значення межі між 1 - м і 2-м періодами постійності L_{TO} по питомих витратах на ТО і на ті ремонтні роботи, виникнення яких залежить від проведення даного ТО

У разі встановлення моделі декількох інтервалів вимагається також знаходити і межі цих інтервалів, і періодичності виконання планового ТО при певних заданих межах. Сумарні питомі витрати за увесь період життєвого циклу рухомого складу залежно від межі між 2-ма інтервалами визначалися при періодичностях планового ТО, найбільш раціональних і оптимальних для кожного інтервалу відповідної довжини і розставляння меж. На рис. 4.4 показані розрахункові характеристики, що спільно змінюються залежно від межі між інтервалами, це загальні питомі витрати окремо по першому інтервалу і по другому, параметри, задіяні при формуванні усіх загальних витрат за повний життєвий цикл рухомого складу при його експлуатації в автотранспортному підприємстві. Як очевидно, що зі зміщенням цієї межі в зону великих значень зростають як питомі витрати по 1-му інтервалу, так і по 2-му. Очевидно, що в область захоплення першого інтервалу виявляються зони, в яких напрацювання на відмову по різних агрегатах і системах знижується, а отже витрати ростуть; у місці з тим з області охоплення другого інтервалу зі зміщення межі між інтервалами управо не охоплюються такі точки, в яких напрацювання на відмови більше, і, значить, витрати нижчі, що і призводить до взаємного зростання середніх питомих витрат. Все ж, через те, що усі значення функції для першого

інтервалу менші, ніж у функції для другого, при визначенні усіх загальних питомих витрат з урахуванням вагової функції (довжини відповідних інтервалів) узагальнена крива має точку оптимуму - її мінімум (рис. 4.3).

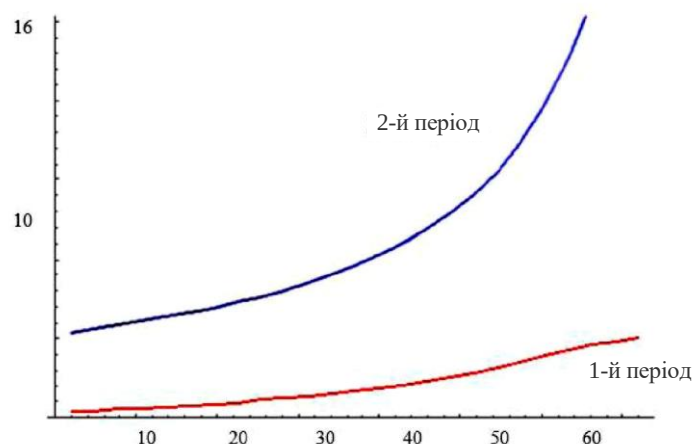
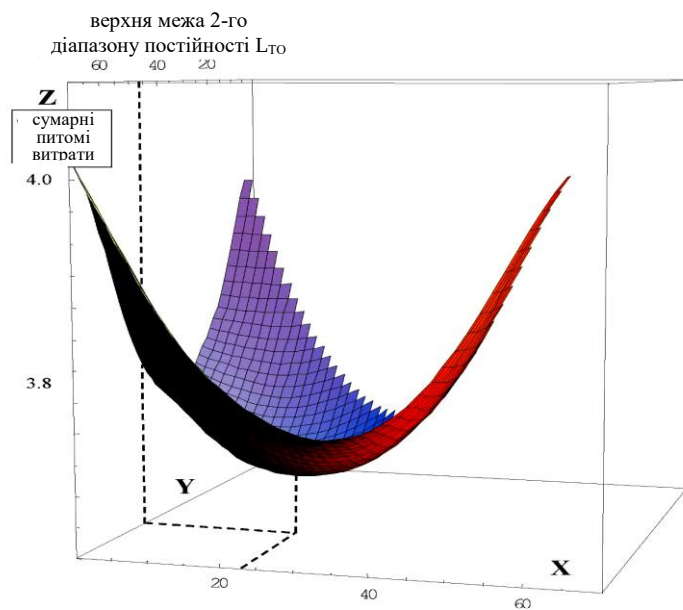


Рисунок 4.4 - Сумарні питомі витрати спільно по 1-му і 2-му інтервалам залежно від межі між 1-м і 2-м інтервалами постійності L_{TO} при оптимальних L_{TO}

На подальшому етапі виконання розрахунків - 3 інтервалу, графічний вид може бути зображений у форматі тривимірних графіків, де верхні межі першого і другого інтервалів виступають незалежними змінними. Як вже було сказано вище, для 3-го інтервалу відсутня чітка верхня межа, а останній інтервал (за віком рухомого складу), можна сказати, йде нескінченно.

На рис 4.5 показана 3D функція загальних питомих витрат - еквівалент представленої на рис. 4.3 функцій, залежно від двох вказаних раніше змінних. На графіку відмічена також найбільш оптимальна точка з вказівкою її координат (22*10 тис.км.; 36.5*10 тис.км.).

На мал. 4.6 показані в 3D виді деякі функції, отримані на одному зі східців розрахунків, а саме: питомі витрати (при найбільш оптимальному інтервалі пробігу між ТЕ L_{TO}) для усіх трьох інтервалів константи і найбільш раціональна оптимальна періодичність ТО L_{TO} - також для усіх трьох інтервалів постійності.



верхня межа 1-го діапазону постійності

Рисунок 4.5 - Знаходження оптимального значення меж між 1-м і 2-м (вісь X) і між 2-м і 3-м (вісь Y) інтервалами постійності L_{TO} по сумарних питомих витратах

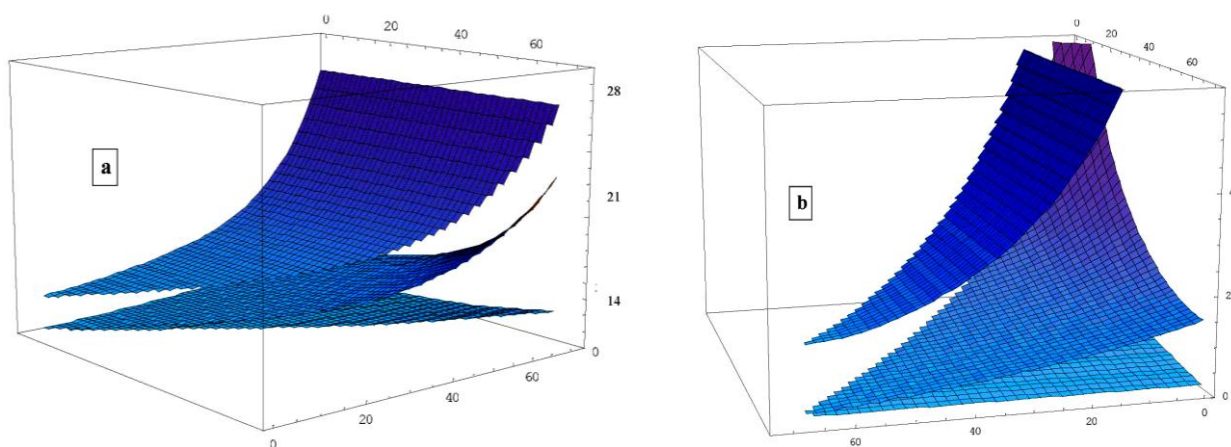


Рисунок 4.6 - Питомі витрати (а) і оптимальна періодичність L_{TO} (б) спільно в першому, другому і третьому періодах постійності при 3-х періодах, залежно від меж періодів

Повний набір розрахунків був виконаний для 8 інтервалів константи періодичності виконання планового ТО. Підсумки проведених розрахунків, для різної кількості інтервалів постійності періодичності ТО приведені на рис. 4.7 - 4.9.

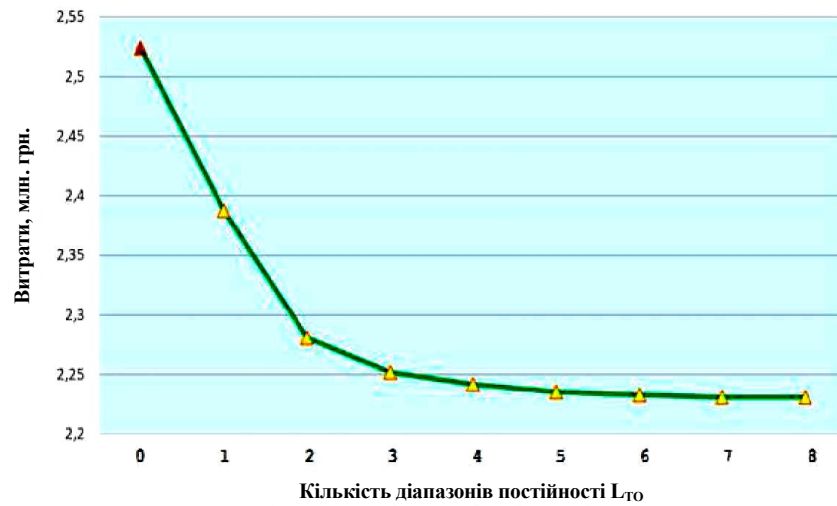


Рисунок 4.7 - Повні сумарні витрати залежно від кількості інтервалів

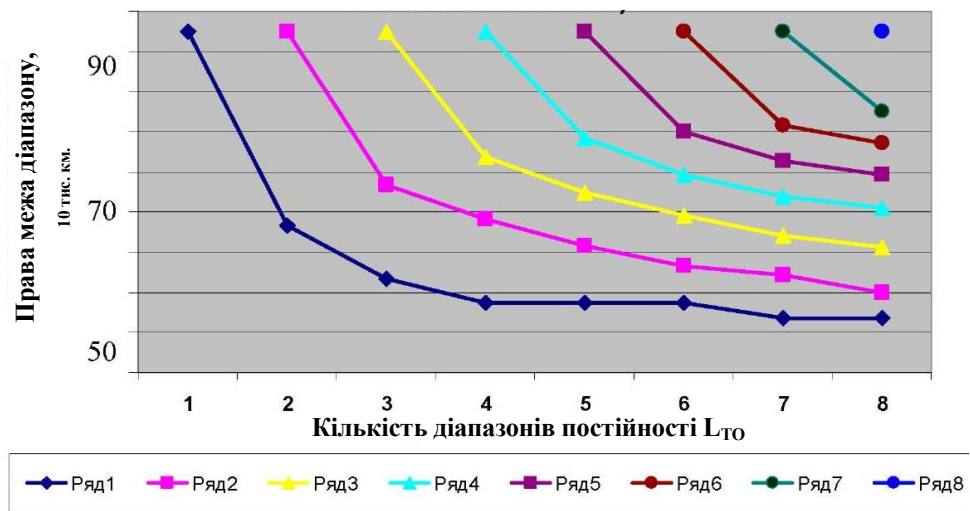


Рисунок 4.8 - Межі інтервалів залежно від кількості інтервалів

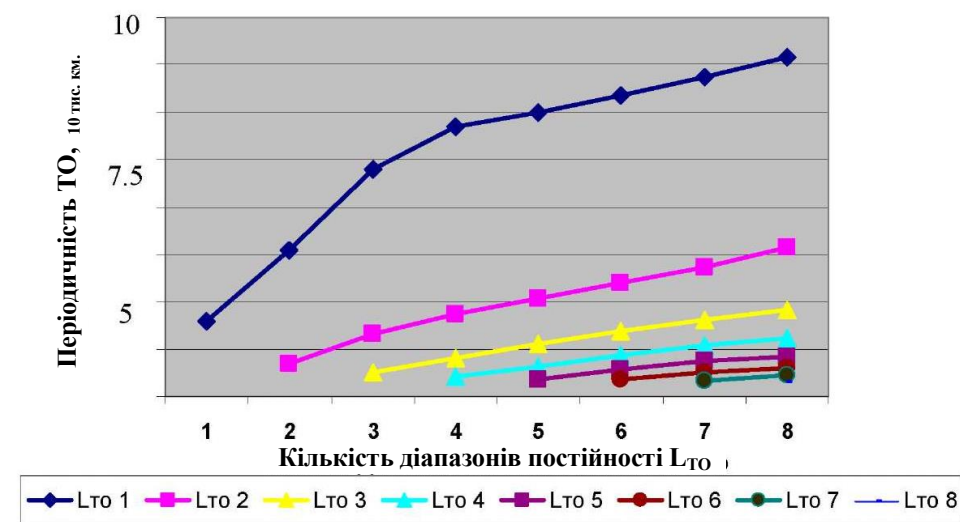


Рисунок 4.9 - Періодичність проведення ТО залежно від кількості інтервалів

Як видно з рис 4.5, що при зростанні кількості інтервалів загальні витрати на підтримку рухомого складу в технічно справному стані, тобто на виконання робіт по технічному ТО і Р по системах і агрегатах, на які робитиме вплив виконання робіт по ТО, за увесь період експлуатації рухомого складу знижуються.

Узгоджується цей факт головним чином, з тим, що при зростанні кількості інтервалів їх довжина (пробіг рухомого складу між ТО) знижується, а найбільш раціональна і оптимальна їх періодичність виявляється все ближче і ближче до середнього напрацювання на відмову по пробігу. Для даного АТП виконаний розрахунок виявив, що при виборі стратегії з вісьмома інтервалами постійності періодичності загальні витрати на виконання робіт по ТО за увесь період життя рухомого складу знизяться більш ніж на 6,5 %. А при зіставленні стратегії виконання робіт по ТР по потреби і описану стратегію з вісьмома інтервалами постійності періодичності виконання робіт ТО - більш ніж на 11,5 %.

Це зниження загальних витрат можна пояснити тим, що чим більше вік автотранспортного засобу і його накопичений пробіг, тим нижче напрацювання на відмову різних його вузлів, агрегатів і систем, а значить тим менше періодичності ТО на істотних пробігах з початку експлуатації при великому числі інтервалів постійності (рис. 4.9) і, відповідно, більше питомі витрати на виконання планових робіт ТО.

4.2 Техніко-економічна ефективність впровадження математичної моделі визначення періодичності технічного обслуговування легкових автомобілів-таксі.

Виконання розрахунків математичної моделі по раціоналізації і оптимізації періодичності ТО виявило, що зростання числа інтервалів постійності періодичності ТО веде до оптимізації періодичності, як правило, на істотних пробігах з початку експлуатації (табл. 4.1, 4.2). Через що виконання розрахунків з числом інтервалів більше 8 позбавлено сенсу.

У таблицях 4.1 і 4.2 дано скоректовані значення, отримані при узгодженні оптимальної періодичності L_{TO} і довжини інтервалу постійності L_{TO} . Достовірність виконаних розрахунків, як меж інтервалів, так і самих періодичностей ТО, зменшується при зростанні числа інтервалів постійності виконання 1-го ТО. Також, при значному числі інтервалів розрахункова ефективність ускладнення планування ТО виходить через те, що виконується оптимізація головним чином для рухомого складу того, що має істотний вік і пробіг з початку експлуатації, тобто для цієї групи автомобілів-таксі наростає потік їх списання, оскільки їх подальша експлуатація в АТП починає бути економічно малорентабельною і в окремих випадках навіть збитковою (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Значення верхньої межі діапазонів постійності періодичності ТО

Кількість діапазонів	Soптi	Значення верхньої межі діапазонів постійності періодичності ТО							
		1-го	2-го	3-го	4-го	5-го	6-го	7-го	8-го
0	2523,2	----							
1	2387,3	90							
2	2280,9	49,37	90						
3	2252,0	31,56	62,96	90					
4	2241,6	23,51	51,62	72,51	90				
5	2235,6	23,51	42,53	60,69	75,88	90			
6	2233,1	23,51	35,74	52,67	66,66	77,06	90		
7	2231,0	18,21	32,87	45,99	59,11	71,02	79,23	90	
8	2231,0	18,21	26,67	42,11	55,26	66,56	77,112	82,64	90

Таблиця 4.2 - Періодичність ТО за діапазонами постійності L_{TO}

Кількість діапазонів	Періодичність ТО за діапазонами постійності L_{TO}							
	Lто 1	Lто 2	Lто 3	Lто 4	Lто 5	Lто 6	Lто 7	Lто 8
0	----							
1	1,6							
2	3,81	0,86						
3	5,83	1,62	0,65					
4	7,26	2,17	1,02	0,53				
5	7,26	2,52	1,40	0,80	0,45			
6	7,26	2,83	1,74	1,08	0,70	0,45		
7	8,43	3,39	2,03	1,35	0,92	0,65	0,43	
8	8,43	3,92	2,38	1,52	1,05	0,75	0,54	0,37

Таким чином, для цього розглянутого парку автомобілів-таксі може бути прийнято ефективним і оптимальним числом інтервалів постійності періодичностей виконання планових робіт по ТО рівним 4, зі значеннями

меж інтервалів і відповідними періодичностями ТО, поміщеними в однойменний рядок.

Відповідно до описаного вище алгоритму пошуку раціонального вектору значень чинників, що враховуються, впливають на значення ефективності функціонування автомобілів-таксі, в повному полі можливих значень цих чинників, що включає граничну рекомендовану тривалість експлуатації автомобіля-таксі, на завершальному етапі розрахунків проводився пошук раціонального значення для цього чинника. На рис. 4.10 представлені результати проведених розрахунків в залежності тільки від цього чинника, при тому, що безліч інших параметрів при розрахунку по кожній з представлених на графіці точок була оптимізована відповідно до представленого вище ходу проведення розрахунків, проведених для початкового стану, - практично відсутність обмеження, тобто експлуатація до 12 років з середнім річним пробігом від 66-70 тис. км, і вище.

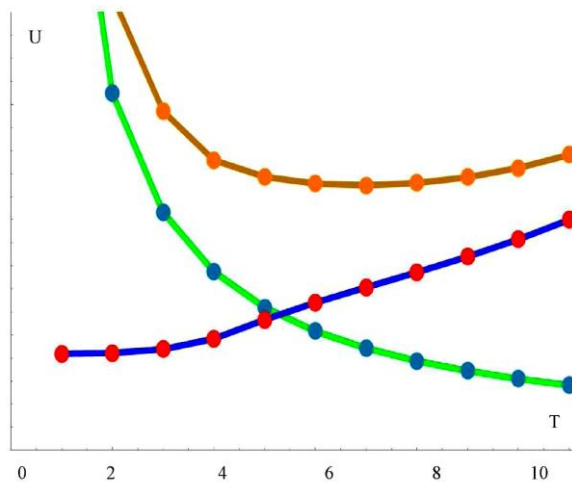


Рисунок 4.10 - Розрахунок значень середніх питомих витрат (U) за увесь термін служби автомобіля-таксі залежно від граничного терміну експлуатації (T)

В результаті проведених розрахунків було отримано, що раціональним граничним терміном експлуатації автомобіля-таксі може бути набуте значення в інтервалі від 6 до 7 років. В порівнянні з поточною ситуацією зниження питомих експлуатаційних витрат при переході на обмеження терміну експлуатації автомобілів-таксі відповідно до розрахункових рекомендацій може досягати 4.6%.

ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного системного аналізу робіт в області технічної експлуатації транспортних засобів науково доведена необхідність вдосконалення встановленої нормативно-технічної бази по технічному обслуговуванню і регламентам (рекомендаціям) заводів-виробників легкових автомобілів-таксі, пов'язана з вдосконаленням і розробкою методів формування і оптимізації режимів їх технічного обслуговування.

2. Науково обґрунтований методологічний підхід до оптимізації періодичності проведення технічного обслуговування автомобілів-таксі, в основі якого лежать такі принципи як: залежність потоку відмов від моменту проведення технічного обслуговування, структуризація потоків відмов по системах і агрегатах, поділ потоку відмов на залежні і незалежні від планового обслуговування.

3. Визначена сукупність оціночних показників моделі оптимізації періодичності технічного обслуговування та встановлені закономірності виникнення і формування потоків відмов автомобілів-таксі.

4. Розроблена методика і сформована математична модель визначення періодичності проведення технічного обслуговування автомобілів-таксі в умовах інтенсивної і безперервної експлуатації.

5. Розроблено алгоритм поетапного визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування автомобілів-таксі, вихідними параметрами якого є кількість інтервалів постійності технічного обслуговування та їх межі, а також оптимальні періодичності в кожному з інтервалів.

6. Отримано економічний ефект від впровадження розробленої методики у розмірі 4,6 % при раціональному терміні експлуатації автомобіля-таксі в умовах інтенсивної і безперервної експлуатації до 7 років.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аулін В.В., Кузик О.В., Голуб Д.В. та ін. Підвищення технічного рівня автотранспортних засобів і мобільної сільськогосподарської техніки інноваційними методами, технологіями та сервісом: монографія під заг.ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. Кропивницький: Видав. ФОП Лисенко В.Ф., 2024. 420 с.
2. Аулін В.В., Голуб Д.В., Біліченко В.В. та ін. Формування показників оцінки ефективності транспортного процесу перевезень. Вісник машинобудування та транспорту №1(11), 2020. - С.5-10.
3. Андрусенко С.І., Бугайчук О.С. Організація технічної експлуатації автомобілів в Україні за сучасних умов. Вісник НТУ: Серія «Технічні науки». Вип. 1(34). К: НТУ, 2016. С. 12-20.
4. Березняцький В.В. Оптимізація часу простою автомобілів у ремонті і обслуговуванні за рахунок удосконалення оперативного планування виконання цих робіт. Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». Вип. 1(34). К: НТУ, 2016. Р 56-59.
5. Бідняк М. Н., Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: теорія і практика: монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. 176 с.
6. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Цимбал С. В. Оптимізація розподілу заявок на обслуговування і ремонт. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Вінниця, 2004. № 1(52). С. 72-76.
7. Біліченко В. В., Цимбал С. В., Романюк С. О. Управління розвитком виробничої системи міських пасажирських перевезень. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Житомир, 2010. № 2(53), том II. С. 11-18.
8. Дудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. К.: Знання Прес, 2003. 511 с.
9. Іванушко О.М. Підвищення ефективності експлуатації автотранспортних засобів шляхом оптимізації періодичності технічного обслуговування: дис... канд. техн. наук: 05.22.20. НТУ, Київ, 2020. 240 с.
10. Крещенецький В.Л., Цимбал С.В., Романюк С.О. Оптимізація потужності та структури зон технічного обслуговування та поточного ремонту підприємств автомобільного транспорту. Сучасні технології та

перспективи розвитку автомобільного транспорту: збірник тез доповідей IV міжнародної науково-практичної конференції, Вінниця, 24-26 жовтня 2011 р. Вінниця, 2011. С. 46-47.

11. Сахно В.П., Свостін-Косяк Д.О. Форми організації моніторингу технічного стану транспортних засобів. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». К: НТУ, 2017. Вип. 37. С. 373-380.

12. Севостьянов І.В. Експлуатація та обслуговування машин: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2006. 127 с.

13. Субочев О.І. Підвищення ефективності автосервісних підприємств на основі пріоритетів транспортного процесу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту», Київ, 2001. 20 с.

14. Форнальчик Є.Ю., Олісевич М.С. Технічна експлуатація та надійність: навч. посіб. Львів: Афіша, 2004. 492 с.

15. Цимбал С.В. Дослідження та прогнозування потоку відмов транспортних засобів в умовах автотранспортного підприємства. Наукові нотатки Луцького національного технічного університету. Луцьк, 2014. №46. С. 565-570.

16. Ahuja, I. P. S., Khamba, J. S. Strategies and success factors for overcoming challenges in TPM implementation in Indian manufacturing industry. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2008. №14(2). pp. 123-147.

17. Azaiez M.N. A multi-attribute preventive replacement model. Journal of Quality in Maintenance Engineering. Volume 8, Number 3, 2002. pp. 213-225.

18. Ding, S. H., Kamaruddin, S. Maintenance policy optimization literature review and directions. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2005. №76(5). pp. 1263-1283.

19. Dttpow H., Blount G. A review of reliability prediction. Aircraft Engineering and Aerospace Technology. Volume 69, Number 4, 1997. pp. 356-362.

20. Garg, A., Deshmukh, S. G. Maintenance management literature review and directions. International Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2006. №12(3). pp. 205-238.

21. Normann R. Service management : strategy and leadership in service business [3rd Edition]. New York: John Wiley, 2001. 256 p.