

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

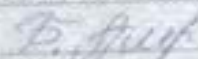
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

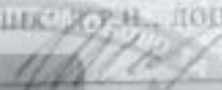
«Підвищення ефективності функціонування автобусного парку
комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» шляхом
оптимізації строків експлуатації рухомого складу»

Виконала: студ. 2-го курсу, групи ТТ-23мз
спеціальності 275 – Транспортні технології
(на ядлах), спеціалізація 275.03 –
Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

Освітньо-професійна програма – Транспортні
технології на автомобільному транспорті

 Бузниковата А.О.

Керівник жур. н., доцент, доцент каф. АТМ

 Красноштан О.М.

« 9 » 06 2025 р.

Опонець Е.Г. н., доцент, доцент каф. АТМ

 Репінський С.В.

« 18 » 06 2025 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

 Е.Г. н., доц. Нимбала С.Д.

« 06 » 06 2025 р.

Вінницький національний технічний університет

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

Вища вища освіта II рівня (магістерський)
спеціальність 275 – Транспорт
спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)
спеціальність 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
кваліфікаційна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

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

в.п.п. 06.06.2025 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Буциковській Аліні Олександрівні

1. Тема роботи: Підвищення ефективності функціонування автобусного парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» шляхом оптимізації строків експлуатації рухомого складу.
керівник роботи Кривоносов Олександр Михайлович, д.т.н., доцент,
затверджено наказом ВНТУ від «20» березня 2025 року № 96.

2. Строк подання студентом роботи 09.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (дискрипторів, термінів, стандартів та технічних умов заводів-виробників автомобільної техніки); Законодавство України в галузі безпеки руху; район експлуатації автобусів – м. Вінниця, Україна; досліджувані моделі АТЗ – автобуси: ІАЗ-А183, Богдан А70110, Богдан А70130, Богдан А70132, Богдан А 092 С6.

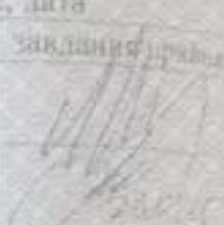
4. Зміст текстової частини:

1. Аналіз діяльності комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» та шляхи до визначення оптимального терміну експлуатації автобусів.
 2. Обґрунтування та розрахунок виробничої програми комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».
 3. Дослідження проблеми підвищення ефективності функціонування автобусного парку КД «ВНТК» шляхом оптимізації строків експлуатації рухомого складу.
 4. Реалізація методики визначення допустимих строків експлуатації автобусів.
5. Перелік біографічного матеріалу (згорнім записом обов'язкових креслень):
- 1-3. Інформаційні аркуші, з яких мета та завдання дослідження, об'єкти предмет дослідження, наукова новизна та практична цінність запропонованих розробок.
 4. Аналіз маршрутної мережі міста Вінниця.

5. Рухомий склад автобусного парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

6. Алгоритм проведення дослідження
7. Аналіз методів управління парком рухомого складу
8. Показники оцінки рівня працездатності парку та статистичного моделювання
9. Аналіз вікової структури парку
10. Оцінка рівня працездатності рухомого складу
11. Моделювання зміни накопичених пробігів автобусів
12. Моделювання за оцінку витрати палива в залежності від інтенсивності експлуатації
13. Моделювання сумарних витрат на експлуатацію рухомого складу
14. Функціональні залежності параметрів робочості від віку рухомого складу
15. Результати досліджень
16. Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видан	завдання прийнято
Розв'язання основної задачі	Красноштан О.М., доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макирова Т.В., доцент кафедри АТМ		

7. Дата видачі завдання « 21 » березня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	17.02-02.03.2025	Закінчено
2	Аналіз відомих рішень, постановка задачі	03.03-16.03.2025	Закінчено
3	Обґрунтування методів досліджень	17.03-31.03.2025	Закінчено
4	Розв'язання поставлених задач	01.04-26.05.2025	Закінчено
5	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	05.05-26.05.2025	Закінчено
6	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	27.05-30.05.2025	Закінчено
7	Переоцірка роботи на плагіат		
8	Оформлення текстових документів та ілюстраційних матеріалів	02.06-04.06.2025	Закінчено
9	Попередній захист МКР	05.06-06.06.2025	Закінчено
10	Допуск завідувача кафедри до захисту МКР	09.06-11.06.2025	Закінчено
11	Ремонтування МКР	12.06-17.06.2025	Закінчено
12	Захист МКР	18.06-20.06.2025	Закінчено
		23.06-24.06.2025	Закінчено

Здобувач

Керівник роботи

Бузниковата А.О.

Красноштан О.М.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Бузниковата А.О. Підвищення ефективності функціонування автобусного парку комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» шляхом оптимізації строків експлуатації рухомого складу. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 - транспортні технології, освітня програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2025. 115 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 35 назва, рис.: 24; табл. 29.

Головною метою роботи є підвищення ефективності експлуатації автобусів КП «Вінницька транспортна компанія» шляхом оптимізації строків їх експлуатації. Для досягнення поставленої мети було проведено аналіз вікової структури автобусного парку та існуючих підходів до управління рухомим складом. Розроблено математичну модель для визначення раціонального терміну експлуатації автобусів, що дозволяє мінімізувати питомі експлуатаційні витрати, а також досліджено вплив вікової структури парку на його ефективність.

Основними результатами роботи є обґрунтування раціональних параметрів підтримки вікової структури парку (рівномірне поповнення) та оптимального діапазону граничного терміну експлуатації автобусів (7-12 років). Доведено, що впровадження запропонованих заходів дозволяє скоротити питомі витрати на одиницю виконаної роботи до 16.7% від поточного рівня, що підтверджує економічну ефективність виконаних досліджень.

Графічна частина складається з 16 слайдів.

Ключові слова: автобус, експлуатація, оптимізація, вікова структура, ефективність, рухомий склад, технічне обслуговування, маршрутна мережа.

ABSTRACT

UDC 629.113

Buznikovata A.O. Increasing the efficiency of the bus fleet of the municipal enterprise "Vinnytsia Transport Company" by optimizing the operating periods of rolling stock. Master's qualification work in the specialty 275 - transport technologies, educational program - Transport technologies in road transport. Vinnytsia: VNTU, 2025. 115 p.

In Ukrainian. Bibliography: 35 title; fig.: 24; table: 29.

The main goal of the work is to increase the efficiency of the operation of buses of the municipal enterprise "Vinnytsia Transport Company" by optimizing their operating periods. To achieve this goal, an analysis of the age structure of the bus fleet and existing approaches to rolling stock management was conducted. A mathematical model was developed to determine the rational operating period of buses, which allows minimizing specific operating costs, and the influence of the age structure of the fleet on its efficiency was also studied.

The main results of the work are the justification of rational parameters for maintaining the age structure of the fleet (even replenishment) and the optimal range of the maximum service life of buses (7-12 years). It is proven that the implementation of the proposed measures allows reducing the unit costs per unit of work performed to 16.7% of the current level, which confirms the economic efficiency of the research performed.

The graphic part consists of 16 slides.

Keywords: bus, operation, optimization, age structure, efficiency, rolling stock, maintenance, route network.



ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» ТА ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ.....	10
1.1 Огляд діяльності КП «Вінницька транспортна компанія».....	10
1.2 Аналіз вікового розподілу автобусного парку України та досліджуваного підприємства.....	13
1.3 Загальні вимоги до технічного обслуговування та ремонту рухомого складу.....	18
1.4 Вимоги до організації технічного обслуговування рухомого складу.....	19
1.5 Вимоги до організації ремонту рухомого складу.....	21
1.6 Дослідження та аналіз маршрутної мережі міста Вінниця.....	23
1.7 Оцінка виробничо-технічної бази підприємства та діючої системи технічного обслуговування й планово-поточного ремонту.....	25
1.8 Аналіз науково-дослідних підходів до визначення оптимального терміну експлуатації транспортних засобів.....	29
1.9 Аналіз сучасних методологій оцінки вікової структури автобусних парків.....	31
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ».....	36
2.1 Вибір програмних засобів для автоматизованих розрахунків на електронно- обчислювальних машинах.....	36
2.2 Вибір і обґрунтування вихідних даних.....	36
2.3 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування та ремонту рухомого складу.....	38
2.4 Визначення чисельності виробничого та допоміжного персоналу.....	45
2.5 Розрахунок кількості робочих постів.....	47

2.6	Визначення площ приміщень АТП.....	49
2.7	Розробка планувальних рішень	53
3	ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОБУСНОГО ПАРКУ КП «ВТК» ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРОКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ.....	57
3.1	Аналіз методів управління парком рухомого складу.....	57
3.2	Залежність ефективності функціонування рухомого складу від терміну експлуатації.....	59
3.3	Способи оновлення рухомого складу на підприємстві.....	65
3.4	Визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів.....	67
3.5	Моделювання сумарних питомих витрат на експлуатацію рухомого складу.....	75
3.6	Визначення функціональних залежностей параметрів працездатності від віку рухомого складу та розробка відповідного алгоритму.....	86
4	РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРОКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ.....	93
4.1	Аналіз вікової структури та інтенсивності експлуатації рухомого складу для досліджуваних вибірок.....	93
4.2	Оцінка працездатності та моделювання динаміки накопичених пробігів автобусів.....	97
4.3	Встановлення функціональних залежностей параметрів працездатності автобусів від їхнього віку.....	100
4.4	Моделювання та оцінка витрати палива залежно від вікової структури автобусного парку.....	103
	ВИСНОВКИ.....	110
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	111
	ДОДАТКИ.....	115



ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АТП – автотранспортне підприємство;
АТЗ – автотранспортний засіб;
ВТБ – виробничо-технічна база;
ВК – автобуси великого класу;
ВТТУ – Вінницьке трамвайно-тролейбусне управління;
ГОСТ – государственный стандарт;
ДСТУ – державний стандарт України;
КУЕ – категорія умов експлуатації;
КР – капітальний ремонт;
КП «ВТК» - комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія»;
КВ – коефіцієнт випуску;
КТВ – коефіцієнт технічного використання;
МК – автобуси малого класу;
ОВК – автобуси особливо великого класу;
ПКУ – природньо-кліматичні умови;
ПММ - паливно-мастильні матеріали;
ПУСО – пункт спеціальної обробки;
ЩО – щоденне обслуговування;
РС – рухомий склад;
СК – автобуси середнього класу;
ТЗ – транспортний засіб;
ТЕА – технічна експлуатація автомобілів;
ТО і ПР – технічне обслуговування та поточний ремонт;



ВСТУП

Актуальність теми. Міський громадський транспорт є критично важливим елементом життєдіяльності міського населення. У структурі пасажирських перевезень ключове місце займає автомобільний транспорт. З огляду на це, актуалізується завдання ефективного управління експлуатацією автобусного парку. Це завдання охоплює періодичне визначення раціонального терміну використання транспортних засобів, оптимізацію видів та термінів технічного обслуговування (ТО) і ремонту (Р), а також обґрунтування рішень щодо списання наявного рухомого складу та придбання нової техніки. Систематичний та всебічний аналіз цих аспектів є необхідним для встановлення економічно доцільного терміну експлуатації автобусів транспортних компаній, зокрема КП «Вінницька транспортна компанія».

Відповідно, виникає об'єктивна необхідність у розробці обґрунтованих стратегій, спрямованих на системне оновлення рухомого складу. Це дозволить забезпечити підтримання заданого рівня працездатності автопарку за умови оптимізації та мінімізації експлуатаційних витрат. Для комунальних підприємств, таких як КП «Вінницька транспортна компанія», фінансування діяльності яких здійснюється за рахунок коштів міського бюджету, дотримання цих вимог набуває особливого значення.

Слід підкреслити, що величина тарифу на перевезення пасажирів підлягає регулюванню з боку органів місцевого самоврядування, що робить її некерованою змінною для КП «Вінницька транспортна компанія». У зв'язку з цим, одним із ключових пріоритетів для підприємства є скорочення експлуатаційних витрат автобусного парку шляхом ідентифікації та ефективного використання внутрішніх резервів. Це, у свою чергу, має сприяти підвищенню загальної операційної ефективності їх діяльності.

Розв'язання зазначеної задачі потребує практичної реалізації підходу, який дозволить визначати раціональний термін експлуатації автобусів підприємства в місті Вінниця. Цей підхід повинен ґрунтуватися на

комплексному аналізі показників технічної експлуатації, що характеризують інтенсивність використання автотранспортних засобів, динаміку їх зміни в часі, рівень працездатності, ресурс автобусів та витрати на його підтримку. Імплементация такого підходу дозволить досягти наступних результатів:

1. Зниження собівартості перевізного процесу та, як наслідок, зменшення навантаження на міський бюджет.
2. Забезпечення високої якості пасажирських перевезень.
3. Збільшення дохідності підприємства.
4. Оптимізація роботи інженерно-технічної служби.
5. Прогнозування діяльності підприємства як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі.

Визначення оптимального терміну експлуатації автобусів забезпечить можливість:

1. Прогнозування оптимальної структури автобусного парку підприємства за класами, типами та марками, залежно від цілей та призначення їх використання.
2. Оптимізації вікової структури експлуатованих автобусів з урахуванням ефективності реалізації процесів технічного обслуговування та ремонту.
3. Прогнозування обсягів списання зношених та неефективних за сукупністю якісних показників автобусів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дана магістерська робота виконувалася в рамках науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету. Вона є невід'ємною частиною системних досліджень, присвячених оптимізації організації перевезень та підвищенню ефективності технічної експлуатації автомобільного транспорту.

Метою дослідження є підвищення ефективності функціонування автобусного парку комунального підприємства "Вінницька транспортна компанія" шляхом оптимізації строків експлуатації рухомого складу.

Для досягнення поставленої мети було вирішено наступні завдання:

- виконання аналізу вікової структури автобусів комунального підприємства;
- проведення аналізу існуючих методів управління парком рухомого складу;
- визначення ключових факторів та розробка критеріїв, що визначають ресурс автобусів;
- встановлення показників для оцінки рівня працездатності автобусів;
- оцінка рівня працездатності та моделювання накопичених пробігів автобусів, а також витрат палива;
- визначення функціональних залежностей параметрів працездатності від віку автобусів;
- побудова математичної моделі для визначення раціонального терміну експлуатації автобусів.

Об'єктом дослідження є процес експлуатації автобусів, що забезпечує здійснення пасажирських перевезень у м. Вінниця.

Предметом дослідження є показники ефективності експлуатації автобусного парку та питомі витрати на перевезення в м. Вінниця.

Методи дослідження ґрунтуються на принципах математичної статистики, застосуванні засобів статистичних досліджень, положеннях теорії ймовірностей та методах математичного моделювання.

Новизна одержаних результатів полягає у розробці інтегрованого підходу до визначення раціонального терміну експлуатації транспортних засобів з позиції економічної ефективності, враховуючи існуючу вікову структуру рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія».

Практична значимість роботи полягає у розробці та апробації підходу до визначення раціонального терміну експлуатації автобусів, що дозволяє суттєво знизити експлуатаційні витрати КП «Вінницька транспортна компанія» та оптимізувати використання міського бюджету.

Апробація результатів роботи на наукових конференціях. Основні положення магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на Міжнародні

науково-практичні інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (м. Вінниця, 2025 р.) [11]

Публікації. Матеріали магістерської роботи висвітлені у 1 опублікованій науковій праці апробативного характеру.



1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ» ТА ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ

1.1 Огляд діяльності КП «Вінницька транспортна компанія»

Комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» (КП «ВТК») є ключовим суб'єктом у системі міського транспорту Вінниці, що забезпечує пасажирські перевезення та інфраструктурне обслуговування. Історія підприємства бере свій початок з 1913 року з відкриття трамвайного руху в місті, що започаткувало розвиток організованого міського транспорту. Протягом свого існування підприємство пройшло низку трансформацій, змінюючи назви (від «Винницкий городской трамвай» до «Винницкое городское электрическое предприятие», «Управление городского трамвая», «Трамвайный трест» та «Трамвайно-тролейбусное управление») відповідно до розширення сфери діяльності та зміни адміністративних структур.

Зокрема, у 1964 році було відкрито тролейбусний рух, а у 2008 році до складу підприємства інтегровано муніципальний автобусний парк. Важливою віхою стало перейменування у 2014 році на КП «Вінницька транспортна компанія».

Наразі КП «Вінницька транспортна компанія» є великим підприємством, що налічує близько 1440 співробітників, володіє необхідним технологічним обладнанням, розвиненою базою енергогосподарства, автогосподарством, службою колії та кваліфікованими кадрами. Власником підприємства є територіальна громада міста Вінниці в особі Вінницької міської ради, а управління здійснюється Департаментом транспорту та міської мобільності.

Трамвайне депо: Мережа трамвайних ліній становить 44,075 км. Депо налічує 130 пасажирських та 12 службових трамвайних вагонів, забезпечуючи випуск на лінію 76 одиниць рухомого складу за 6 маршрутами. Автопарк включає вагони

типів KT4SU «Татра», Be 4/4 «Karpfen», Be 4/6 «Mirage», KT4UA «VinWay», T4UA «VinWay», KT4MB «VinWay» та TRAM 2000. Історичний розвиток трамвайної мережі включав розширення ліній у 1932, 1955, 1957–1959, 1960-х роках. З 2007 року відбувається активне оновлення трамвайного парку завдяки співпраці з урядом Швейцарії, що передбачає поставку сучасних вагонів типу Tram 2000 та адаптацію ремонтної бази. Підприємство з 2024 року почало розробку та виробництво трамвайних вагонів нового покоління з пониженим рівнем підлоги на базі моделі TRAM 2000. Наразі трамвайний парк налічує 9 низькопідлогових трамваїв моделі «VinWay», які адаптовані для людей з інвалідністю.

Тролейбусне депо: Мережа тролейбусних ліній становить 88,9 км. Депо налічує 167 пасажирських та 2 службових тролейбуси, 4 учбових та 1 екскурсійний тролейбус забезпечуючи випуск на лінію 115 одиниць рухомого складу за 22 маршрутами. Рухомий склад представлений типами ZiU 9, Богдан T11770, Solaris Trollino 12 та PTS-12 «VinLine». Особлива увага приділяється розвитку тролейбусів з автономним ходом до 20 км, що дозволило розширити маршрутну мережу на 45 км без будівництва нової контактної мережі. Пріоритетним напрямком є також заміна застарілих тролейбусів на сучасні моделі з автономним ходом. Наразі тролейбусний парк налічує 21 тролейбус з автономним ходом.

Автотранспортний парк: Створений у 2008 році, налічує 66 пасажирських автобусів (55 одиниць випускається на лінію за 20 маршрутами). Автопарк включає автобуси великої місткості (Богдан A70110, 70130, 70132, A 092 G6, OTOKAR CNG KENT, MAN LION'S CITY A20 CNG, VDL 405 EI CITEA LLE 120.225, SKYWELL – електробус) та середньої місткості («Атаман»). Автобуси переважно використовуються для підвезення пасажирів з районів приватної забудови до електротранспорту та центру міста. У 2014 році завершено будівництво муніципального автобусного парку.

Підприємство має потужну ремонтну базу, що дозволяє виконувати всі види технічного обслуговування та ремонту рухомого складу, освоювати сучасні

технології реставрації агрегатів та виготовляти понад 750 видів запасних частин власними силами. Активно впроваджуються енергозберігаючі технології, зокрема встановлення лічильників електроенергії на трамваях та тролейбусах, що дозволяє оптимізувати витрати на енергоресурси. Незважаючи на старіння частини рухомого складу та обмежені можливості для повного оновлення, технічний стан автопарку підтримується на належному рівні завдяки ефективній ремонтній базі та системному підходу до експлуатації.



Ремонтна база АТП створена у 2014 р.



Автобус ІАЗ А183/01



Електробус «Skywell» на вул. Соборній



Автобус "Агаман"



В липні 2021 році підприємство отримало 10 од. автобусів «ОТOKAR CNG KENT» (на газовому паливному виробництві Туреччини)





Рисунок 1.1 Транспортна складова автобусного парку

Комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» демонструє сталий розвиток, функціонуючи як потужний ремонтно-експлуатаційний комплекс, що відзначає 111-річчя своєї діяльності, постійно адаптуючись до зростаючих потреб міської інфраструктури та пасажиропотоків.

1.2 Аналіз вікового розподілу автобусного парку України та досліджуваного підприємства

Система громадського транспорту України, що успадкувала значні риси від радянської епохи, пройшла складний шлях еволюції з моменту здобуття незалежності, що призвело до її поточного стану. Центральною проблемою, яка розглядається у даній роботі, є глибокі та часто складні трансформації у структурі автобусного парку громадського транспорту та його нинішній

незадовільний технічний стан. Ці питання створюють значні перешкоди для ефективної міської мобільності, громадської безпеки та екологічної сталості.

Протягом радянського періоду, зокрема з 1980-х років, у складі автобусного парку громадського транспорту України спостерігалися чіткі зміни. Відбулося помітне зменшення частки автобусів малого класу з 26,3% до 19% та середнього класу з 28,7% до 17%. Паралельно з цим, зафіксовано зростання частки автобусів великого класу з 37,7% до 46% та особливо великого класу з 4,1% до 13% [38]. Таким чином, у цей період домінуючу частку в парку громадського транспорту займали автобуси великого та особливо великого класів.

Ця тенденція до збільшення кількості транспортних засобів більшої місткості у радянський період відображає основні принципи планування централізованої економіки. Акцент, ймовірно, робився на оптимізації пасажиропотоку за рахунок стандартизованих, високомістких одиниць, що було характерно для систем масового транзиту, розроблених для великих міських агломерацій та міжміських сполучень, а не для різноманітних, гнучких транспортних рішень.

Після розпаду Радянського Союзу, починаючи з 1990 року, відбулася докорінна зміна у структурі автобусного парку. Спостерігається різкий спад кількості як автобусів великого класу (ВК) з 48% до 5%, так і автобусів особливо великого класу (ОВК) з 12% до 0,9% у період з 1990 по 2012 рік. [38] Натомість, у пострадянський час постійно зростає кількість автобусів особливо малого класу (ОМК) та збільшується частка автобусів малого класу (МК). Як наслідок, автобуси ОМК та МК зайняли домінуюче положення, і у 2018 році їх сумарна кількість склала 72% від загального парку. Цей зсув був значною мірою зумовлений появою та поширенням приватних компаній-перевізників у 1990-х та 2000-х роках, багато з яких продовжують свою діяльність і сьогодні. Ці приватні суб'єкти, що функціонують як юридичні та фізичні особи-перевізники, відіграли ключову роль у формуванні нової ринкової динаміки.

Драматична зміна у складі парку, що характеризується швидким скороченням великих автобусів та зростанням менших транспортних засобів, є прямим наслідком пострадянської економічної трансформації та лібералізації ринку. Зменшення спроможності держави підтримувати великі державні автопарки, у поєднанні зі зростанням попиту на більш гнучкі, часто приватно керовані послуги «маршрутних таксі», стало рушійною силою цієї структурної перебудови. Значне скорочення загального пасажиропотоку в Україні протягом цього періоду (з 537,4 млн осіб у 1991 році до 154,8 млн у 2019 році), ймовірно, також стимулювало перехід до менших, більш адаптованих транспортних рішень замість великих систем з фіксованими маршрутами, оскільки попит міг бути ефективніше задоволений транспортними засобами меншої місткості.

Переважне домінування транспортних засобів меншої місткості до 2018 року (72%) має значні наслідки для ефективності міського транспорту, заторів та екологічного впливу. Хоча це забезпечує певну гнучкість, така структура може призвести до збільшення обсягів трафіку (оскільки для перевезення тієї ж кількості пасажирів потрібно більше одиниць), потенційно вищих експлуатаційних витрат на пасажиро-кілометр для системи в цілому, а також до проблем у підтримці сталої якості послуг та стандартів безпеки в умовах високофрагментованого ринку перевізників. Цей структурний зсув також свідчить про відхід від інтегрованого планування громадського транспорту з великими обсягами перевезень до більш децентралізованої, реактивної, але потенційно менш ефективної моделі для масового міського транзиту.

Понад половина автобусів, що перебувають в експлуатації, потребує оновлення, оскільки лише 45% від загальної кількості відповідають нормам безпеки для перевезення пасажирів. За даними 2018 року, в Україні було проконтрольовано 20 400 пасажирських перевізників, які експлуатували 84,9 тис. одиниць легалізованих автобусів. Це вказує на значний дефіцит якості та безпеки діючого парку.

Таблиця 1.1 Зміни у частках класів автобусів громадського транспорту України (1980-ті – 2018 рр.)

Клас автобуса	Частка в радянський період (1980-ті)	Частка в пострадянський період (1990-2012)	Сукупна частка (2018)
Малий (МК)	Зменшення з 26,3% до 19%	Зростання частки	Домінуюче положення
Середній (СК)	Зменшення з 28,7% до 17%		
Великий (ВК)	Зростання з 37,7% до 46%	Різкий спад з 48% до 5%	
Особливо великий (ОВК)	Зростання з 4,1% до 13%	Різкий спад з 12% до 0,9%	
Особливо малий (ОМК)		Постійне зростання	Домінуюче положення
ОМК + МК			72%

Детальний аналіз вікового профілю та відповідних рівнів зносу легалізованого автобусного парку станом на 2018 рік дає чітке уявлення про масштаби проблеми.

- 200 автобусів експлуатуються понад 34 роки, досягнувши критичного зношування;
- 1200 автобусів експлуатуються від 29 до 33 років, також перебуваючи у стані критичного зношування;
- 3600 автобусів експлуатуються від 24 до 29 років, демонструючи критичне зношування;
- 7900 автобусів експлуатуються від 19 до 24 років, що також свідчить про критичне зношування;
- 16100 автобусів експлуатуються від 14 до 19 років, маючи середній рівень зношування;
- 19000 автобусів експлуатуються від 8 до 13 років і лише частково відповідають нормам безпеки;
- 37700 автобусів, термін експлуатації яких становить до 8 років, повністю відповідають нормам безпеки. [38]

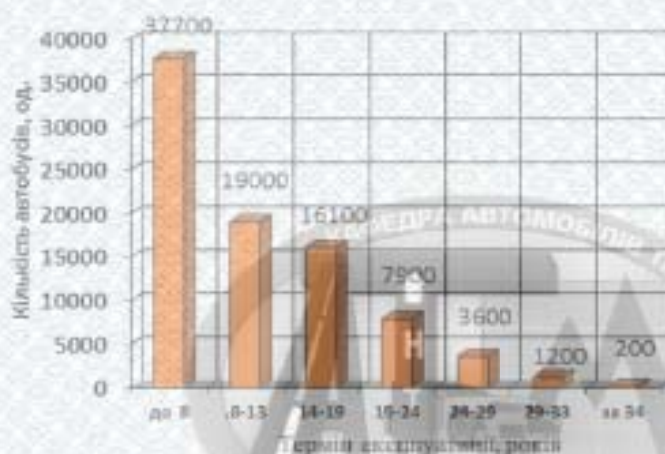


Рисунок 1.2 Діаграма розподілу кількості автобусів за термінами експлуатації



Рисунок 1.3 Діаграма розподілу кількості автобусів КП «Вінницька транспортна компанія» за роками поставки

Вищезазначений фактор детермінує суттєвий вплив на операційну готовність автобусного парку до випуску на маршрути, ініціюючи значні фінансові асигнування для забезпечення їхньої експлуатаційної придатності, що результує у збільшенні витрат на технічне обслуговування (ТО) та ремонт (Р).

Необхідність оновлення автомобільних парків обумовлюється критеріями безпеки дорожнього руху, відповідністю актуальним екологічним стандартам та економічною раціональністю. Окрім того, стратегічне скорочення експлуатаційного ресурсу транспортних засобів сприяє інтенсифікації процесу імплементації новітніх конструктивних рішень, що позитивно впливає на

прискорення науково-технічного прогресу (НТП) та підвищення загального технічного рівня рухомого складу.

Рухомий склад КП «Вінницька транспортна компанія» представлений у наведеній нижче таблиці.

Таблиця 1.2 - Перелік рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія»

Рік поставки	Модель	Кількість, од.
2011	Богдан А70110	2
2012	Богдан А70110	2
2013	Богдан А70110	1
2013	Богдан А70130	3
2014	Богдан А70132	16
2015	Богдан А70132	14
2016	Богдан А 092 G6	3
2017	Богдан А 092 G6	5
2019	SKYWELL	1
2021	OTOKAR CNG KENT	10
2024	VDL 405 EI CTEA LLE 120.225	3
2024	MAN LION'S CITY A20 CNG	6
Всього		66

1.3 Загальні вимоги до технічного обслуговування та ремонту рухомого складу

1. Технічне обслуговування виконують з метою забезпечення належного технічного, санітарного та естетичного стану рухомого складу для надання безпечних, безперебійних та комфортних транспортних послуг.

2. Ремонт рухомого складу виконують для відновлення технічного ресурсу рухомого складу та його складових.

3. Обов'язки щодо забезпечення належного технічного стану рухомого складу покладено на керівників підприємств, керівників структурних підрозділів, які здійснюють технічне обслуговування, ремонт та експлуатацію трамвайних вагонів і тролейбусів.

4. Технічне обслуговування виконують за щомісячними графіками, затвердженими посадовою особою, уповноваженою керівником підприємства.

5. Ремонт рухомого складу здійснюють за графіками, затвердженими посадовою особою, уповноваженою керівником підприємства. Графіки складаються на підставі розрахунку річної програми ремонтів з урахуванням середньодобового пробігу, строку експлуатації та технічного стану кожної рухомої одиниці.

6. Рухомий склад підлягає санітарній обробці у строки, встановлені рішеннями органів місцевого самоврядування.

1.4 Вимоги до організації технічного обслуговування рухомого складу

1. Технічне обслуговування транспортних засобів поділяється на щоденне технічне обслуговування (ЩО), технічне обслуговування №1 (ТО-1), технічне обслуговування №2 (ТО-2) та сезонне технічне обслуговування (СО)

2. Періодичність технічного обслуговування нових транспортних засобів у гарантійний період встановлюється настановою з експлуатування виробника цього рухомого складу. Ця періодичність може бути збережена у післягарантійний період експлуатації, якщо вона забезпечує менший рівень відмов у роботі рухомого складу.

3. Щоденне обслуговування (ЩО) повинно забезпечувати гарантовану працездатність агрегатів, вузлів та деталей гальмових систем, рульового керування, трансмісії, дверей та сигналізації на період до чергового ЩО. Це обслуговування передбачає контроль технічного стану, усунення заявлених водієм або виявлених під час контролювання несправностей, а також контроль електробезпеки пасажирів, прибирання, миття та екіпірування рухомого складу.

4. Технічні обслуговування ТО-1 та ТО-2 містять у собі контрольно-діагностичні, кріпильні, регулювальні, мастильні та інші роботи, спрямовані на попередження та виявлення несправностей, зниження інтенсивності погіршення

параметрів технічного стану рухомого складу, економію електроенергії та матеріалів, а також зменшення негативного впливу на довкілля.

5. Сезонне технічне обслуговування (СО) повинно проводитися двічі на рік з метою забезпечення підготовки до експлуатації в осінньо-зимовий та весняно-літній періоди року і стосується насамперед акумуляторних батарей, систем опалення, кондиціонування, вентиляції, змащування, запобігання замерзанню та забезпечення належного зовнішнього вигляду.

6. Міжрейсове обслуговування (МО) рухомого складу проводиться в міжпиковий період роботи на лінії з метою попередження відмов у його роботі, оперативного усунення виявлених несправностей і виконання заявок водіїв.

7. Технічне обслуговування повинно виконуватися згідно з інструкціями, розробленими на підставі настанов з експлуатування заводів-виробників та технологічних карт. Інструкції з технічного обслуговування та технологічні карти затверджуються наказом керівника підприємства. Ця документація має знаходитися на робочих місцях.

8. Технічне обслуговування, як правило, повинно бути організовано потоковим методом з регламентуванням видів, обсягів та тривалості робіт на кожному робочому місці.

9. Технічне обслуговування ЩО і ТО-1 повинно виконуватися у періоди між ранішніми і вечірніми піками пасажиро-перевезень без зняття рухомого складу з випуску.

10. Працівники, які здійснюють технічне обслуговування, повинні мати відповідну кваліфікацію. Робочі місця мають бути забезпечені устаткуванням, інструментом, комплектуючими виробами та матеріалами згідно з технологічними картами.

11. Якість виконання робіт з технічного обслуговування контролюють майстер (бригадир) та працівники служб (відділів) технічного контролю. Стан агрегатів, що забезпечують безпеку руху, а також електробезпеку перевіряють повіреними та відкаліброваними засобами вимірювальної техніки, діагностики та випробуванням.

12. Під час проведення технічного обслуговування використовують тільки ті вироби та матеріали (гальмові накладки, шини, щітки, кріпильні вироби, мастила тощо), якісні показники яких відповідають затвердженій в установленому порядку технічній документації.

1.5 Вимоги до організації ремонту рухомого складу

1. Залежно від призначення та обсягів робіт ремонту транспортних засобів поділяються на поточний (неплановий) ремонт (ПР), середній ремонт (СР), капітальний ремонт (КР) та капітально-відновлювальний ремонт (КВР).

2. Обсяги ремонтних робіт визначаються ремонтною документацією на конкретний транспортний засіб.

3. Поточний (неплановий) ремонт (ПР) виконують для відновлення працездатності рухомого складу, несправність якого виникла внаслідок відмови в роботі окремих систем та агрегатів під час експлуатації чи дорожньо-транспортних пригод.

4. Середній ремонт (СР) виконують для часткового відновлення ресурсу кузова, агрегатів, вузлів та систем рухомого складу із заміною або відновленням збірних частин.

5. Капітальний ремонт (КР) виконують для повного або близького до повного відновлення ресурсу кузова, агрегатів, вузлів та систем рухомого складу із заміною або відновленням будь-яких частин, включаючи базові.

6. Капітально-відновлювальний ремонт (КВР) виконують із метою відновлення експлуатаційних характеристик, зниження енергоспоживання, покращення комфортабельності салону, застосуванням новітніх технологій для підвищення надійності і безпеки роботи систем, вузлів, агрегатів та продовження строку експлуатації.

7. Ремонт технологічного устаткування спеціального рухомого складу виконують у строки та в обсягах, передбачених інструкціями з ремонту та експлуатації цього устаткування.

8. Ремонт складових рухомого складу, як правило, виконують агрегатним методом. Для цього повинні бути організовані спеціалізовані цехи та дільниці.

9. Капітальний, капітально-відновлювальний та середній ремонт рухомого складу виконують згідно з затвердженими в установленому порядку технічними умовами (настановами).

10. Освоєння капітального і капітально-відновлювального ремонтів рухомого складу на підприємстві, яке раніше його не виконувало, здійснюють відповідно до ДСТУ 8634.

11. Ремонтні працівники повинні мати відповідну кваліфікацію, а робочі місця укомплектовані необхідною технічною документацією, стандартним та нестандартним устаткуванням, інструментом, запчастинами та матеріалами, необхідними за технологічними картами.

12. Під час проведення ремонтів використовують тільки ті матеріали, вироби, запасні частини та агрегати, показники якості яких відповідають затвердженій в установленому порядку технічній документації.

13. Поопераційний контроль якості ремонту здійснює безпосередньо керівник робіт (майстер, бригадир), контроль якості ремонту агрегатів, складання, налагодження - працівники служби (відділу) технічного контролю. Якість ремонту агрегатів, які забезпечують безпеку руху, перевіряють випробувальними стендами та відкаліброваними і повіреними засобами вимірювальної техніки.

14. Остаточний контроль та приймання рухомого складу після ремонту здійснюють після отримання позитивних результатів обкатування його на лінії.

Під час обкатування перевіряють комплектність та зовнішній вигляд, функціонування систем та агрегатів, відповідність параметрів і технічних показників рухомого складу вимогам нормативної документації.

15. Приймання рухомого складу з ремонту оформлюють актом, на підставі якого виконують записи про категорії та терміни ремонту у технічних паспортах та ремонтних формулярах основних агрегатів.

16. Виконання ремонтів здійснюється згідно з графіками, розробленими на основі розрахунку річної програми та показників їх періодичності.

1.6 Дослідження та аналіз маршрутної мережі міста Вінниця

Основне завдання організації руху міського пасажирського транспорту полягає у забезпеченні найвищої якості пасажирських перевезень. Ця якість оцінюється за такими критеріями, як регулярність руху, величина маршрутного інтервалу, витрати часу населення на поїздки та швидкість сполучення. Значний вплив на організацію перевезень та ефективність використання пасажирського транспорту має нерівномірність розподілу пасажиропотоків протягом доби, що безпосередньо впливає на динаміку параметрів дорожнього руху транспортних засобів.

У будні дні в містах переважають трудові поїздки, які концентруються у ранкові та вечірні години, формуючи пікові пасажиропотоки. Міжпіковий період характеризується різким зменшенням пасажиропотоку, що призводить до зниження ефективності використання транспортних засобів, значного збільшення інтервалів їх руху та, як наслідок, збільшення часу очікування пасажиром посадки та загальної тривалості поїздки. Пасажирські перевезення автомобільним транспортом здійснюються із дотриманням низки принципів.

Міський пасажирський транспорт Вінниці загалом задовольняє потреби населення у перевезеннях. Проте, існує ряд проблем, що потребують системного аналізу та вжиття відповідних заходів для забезпечення сталого розвитку виробничої системи міських пасажирських перевезень. Однією з таких проблем є необхідність збільшення обсягів перевезень пасажирів комунальним пасажирським транспортом. Наразі внутрішньоміські пасажирські перевезення здійснюються тролейбусами, трамваями та автобусами. Процентний розподіл обсягів перевезень пасажирів окремими видами пасажирського транспорту у місті Вінниця наведений на Рис. 1.4.



Рисунок 1.4 Розподіл обсягів перевезень пасажирів окремими видами міського пасажирського транспорту у м. Вінниці у відсотковому відношенні

Як видно з діаграми пасажирський автомобільний транспорт забезпечує 34% від всього обсягу перевезень, тому від його рівня функціонування залежить якість надання послуг по перевезенню пасажирів. Однак як відзначалось раніше значна частина цих перевезень здійснюється КП «ВТК».

Автобусний парк комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» на даний час обслуговує 20 автобусних маршрутів, що працюють у звичайному режимі руху. Як відзначалось раніше при реформуванні маршрутної мережі передбачалось збільшення обсягів перевезень пасажирів комунальними автобусами великої місткості.

Мережа маршрутів м. Вінниці станом на 01.06.2025 р. наведена на Рис. 1.5.



Рисунок 1.5 Маршрути м. Вінниці

У відповідності до рішення Вінницької міської ради автобусний парк КП «Вінницької транспортної компанії» обслуговує автобусні маршрути № 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 27, 30, 32. Кількість транспортних засобів необхідна для обслуговування цих маршрутів, визначена з урахуванням обсягів перевезення пасажирів складає 55 одиниць, в залежності від навантаження та пори року.

1.7 Оцінка виробничо-технічної бази підприємства та діючої системи технічного обслуговування її планово-поточного ремонту

Площа території підприємства складає 1.05 га. Інфраструктура підприємства охоплює виробничий корпус, адміністративну будівлю та відкриті зони для стоянки автобусів. Основний виробничий корпус займає площу 2160 м², з яких 1922,3 м² є експлуатованими. Ця споруда має розміри 60х36 м, а її конструкція включає колони з кроком 12х6 м та 6х6 м. В процесі будівництва використовувалися залізобетонні колони прямокутного перетину (400х400 мм, 500х500 мм та 500х600 мм). Задля захисту від пошкоджень, спричинених рухом

автобусів, навколо колон встановлені колесовідбійні тротуари. Під колонами закладено монолітний бетонний фундамент. Стіни корпусу зведені з цегли, частково інтегровані склоблоки, їхня товщина становить 50 см. Двері, що забезпечують доступ до виробничих приміщень, мають висоту 2,4 м. Ворота виконані у двостулковому варіанті. Додатково, у приміщенні обладнано 4 оглядові ями для обслуговування автобусів.

Окреслені зони технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) рухомого складу займають 1008 м². Серед спеціалізованих дільниць виділяються: токарна (32,5 м²), слюсарна (16,4 м²), шиномонтажна та вулканізаційна (11,6 м²), електроцех (12,0 м²), а також бляхарсько-зварювальна (10,9 м²).

Проведення робіт з ТО та ПР здійснюється на чотирьох універсальних постах. Ці пости оснащені підйомниками, спеціалізованим обладнанням та необхідним інструментом. Їхнє розташування паралельне, під кутом 90° до осі проїзду. Для в'їзду та виїзду транспортних засобів у зоні передбачено четверо воріт розмірами 4x4 м. Доступ для персоналу забезпечується через окремі двері, інтегровані у ворота. Для забезпечення зони водою використовується місцева комунікаційна мережа з технічною та питною водою. Використовується електропостачання 380/220 В.

На електротехнічній дільниці наявні стенди E240 та E236, настільний свердлильний верстат 2M112, а також випрямляч ВСА-111К.

Токарний цех обладнаний свердлильно-розточним верстатом 1A62, розточним верстатом SV18P та заточним верстатом ЗТШ-200.

У шиноремонтній дільниці використовуються верстат для балансування коліс К-121, вулканізаційний апарат Ш-109 та бортувальний стенд Ш-501М.

Слюсарно-механічна дільниця оснащена токарно-гвинторізним верстатом 1A616П та вертикально-свердлильним верстатом 2Б125.

Адміністративно-виробничий корпус – двоповерхова будівля, в приміщенні якої розташовуються служба управління та побутово-виробничі приміщення.

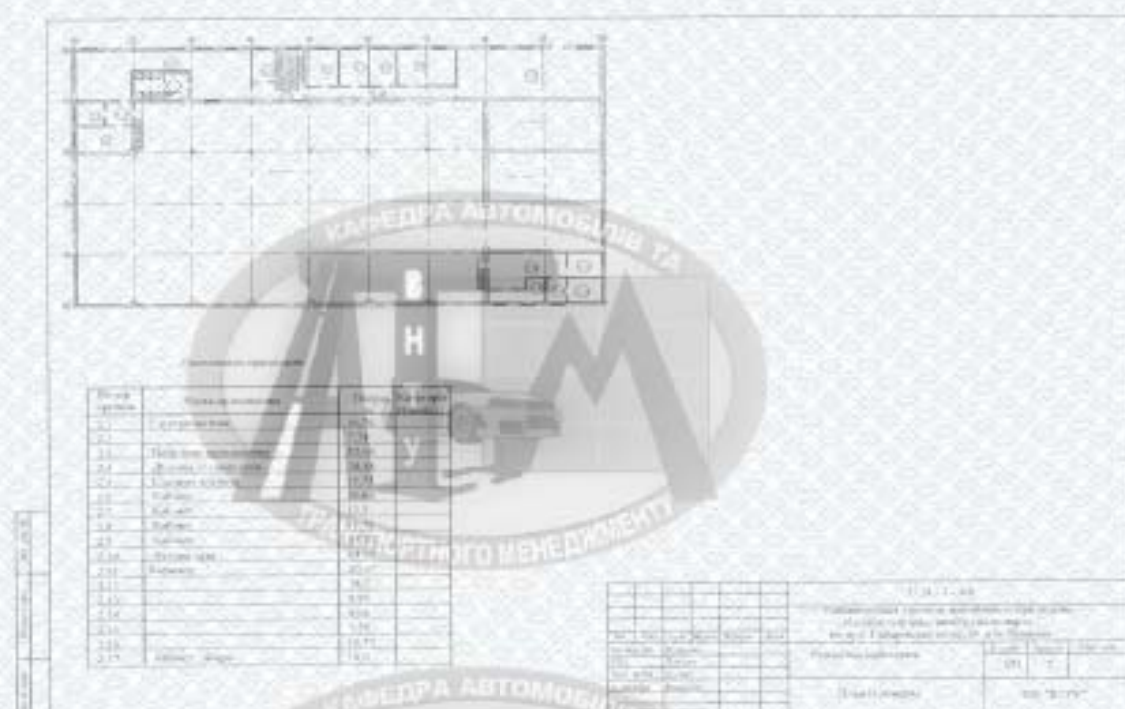


Рисунок 1.8 План II поверху адміністративно-виробничих приміщень

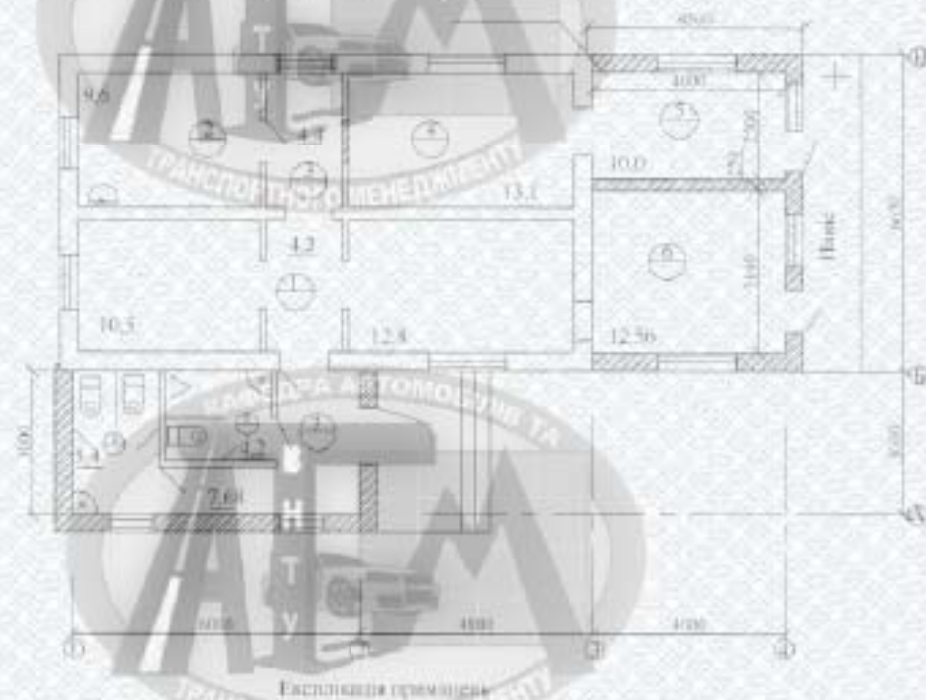


Рисунок 1.9 План розміщення приміщень в диспетчерській

Зона стоянки без підігріву. Автомобілі розташовані під кутом 60° до осі проїзду, зі 100% незалежним виїздом.

Диспетчерська знаходиться біля центральних воріт.

Основне покриття земельної ділянки – асфальтобетон, рельєф місцевості – рівнинний. Рівень ґрунтових вод – близько 8 метрів.

1.8 Аналіз науково-дослідних підходів до визначення оптимального терміну експлуатації транспортних засобів

Дослідженням оптимальних термінів експлуатації автомобілів присвятили свої роботи такі науковці, як Кузнецов Е.С., Андріанов Ю.В., Блудян Н.О., Васильєв В.О., Вегерь Л.Л., Іголкин А.Н., Петухов Р.М., Прудовський Б.Д., Старков А.В., Ухарський В.Б. та інші.

Незважаючи на значну кількість наукових праць, присвячених оптимізації ресурсів, особливої уваги потребують пасажирські перевезення, які мають специфічні характеристики, такі як регулярність, надійність та безпека.

Проведені дослідження з питань технічної експлуатації автобусів [2, 7, 17, 21] підтверджують, що переважна більшість експлуатаційних характеристик автобуса погіршується з плином часу. Цей факт прямо впливає на показники якості як окремого автобуса, так і всього автопарку підприємства, особливо коли парк включає транспортні засоби різних вікових груп.

Оцінка змін вікової структури парку дозволяє прогнозувати динаміку всіх реалізованих показників парку, включаючи вік, розмір парку, рівень надійності, коефіцієнт готовності, а також витрати запасних частин та паливно-мастильних матеріалів. Збільшення ресурсу автобусів до моменту списання в умовах зниження їх надійності призводить до суттєвого погіршення показників ефективності парку, таких як середня продуктивність автобуса, доходи,

коефіцієнт технічної готовності, а також зростання потреби в запасних частинах та робочій силі.

З плином часу змінюються як кількісні, так і якісні показники функціонування автотранспортного підприємства. Спостерігається розширення номенклатури необхідних запасних частин і матеріалів, виникає потреба у виконанні нових видів робіт, додатковому обладнанні та персоналі. Крім того, погіршуються властивості рухомого складу, які безпосередньо не пов'язані з надійністю, але впливають на конкурентоспроможність в ринкових умовах, включаючи зовнішній вигляд, комфортабельність та економічність.

Планування та своєчасне здійснення заміни застарілих автобусів на нові, відповідно до вимог технічного прогресу, можливе лише за умови встановлення економічно обґрунтованого ресурсу рухомого складу. Важливою умовою ефективної роботи автотранспортного підприємства є визначення моменту, коли експлуатація автобусів стає економічно менш рентабельною, ніж їх заміна на більш досконалі або аналогічні нові моделі. Необхідно поступово виводити застарілі автобуси з експлуатації, зменшуючи їх навантаження, щоб уникнути надмірних витрат на підтримання їх у працездатному стані.

Сучасні дослідження проблем міського транспорту часто акцентувалися виключно на економічному аспекті, що призвело до того, що наукова обґрунтованість технічного рівня та інфраструктури автобусного транспорту, а також організації та технології перевезень, не повною мірою відповідає рівню розвитку сучасних економічних відносин.

У роботі В.М. Прохорова наголошується: «Одним з основних напрямків підвищення ефективності перевезень є: підвищення рівня технічної експлуатації рухомого складу, зміцнення матеріально-технічної та ремонтної бази, впровадження передових інформаційних та інноваційних технологій, скорочення всіх видів ресурсів – палива, шин, запасних частин та ін.» [26].

1.9 Аналіз сучасних методологій оцінки вікової структури автобусних парків

Предметом першочергового аналізу є комплекс факторів, що детермінують термін служби міського наземного пасажирського транспорту.

Термін служби визначається як календарна тривалість функціонування об'єкта з моменту початку експлуатації або відновлення після певного виду ремонту до досягнення граничного стану. Граничний стан для об'єктів пасажирського транспорту встановлюється на підставі заздалегідь визначених параметрів з науково обґрунтованими межами, порушенням вимог безпеки, зниженням ефективності експлуатації нижче допустимої норми, або необхідністю проведення капітального ремонту.

Підвищення ефективності використання міського пасажирського транспорту нерозривно пов'язане з оптимізацією темпів оновлення автобусного парку. Своєчасна заміна рухомого складу сприяє зміцненню матеріально-технічної бази транспортних підприємств. Обґрунтовані темпи оновлення парку визначаються на основі встановлення економічно доцільних строків служби. Визначення економічно обґрунтованих термінів служби автотранспортних засобів, з урахуванням місцевої специфіки та на базі перевіреного наукового підходу, дозволить здійснювати своєчасну заміну застарілої техніки на нову відповідно до вимог технічного прогресу та темпів розвитку пасажирського транспорту.

Однією з ключових проблем, що стоять перед наземним пасажирським транспортом у місті, є підвищення експлуатаційної надійності та мінімізація витрат на підтримання працездатного стану як автобусів, так і тролейбусів. Для вирішення цієї проблеми необхідна розробка моделі формування витрат у процесі функціонування та забезпечення необхідної перевізної здатності парку міського пасажирського транспорту. Шляхом визначення функціональних залежностей складових, що входять до комплексної величини питомих витрат (які також визначають собівартість пасажироперевезень), на підставі даних про

експлуатаційні витрати можуть бути визначені раціональні терміни служби об'єктів міського пасажирського транспорту. Джерелами інформації про функціонування технічної служби транспортного підприємства можуть слугувати такі документи щодо пробігів: формуляри автобусів та звіти про пробіг і віковий склад лінійних автобусів (вікова структура парку як за календарними роками експлуатації, так і за сумарним накопиченням пробігом); щодо відмов – оперативно-змінні (добові) плани роботи зони ТО та ПР, звіти про роботу технічної допомоги, добові диспетчерські рапорти про простої автобусів на лінії, заявки на ремонт, журнали обліку заявок на ремонт; щодо витрат – картки складського обліку, вимоги на запасні частини.

Хоча періодичні ремонти, що передбачають заміну зношених агрегатів та деталей новими або відновленими, теоретично можуть забезпечувати невизначено тривалу функціональність об'єкта, термін служби автобусів має бути не максимально можливим, а економічно обґрунтованим.

Проведений аналіз особливостей функціонування громадського транспорту у транспортному підприємстві міста, вивчення якісних та кількісних характеристик автобусного парку, а також детальний аналіз досліджень та розробок щодо оцінки експлуатаційних показників діяльності АТП дозволили сформулювати напрямки теоретичних та експериментальних досліджень у даній роботі.

Для можливості прогнозування вікової структури автобусного парку необхідно сформулювати комплекс показників, що дозволить оцінювати рівень працездатності автобусів. Це, у свою чергу, надасть можливість муніципалітету міста приймати обґрунтовані рішення щодо якісних та кількісних характеристик експлуатованого рухомого складу в середньостроковій та довгостроковій перспективі.

Надалі, з використанням комплексу показників оцінки рівня працездатності та з урахуванням змодельованої зміни накопичених пробігів

автобусів, доцільно розробити модель оцінки витрати палива залежно від вікової структури та інтенсивності технічного використання рухомого складу.

Розглянемо два взаємодоповнюючі підходи до аналізу залежностей, необхідних для побудови математичної моделі. Ця модель описуватиме критерії та шукану результуючу функцію, метою якої є визначення раціональних термінів експлуатації автобусів, що залежать від різних вхідних та взаємозалежних факторів, таких як вікова структура парку та стратегія її підтримки, політика використання парку тощо.

Стратегії формування вікової структури включають:

А) рівномірне, безперервне (як правило, щорічне) поповнення парку шляхом придбання нових автобусів замість вибулих (списаних) з підтриманням постійного облікового складу парку.

Б) «Голчастоподібна» вікова структура, за якої одноразово закуплена партія автобусів експлуатується до моменту списання за віком, після чого замінюється новою еквівалентною партією (один «імпульс» протягом усього терміну).

В) «імпульсна» вікова структура з різним інтервалом оновлення, за якої протягом терміну, що дорівнює прийнятому терміну експлуатації автобуса (тривалості експлуатації до списання), нові партії оптимального розміру закуповуються кілька разів через рівні проміжки часу – через половину терміну експлуатації (тобто оновлення відбувається кожні два цикли, або з частотою $1/2$), через третину терміну (що відповідає оновленню кожні три цикли, або з частотою $1/3$) і так далі. Таким чином, «голчастоподібна» структура може бути інтерпретована як «імпульсна» зі з частотою $1/1$ (тобто оновлення відбувається один раз на весь термін).

Висновки до першого розділу

Завершивши аналіз початкових даних, було сформовано наступні ключові висновки:

1. Проведено комплексний аналіз: Виконано аналіз маршрутної мережі міста, вивчено діяльність КП «ВТК» та його виробничо-технічної бази, а також розглянуто систему технічного обслуговування та ремонту.
2. Визначено напрямок дослідження: Здійснено аналіз існуючих наукових досліджень, присвячених визначенню оптимального терміну експлуатації автотранспортних засобів (АТЗ) та його впливу на ефективність функціонування підприємства. Це дозволило чітко сформулювати мету та завдання поточного дослідження.
3. Систематизовано підходи до оцінки вікової структури: Розглянуто та класифіковано існуючі підходи до оцінки вікової структури автобусів. Визначено основні стратегії формування вікової структури парку: рівномірна, із загостреними піками (або «голчаста»), та імпульсна.
4. Виявлено потребу в моделюванні: Аналіз поточної вікової структури рухомого складу комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» дає підстави стверджувати про нагальну потребу у вивченні та розробці моделі визначення раціонального терміну експлуатації АТЗ.

Завдання для досягнення мети дослідження:

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- Здійснити аналіз вікової структури автобусів комунального підприємства.
- Проаналізувати чинні методи управління парком рухомого складу.
- Визначити ключові фактори та розробити критерії, що детермінують ресурс автобусів.
- Сформулювати показники для оцінки рівня працездатності автобусів.
- Провести оцінку рівня працездатності та моделювання накопичених пробігів автобусів.
- Встановити функціональні залежності параметрів працездатності від віку автобусів.
- Розробити модель для визначення раціонального терміну експлуатації автобусів.

- Підготувати практичні рекомендації для підприємства м. Вінниця щодо визначення раціонального терміну експлуатації автобусів.
- Опрацювати питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.



2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»

2.1 Вибір програмних засобів для автоматизованих розрахунків на електронно-обчислювальних машинах

Розрахунок виробничої програми підприємства виконується на персональному комп'ютері за допомогою програмного забезпечення Microsoft Office Excel 2016.

2.2 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Вхідні дані для розрахунку програми:

Для виконання розрахунків за програмою необхідне надання наступних вихідних даних:

- Тип рухомого складу: автобуси моделей Богдан А701, ЛАЗ, Богдан АТАМАН.
- Середньодобовий пробіг: для кожної групи рухомого складу середньодобовий пробіг встановлюється на рівні 180 км.
- Категорія умов експлуатації: III.
- Природно-кліматичні умови: помірний кліматичний район.
- Режим експлуатації: кількість робочих днів на рік становить 365, а тривалість перебування в наряді за добу – 12 годин.
- Нормативні показники: нормативні значення пробігів рухомого складу до капітального ремонту (КР) обираються відповідно до джерела [18].

Умови функціонування автотранспортних підприємств (АТП) зазвичай відрізняються від типових. У зв'язку з цим, скоригований пробіг (L_k) автомобілів розраховується за наступною формулою:

$$L_K = L_K^H \cdot K_{1K} \cdot K_{2K} \cdot K_{3K}, \quad (2.1)$$

де K_{1K} – коефіцієнт, який враховує КУЕ (вибирається з [18]);

K_{2K} – коефіцієнт, який враховує модифікацію рухомого складу [18];

K_{3K} – коефіцієнт, який враховує ПКУ [18].

Нормативні значення періодичності ТО-1 [L_{TO-1}^H] і ТО-2 [L_{TO-2}^H] вибираються з [18].

Для умов даного АТП скориговані значення періодичності ТО-1 і ТО-2 розраховуються за формулами:

$$L_{TO-1} = L_{TO-1}^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.2)$$

$$L_{TO-2} = L_{TO-2}^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

де K_1 – коефіцієнт, який враховує КУЕ [18];

K_3 – коефіцієнт, який враховує ПКУ [18].

Нормативна трудомісткість ТО-1 [t_{TO-1}^H] і ТО-2 [t_{TO-2}^H] вибирається з [18] і коригуються для умов даного АТП визначається за формулами:

$$t_{TO-1} = t_{TO-1}^H \cdot K_2 \cdot K_4, \quad (2.4)$$

$$t_{TO-2} = t_{TO-2}^H \cdot K_2 \cdot K_4, \quad (2.5)$$

де K_2 – коефіцієнт, який враховує модифікацію РС і організацію його роботи [18];

K_4 – коефіцієнт, який враховує кількість одиниць технологічно-сумісного РС [18].

Нормативна трудомісткість ЩО ($t_{ЩО}^H$) вибирається з [18], і визначається за формулою:

$$t_{ЩО} = t_{ЩО}^H \cdot K_2 \cdot K_M, \quad (2.6)$$

де K_M – коефіцієнт, який враховує застосування автоматизованих миючих пристроїв.

Нормативні значення трудомісткості ПР ($t_{\text{ПР}}$) вибираються з [18] і для умов даного АТП визначаються за формулою:

$$t_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}}^H \cdot K_{1\text{ПР}} \cdot K_{2\text{ПР}} \cdot K_{3\text{ПР}} \cdot K_{4\text{ПР}} \cdot K_{5\text{ПР}}, \quad (2.7)$$

де $K_{1\text{ПР}}, K_{2\text{ПР}}, K_{3\text{ПР}}, K_{4\text{ПР}}, K_{5\text{ПР}}$ – коефіцієнти коригування, значення яких вибираються з [18].

2.3 Розрахунок виробничої програми технічного обслуговування та ремонту рухомого складу

Коефіцієнт технічної готовності визначається окремо для кожного типу РС за формулою:

$$\alpha_T = \frac{L_K}{L_K + L_{\text{сд}} \cdot (D'_{\text{кр}} \cdot K_{\text{кр}} + (D_{\text{ТОПР}} \cdot L_K \cdot K_{\text{ак}} / 1000))}, \quad (2.8)$$

де $L_{\text{сд}}$ – середньодобовий пробіг автомобіля, км;

$K_{\text{кр}}$ – коефіцієнт, який враховує частку РС, що відправляється в КР, $K_{\text{кр}} = 0,1-0,15$;

$D'_{\text{кр}}$ – тривалість простою РС в КР з урахуванням часу на транспортування з АТП на авторемонтний завод і назад, днів [18];

$D_{\text{ТОПР}}$ – тривалість простою РС в ТО і ПР на 1000 км, днів [18];

$K_{\text{ак}}$ – коефіцієнт коригування тривалості простою в ТО та ПР в залежності від пробігу автомобіля з початку експлуатації [18].

Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію визначається за формулою:

$$\alpha_B = \frac{\alpha_T \cdot D_{\text{Роб}}}{D_K}, \quad (2.9)$$

де $D_{\text{роб}}$ - дні роботи автомобілів за рік [18];

D_k - кількість календарних днів за рік, $D_k = 365$ днів.

Для всіх автомобілів річний пробіг визначається за формулою:

$$L_{\text{рпч}} = D_{\text{роб}} \cdot \alpha_B \cdot L_{\text{сд}} \cdot A_{\text{сп}}, \quad (2.10)$$

де $A_{\text{сп}}$ - списочна кількість автомобілів в кожній технологічно-сумісній групі, одиниць.

Визначення кількості впливів за рік по всьому парку автомобілів наведені нижче:

$$N_{\text{кр}}^P = \frac{L_{\text{рпч}}}{L_k}, \quad (2.11)$$

$$N_{\text{то-2}}^P = \frac{L_{\text{рпч}}}{L_{\text{то-2}}} - N_{\text{кр}}^P, \quad (2.12)$$

$$N_{\text{то-1}}^P = \frac{L_{\text{рпч}}}{L_{\text{то-1}}} - N_{\text{то-2}}^P - N_{\text{кр}}^P, \quad (2.13)$$

$$N_{\text{що}}^P = A_{\text{сп}} \cdot D_{\text{роб}} \cdot \alpha_T, \quad (2.14)$$

$$N_{\text{то-2}}^A = N_{\text{то-2}}^P / D_{\text{роб}}, \quad (2.15)$$

$$N_{\text{то-1}}^A = N_{\text{то-1}}^P / D_{\text{роб}}, \quad (2.16)$$

$$N_{\text{що}}^A = N_{\text{що}}^P / D_{\text{роб}}, \quad (2.17)$$

Формули для розрахунку обсягу робіт (в людино-годинах) по кожному i -му виду (ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР) за рік для кожного типу рухомого складу

$$T_{\text{що}}^P = N_{\text{що}}^P \cdot t_{\text{що}}, \quad (2.18)$$

$$T_{\text{то-1}}^P = N_{\text{то-1}}^P \cdot t_{\text{то-1}}, \quad (2.19)$$

$$T_{TO-2}^P = N_{TO-2}^P \cdot t_{TO-2}, \quad (2.20)$$

$$T_{PP}^P = N_{PP}^P \cdot t_{PP}, \quad (2.21)$$

Результати розрахунку показників виробничої програми наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для розрахунку виробничої програми по ТО і ПР

Показник	Богдан	ЛАЗ	Атаман
1	2	3	4
Кількість автомобілів, од.	50	8	8
Нормативний пробіг до КР, км	500000	500000	500000
Коефіцієнт, що враховує КУЕ для КР	0.8	0.8	0.8
Коефіцієнт, що враховує модифікацію РС для КР	1.0	1.0	1.0
Коефіцієнт, що враховує ПКУ для КР	1.0	1.0	1.0
Нормативний пробіг автомобіля до ТО-1, км	5000	5000	5000
Нормативний пробіг автомобіля до ТО-2, км	10000	10000	10000
Кількість днів простою РС в КР	22	22	22
Кількість днів простою РС в ТО і ПР на 1000 км	0.43	0.43	0.43
Коефіцієнт, що враховує КУЕ для ТО	0.8	0.8	0.8
Коефіцієнт, що враховує ПКУ для ТО	1.0	1.0	1.0
Дні роботи РС за рік	365	365	365
Середньодобовий пробіг одиниці РС, км	180	180	180
Нормативна трудомісткість ЩОд, люд. год	0.5	0.5	0.4
Нормативна трудомісткість ЩОт, люд. год	0.25	0.25	0.2
Нормативна трудомісткість ТО-1, люд. год	9.0	9.0	7.5
Нормативна трудомісткість ТО-2, люд. год	36.0	36.0	30
Нормативна трудомісткість ПР, люд. год	6.2	6.2	4.2
Коеф., що враховує КУЕ для ПР	1.2	1.2	1.2
Коеф., модифікацію РС для ЩО, ТО та ПР	1.0	1.0	1.0
Коеф., ПКУ для ПР	1.0	1.0	1.0
Коеф., к-сть техн-сумісних груп РС для ПР	1.19	1.19	1.19
Коеф., умови зберігання РС для ПР	1.0	1.0	1.0
Коеф., частки допоміжних робіт	0.3	0.3	0.3
Площа, яку займає один автомобіль, м ²	27.1	30.6	17.6
Коеф. щільності розміщення для зони зберігання	2.5	2.5	2.3
Коеф. щільності розміщення для зони ЩО	2.3	2.3	2.1
Коеф. щільності розміщення для зони ТО	4.5	4.5	4.3
Коеф. щільності розміщення для зони ПР	4.5	4.5	4.3

Таблиця 2.2 - Виробнича програма ТО і ПР рухомого складу

Показник	Богдан	ЛАЗ	Атаман
1	2	3	4
Пробіг РС до КР, км	500000	500000	500000
Пробіг РС до ТО-1, км	5000	5000	5000
Пробіг РС до ТО-2, км	20000	20000	20000
Коефіцієнт технічної готовності	0.92	0.92	0.92
Коефіцієнт випуску	0.92	0.92	0.92
Річний пробіг групи РС, км	3022200	483552	483552
Коригований пробіг РС до ТО-1, км	4000	4000	4000
Коригований пробіг РС до ТО-2, км	16000	16000	16000
Коригований пробіг РС до КР, км	400000	400000	400000
Річна кількість ТО-1	684	109.44	87.552
Річна кількість ТО-2	355	56.8	45.44
Річна кількість КР	7.25	1.16	0.928
Річна кількість ЩОд	16120	2579.2	2063.36
Річна кількість ЩОт	1717.5	274.8	219.84
Річна кількість Д-1	1145	183.2	146.56
Річна кількість Д-2	442.5	70.8	56.64
Річна кількість СО	88.3	14.128	11.3024
Округлена річна кількість ТО-1	717.5	114.8	91.84
Округлена річна кількість ТО-2	355	56.8	45.44
Округлена річна кількість КР	6.66	1.0656	0.85248
Добова кількість ТО-1	1.88	0.3008	0.24064
Добова кількість ТО-2	0.97	0.1552	0.12416
Добова кількість КР	0.016	0.0026	0.002048
Добова кількість ЩОд	44.1	7.056	5.6448
Добова кількість ЩОт	4.66	0.7456	0.59648
Добова кількість Д-1	3.08	0.4928	0.39424
Добова кількість Д-2	1.16	0.1856	0.14848
Коригована трудомісткість ЩОд, люд.год	0.41	0.0656	0.05248
Коригована трудомісткість ЩОт, люд.год	0.2	0.032	0.0256
Коригована трудомісткість ТО-1, люд.год	9.16	1.4656	1.17248
Коригована трудомісткість ТО-2, люд.год	36.6	5.856	4.6848
Коригована трудомісткість ПР, люд.год	7.37	1.1792	0.94336
Річна трудомісткість ЩОд, люд.год	8143.3	1302.9	1042.342
Річна трудомісткість ЩОт, люд.год	429.1	68.656	54.9248
Річна трудомісткість ТО-1, люд.год	7691.6	1230.7	984.5248
Річна трудомісткість ТО-2, люд.год	15644.1	2503.1	2002.445
Річна трудомісткість ПР, люд.год	25690.8	4110.5	3288.422
Річна трудо-кість допоміжних робіт, люд.год	17130	2740.8	2192.64

2.3.1 Розподіл трудомісткості обіг з технічного обслуговування та поточного ремонту за виробничими зонами і дільницями

Обсяг робіт з технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) розподіляється відповідно до їх технологічних та організаційних особливостей за місцями виконання. Роботи з ТО та ПР рухомого складу (РС) здійснюються на постах та у виробничих дільницях.

До постових робіт відносяться ті операції ТО та ПР, що виконуються безпосередньо на транспортному засобі. Натомість, роботи з перевірки та ремонту вузлів, механізмів та агрегатів, які були демонтовані з автомобіля, виконуються на спеціалізованих виробничих дільницях.

Розподіл обсягу робіт з ТО та ПР здійснюється згідно з рекомендаціями, викладеними у джерелі [18]. Результати відповідних розрахунків представлені у таблицях 2.3 та 2.4.

Таблиця 2.3 - Розподіл трудомісткості робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту за виробничими зонами і дільницями

Види робіт ТО і ПР	%	Богдан	ЛАЗ	Атаман
1	2	3	4	5
ЩОд				
Мийні	10	802.817	128.450	102.760
Прибиральні (сушка-обтирання включно)	20	1605.63	256.901	205.521
Заправні	11	883.095	141.295	113.036
Контрольно-діагностичні	12	963.381	154.140	123.312
Ремонтні (усунення дрібних несправностей)	47	3773.23	603.718	482.97
ЩОт				
Мийні	55	235.255	37.6408	30.1126
Прибиральні (сушка-обтирання включно)	45	192.485	30.7976	24.6381
ТО-1				
Діагностика загальна (Д-1)	8	612.880	98.0608	78.4486
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	92	7048.09	1127.69	902.156
ТО-2				
Діагностика поглиблена (Д-2)	7	1061.70	169.872	135.898

Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	93	14105.4	2256.86	1805.49
ПР - Постові роботи				
Діагностика загальна (Д-1)	1	255.880	40.9409	32.7527
Діагностика поглиблена (Д-2)	1	255.880	40.9409	32.7527
Регулювальні і розбірно-складальні роботи	27	6908.80	1105.40	884.326
Зварювальні роботи	5	1279.41	204.705	163.764
для рухомого складу з металевими кузовами	-	-		
Бляхарські роботи	2	511.761	81.8818	65.5054
для рухомого складу з металевими кузовами	-	-		
Фарбувальні роботи	8	2047.05	327.528	262.022
ПР - Дільничі роботи				
Агрегатні роботи	17	4349.98	695.99	556.798
Слюсарно-механічні роботи	8	2047.05	327.528	262.022
Електротехнічні роботи	7	1791.17	286.587	229.270
Акумуляторні роботи	2	511.761	81.8818	65.5054
Ремонт приладів системи живлення	3	767.642	122.822	98.2581
Шинномонтажні роботи	2	511.7614	81.881824	65.50546
Роботи вулканізації (ремонт камер)	1	255.880	40.9409	32.7527
Ковальсько-ресорні роботи	3	767.642	122.822	98.2581
Мідницькі роботи	2	511.761	81.8818	65.5054
Зварювальні роботи	2	511.76	81.881824	65.50546
Бляхарські роботи	2	511.76	81.881824	65.50546
Арматурні роботи	3	767.64	122.822736	98.25819
Оббивні роботи	3	767.64	122.822736	98.25819

Таблиця 2.4 - Виробнича програма автотранспортного парку

Показник	Сумарне значення
1	2
Річний пробіг АТП, км	3989304
Кількість КР	880.992
Кількість ЩОд	457.24
Кількість ЩОт	9.338
Кількість ТО-1	20762.56
Кількість ТО-2	2212.14
Кількість Д-1	1474.76
Кількість Д-2	569.94
Кількість СО	113.7304
Трудомісткість ЩОд, люд год	10488.57

Трудомісткість ЩОт, люд год	552.6808
Трудомісткість ТО-1, люд год	9906.781
Трудомісткість ТО-2, люд год	20149.6
Трудомісткість ПР, люд год	33089.75
Трудомісткість допоміжних робіт, люд год	22063.44

2.3.2 Розрахунок річного обсягу допоміжних робіт

Згідно [18], крім робіт з ТО та ПР, в АТП виконуються допоміжні роботи, обсяг яких (Тдоп) складає 25-30% від загального обсягу робіт з ТО та ПР автомобілів.

Розподіл допоміжних робіт по АТП виконується за рекомендаціями [18], результати розподілу наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Розподіл трудомісткості допоміжних робіт за видами

Види робіт	%	Трудомісткість, люд год
1	2	3
По самообслуговуванню	40	8825.36
Транспортні роботи	10	2206.3
Прийом, зберігання і видача матеріальних цінностей	15	3309.43
Перегон рухомого складу	15	3309.43
Прибирання виробничих приміщень	10	2206.3
Прибирання території	10	2206.3
Разом:	100	22063.4
Розподіл обсягу робіт по самообслуговуванню АТП		
Електротехнічні	25	5515.06
Механічні	10	2206.3
Слюсарні	16	3530.00
Ковальські	2	441.12
Зварювальні	4	882.25
Жерстяницькі	4	882.25
Мідницькі	1	22.06
Трубопровідні	22	4853.37
Ремонтно-будівель та деревообробні	16	3530.00
Разом:	100	8825.36

2.4 Визначення чисельності виробничого та допоміжного персоналу

До категорії виробничих робітників належать співробітники зон та дільниць, які безпосередньо залучені до виконання робіт з технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) рухомого складу.

Розрізняють технологічно необхідну явочну та штатну кількість робітників. Технологічно необхідна явочна кількість робітників забезпечує виконання добової виробничої програми (обсягів робіт) з ТО та ПР рухомого складу. Штатна кількість робітників забезпечує виконання річної виробничої програми (обсягів робіт) з ТО та ПР рухомого складу.

Технологічно необхідна кількість робітників визначається за наступною формулою:

$$P_T = \frac{T_i^P}{\Phi_M}, \quad (2.22)$$

де T_i^P - річний обсяг робіт по зоні ТО, ПР або дільниці, люд.-год.;

Φ_M - річний фонд робочого часу технологічно необхідного робітника, год.

Штатна кількість робітників визначається за формулою:

$$P_T = \frac{T_i^P}{\Phi_{ш}}, \quad (2.23)$$

де $\Phi_{ш}$ - річний фонд часу платного робітника, год.

Результати розрахунків необхідної кількості ремонтних робітників в зоні ТО та ПР, а також допоміжних робітників наведені в таблицях 2.6 і 2.7.

Таблиця 2.6 - Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників

Річний фонд часу при однозмінній роботі	2010
Ефективний фонд часу ремонтного робітника	1728
Ефективний фонд часу слюсаря по ремонту приладів системи живлення	1727
Ефективний фонд часу акумуляторників	1727
Ефективний фонд часу ковалів	1727

Ефективний фонд часу мідників	1727
Ефективний фонд часу зварювальників	1727
Ефективний фонд часу вулканізаторників	1727
Ефективний фонд часу малярів	1502

Таблиця 2.7 Чисельність ремонтних робітників

Види робіт	Фонд часу	Чисельність робітників	Округлено
1	2	3	4
Зона ЩО	1728	12.29	12
ТО-1			
Діагностика загальна (Д-1)	1728	0.45	0
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	1728	4.81	5
ТО-2			
Діагностика поглиблена (Д-2)	1728	0.84	1
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та ін.	1728	9.83	10
Діагностика загальна (Д-1)	1728	0.18	0
Діагностика поглиблена (Д-2)	1728	0.18	0
Регулювальні і розбірно-складальні роботи	1728	4.82	5
Зварювальні роботи	1727	0.89	1
Бляхарські роботи	1728	0.36	0
Фарбувальні роботи	1502	1.64	2
Деревообробні роботи	1728	1.90	2
ІПР - Дільничі роботи			
Агрегатні роботи	1728	3.03	3
Слюсарно-механічні роботи	1728	4.52	5
Електротехнічні роботи	1728	4.49	4
Акумуляторні роботи	1727	0.62	1
Ремонт приладів системи живлення	1727	0.80	1
Шиномонтажні роботи	1728	0.62	1
Роботи вулканізації (ремонт камер)	1727	0.18	0
Ковальсько-ресорні роботи	1727	0.77	1
Мідницькі роботи	1727	1.79	2
Зварювальні роботи	1727	0.83	1
Бляхарські роботи	1728	2.14	2
Арматурні роботи	1728	0.54	1
Оббивні роботи	1728	0.54	1
За видами допоміжних робіт			
Транспортні роботи	1728	1.19	1
Прийом, зберігання і видача матеріальних цінностей	1728	1.78	2

Перегон рухомого складу	1728	1.78	2
Прибирання виробничих приміщень	1728	1.19	1
Прибирання території	1728	1.19	1

2.5 Розрахунок кількості робочих постів

Мінімальна кількість робочих постів по видах робіт ЩО, крім механізованих мийних, варто робити по формулі:

$$П_c = \frac{T_{ЩО}^P \cdot K_p}{D_{роб} \cdot C \cdot \sigma \cdot P \cdot K_{вик}} \quad (2.24)$$

де K_p - коефіцієнт резервування постів для компенсації нерівномірного завантаження [18];

C - число змін виконання робіт ЩО протягом доби;

σ - тривалість виконання робіт на протязі зміни, год.;

P - чисельність робітників, що одночасно працюють на одному посту, чел.

$K_{вик}$ - коефіцієнт використання робочого часу поста [18].

Мінімальна кількість постів ТО-1 і ТО-2, загального і поглибленого діагностування, розбірно-складальних і регулювальних робіт ПР, зварювально-жестяницьких, і фарбувальних робіт варто визначати за формулою:

$$П_{\phi} = \frac{T_j^P \cdot K_p}{D_{роб} \cdot C \cdot \sigma \cdot P \cdot K_{вик}} \quad (2.25)$$

де T_j^P - річний обсяг j -го виду робіт, люд.год.;

Всі вибрані значення вихідних параметрів погоджуються з керівником дипломного проекту, консультантами даної частини і записуються в таблицю 2.8, а результати розрахунків наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.8 - Вихідні дані для розрахунку кількості робочих постів

Типи робочих постів	Коефіцієнт резервування постів для компенсації нерівномірного завантаження	Кількість робочих змін за добу	Тривалість робочої зміни, годин	Чисельність робітників, які одночасно працюють на посту	Коефіцієнт використання робочого часу поста
Щоденне обслуговування:					
прибиральні	1,5	1	8	2	0,98
мийні	1,5	1	8	1	0,9
заправочні	1,5	1	8	1	0,98
контрольно-діагностичні	1,5	1	8	1	0,9
ремонтні	1,5	1	8	1	0,98
ТО-1:					
діагностичні	1,25	1	8	2	0,9
кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	1,25	1	8	2	0,98
ТО-2:					
діагностичні	1,25	1	8	2	0,9
кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	1,25	1	8	2	0,98
Поточний ремонт:					
діагностичні	1,25	1	8	1,5	0,9
регулювальні і розбирально-складальні	1,5	1	8	1,5	0,93
зварювально-жестянецькі	1,25	1	8	1,5	0,98
фарбувальні	1,5	1	8	2	0,9
деревобробні	1,25	1	8	1	0,98

Таблиця 2.9 - Результати розрахунку кількості робочих постів

Типи робочих постів	Кількість	Округлено
1	2	3
ЩО		
Прибиральні	0.74	1
Мийні	0.20	0
Заправні	0.29	0
1	2	3
Контрольно-діагностичні	0.29	0
Ремонтні	1.14	1
Разом	2.67	3
ТО-1		
Діагностичні	0.10	0
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	1.38	1
Разом	1.41	1
ТО-2		
Діагностичні	0.17	0
Кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	2.81	3
Разом	2.94	3
ПР		
Діагностичні	0.08	0
Регулювальні і розбирально-складальні	1.75	2
Зварювально-жестянецькі	0.38	0
Фарбувальні	0.42	0
Деревообробні	0.83	1
Разом	3.51	4

За результатами розрахунків робимо вибір на користь трьох постів ЩО, двох постів ТО та двох постів ПР.

2.6 Визначення площ приміщень АТП

Функціональне призначення площ автотранспортних підприємств (АТП) передбачає їх розподіл на три основні групи: виробничо-складські, площі для зберігання рухомого складу та допоміжні.

До складу виробничо-складських приміщень включено зони технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР), виробничі ділянки ПР, склади,

а також приміщення для технічних служб та пристроїв (наприклад, компресорні, трансформаторні, насосні станції, вентиляційні камери тощо). Для малих АТП з обмеженою виробничою програмою допускається об'єднання деяких ділянок з однорідним характером робіт, а також окремих складських приміщень.

Площі зон зберігання (стоянки) рухомого складу охоплюють площі стоянок (відкритих або закритих), з урахуванням простору, зайнятого обладнанням для підігріву автомобілів, рампами та додатковими поверховими проїздами.

До допоміжних площ підприємства, відповідно до СНиП II-92-76, належать: санітарно-побутові приміщення, пункти громадського харчування, приміщення охорони здоров'я (медичні пункти), приміщення культурного обслуговування, приміщення для управління, а також приміщення для навчальних занять та громадських організацій. Розрахунок площі зони зберігання-стоянки автомобілів виконується за формулою:

$$F_{ст} = f_A \cdot A_{ст} \cdot K_{ш} \quad (2.26)$$

де f_A - площа, яку займає в плані один автомобіль, м² ;

$K_{ш}$ - коефіцієнт щільності розміщення автомобілів на стоянці.

Площа зон ЩО, ТО і ПР визначається за формулою:

$$F_{ст} = f_A \cdot \Pi_Q \cdot K_{ш} \quad (2.27)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.10. За розрахунком площа зони зберігання менше, ніж в дійсності, тому що на підприємстві в теперішній час автомобілів менше, ніж було раніше.

Таблиця 2.10 - Результати розрахунків площ зон

Зона	Площа, м2
1	2
Зберігання автомобілів	3591
Щоденного обслуговування	165
Технічного обслуговування	541
Поточного ремонту	425

Площі виробничих дільниць визначаються по площі, яка припадає на одного робітника в найбільшій зміні:

$$F_d = f_p^I + f_p^{II} \cdot (P-1), \quad (2.28)$$

де f_p^I – питома площа, яка припадає на першого робітника, м2 [18];

f_p^{II} – питома площа, яка припадає на кожного наступного робітника, м2;

Вихідні дані для розрахунків заносяться в таблицю 2.11, а результати розрахунків наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.11 - Вихідні дані для визначення площ виробничих приміщень

Найменування приміщення	f_p^I , м2	f_p^{II} , м2	P, чол.
Слюсарно-механічне	12	10	1
Ковальсько-ресорне	20	15	1
Мідницьке	10	8	1
Зварювально-жерстяницьке	15	10	1
Кузовне	30	15	1
Оббивне	15	10	1
Арматурне	8	5	1
Електротехнічне	10	5	1
Паливної апаратури	8	5	1
Шиноремонтне	15	10	1
Фарбувальне	30	15	1
Агрегатне	15	12	2

Таблиця 2.12 - Результати розрахунків площ виробничих приміщень

Найменування дільниці	Чисельність робітників	Площа, м2
1	2	3
Агрегатна	2	40
Слюсарно-механічна	3	52
Ремонту електрообладнання	2	25
Ремонту приладів системи живлення	1	10
Шиномонтажна, шиноремонтна	1	15
Фарбувальна	2	45
Оббивна	1	15
Ковальсько-ресорна, арматурна	3	50
Мідницько-радіаторна		
Бляхарська	4	60
Зварювальна		

Площі складських приміщень і споруд АТП визначаються добутком питомих нормативів, наведених у [18], на чисельність рухомого складу і на коригувальні коефіцієнти в залежності:

KC1 - від середньодобового пробігу РС;

KC2 - від чисельності технологічно сумісного РС;

KC3 - від типу РС;

KC4 - від висоти складування;

KC5 - від КУЕ.

Вихідні дані для розрахунків заносяться в таблицю 2.13, а результати розрахунків наведені в таблиці 2.14.

Таблиця 2.13 - Вихідні дані для визначення площ складських приміщень

Показник	Значення
Питома площа приміщень на 10 одиниць рухомого складу, м2:	
Запасних частин, деталей, експлуатаційних матеріалів	4,4
Двигунів, агрегатів і вузлів	3,0
Маслильних матеріалів	1,8
Фарбувальних матеріалів	0,6
Інструменту	0,15
Кисню, азоту і ацетилену	0,2

Пиломатеріалів	0,0
Металу, металобрухту	0,3
Автомобільних шин	2,6
Автомобілів і агрегатів(списаних)	7,0
Проміжного зберігання запасних частин і матеріалів	0,9
Дегазованих балонів	0,25
Коефіцієнти коригування:	
KC1	0,9
KC2	1,2
KC3	1
KC4	1,35
KC5	1,1

Таблиця 2.14 - Результати розрахунків площ складських приміщень

Найменування приміщення	Площа, м ²
1	2
Запасних частин, деталей, експлуатаційних матеріалів	4.46
Двигунів, агрегатів і вузлів	3.04
Масляних матеріалів	1.82
Фарбувальних матеріалів	0.61
Інструменту	0.15
Кисню, азоту і ацетилену	0.2
Пиломатеріалів	0.0
Металу, металобрухту	0.3
Автомобільних шин	2.64
Автомобілів і агрегатів(списаних)	7.1
Проміжного зберігання запасних частин і матеріалів	0.91
Дегазованих балонів	0.25

2.7 Розробка планувальних рішень

На генеральному плані зображено будівлі і споруди за їхніми габаритними розмірами, розміщенням, площадки для відкритого зберігання автомобільної техніки, основні і допоміжні шляхи руху рухомого складу на території АТП.

На стадії техніко-економічного обґрунтування та за попередніми розрахунками необхідна площа ділянки підприємства (в гектарах):

$$F_{\text{з}} = \frac{10^{-4}(F_{\text{з.вир.с}} + F_{\text{щО}} + F_{\text{з.доп}} + F_{\text{з.р.с}})}{K_{\text{з}}}, \text{ га} \quad (2.29)$$

де $F_{\text{з.вир.с}}$ – площа забудови виробничо-складських будівель, м²;

$F_{\text{щО}}$ – площа зони ЩО;

$F_{\text{з.доп}}$ – площа забудови допоміжних будівель, м²;

$F_{\text{з.р.с.}}$ – площа відкритих площадок для зберігання рухомого складу, м²;

$K_{\text{з}}$ – щільність забудови території, %.

Отже, площа необхідної ділянки підприємства:

$$F = 1,22 \text{ га.}$$

Мінімальна щільність забудови території АТП, згідно СНП П-89–90, приймається в залежності від типу підприємства та числа автомобілів. Приймаємо $K_{\text{з}} = 42\%$.

Визначаємо площу озеленення за формулою:

$$F_{\text{оз}} = (F_{\text{з.вир.с.}} + F_{\text{з.доп}} + F_{\text{з.р.с.}}) \cdot K_{\text{з}}, \quad (2.30)$$

де $K_{\text{з}}$ – коефіцієнт озеленення.

$$F_{\text{оз}} = 1321,35 \text{ м}^2$$

При розробці генерального плану враховуються як загальні, так і місцеві вимоги. Загальні вимоги визначаються призначенням автотранспортного підприємства (АТП), його виробничими процесами, складом та взаємозв'язком будівель і споруд, черговістю будівництва, перспективами розширення, а також нормативними вимогами до організації та забудови території. Місцеві вимоги обумовлюються розташуванням земельної ділянки у плані району будівництва та відносно проїздів загального користування; її розмірами, конфігурацією, рельєфом та гідрологічними характеристиками; характером забудови суміжних ділянок; містобудівними й архітектурними вимогами тощо.

Залежно від способу забудови земельної ділянки розрізняють блокований та павільйонний типи. При блокованому способі всі основні функції підприємства реалізуються в одній спільній будівлі, тоді як при павільйонному – в окремих будівлях. Обирається блокований спосіб забудови, оскільки він дозволяє знизити вартість будівництва й експлуатації будівель на 15-20 % порівняно з павільйонним, поліпшити виробничі зв'язки між зонами та відділеннями, а також зменшити площу земельної ділянки.

При складанні генерального плану значна увага приділяється відстаням між будівлями, які повинні відповідати санітарним, будівельним та протипожежним нормам. Мінімальні відстані між будівлями всередині підприємства мають становити 12 м. Мінімальна відстань від зони відкритого зберігання автомобілів до зони ТО або ремонту повинна бути не менше 10 м. Мінімальна відстань до огорожі або глухої вогнестійкої стіни має становити не менше 2 м.

Важливим елементом генерального плану є проїзди, які повинні мати тверде покриття та поздовжні ухили не більше 4 %. Ширина проїздів на АТП встановлена не менше 3 м при односторонньому русі.

У зоні зберігання автомобілі розташовуються в 4 групи. В'їзд транспортних засобів на територію АТП та виїзд з неї здійснюється через головні роздільні ворота, поблизу яких розташований контрольно-пропускний пункт. Додатковий виїзд з підприємства передбачений через ворота, що виходять на іншу вулицю. На території АТП організовано правосторонній рух проти годинникової стрілки, що унеможливує перетинання транспортних потоків.

Територія земельної ділянки, вільна від забудови, проїздів та зон зберігання, впорядковується та озеленюється.

За функціональним значенням виробничі приміщення АТП поділяються на основні та допоміжні. Основні виробничі приміщення призначені для розміщення постів ТО, ремонту та зберігання автомобільної техніки. Допоміжні приміщення використовуються для виконання різних підготовчих,

профілактичних та ремонтних робіт, а також для зберігання технічного майна (складські приміщення).

Враховуючи наявність окремих воріт для в'їзду автомобілів на малярну та зварювальну дільниці, їхні площі відповідно дорівнюють по 72 м².

Отже загальна площа виробничого корпусу складає:

$$F_{\text{заг.}} = F_{\text{ск. прим. заг.}} + F_{\text{вир. діль. заг.}} + F_{\text{ТО, ПР}}; \quad (2.31)$$

$$F_{\text{заг.}} = 1430 \text{ м}^2$$

Для побудови виробничого корпусу з такою площею потрібно використати сітку колон розміром (18+6)×12. Тоді уточнена площа корпусу становитиме:

$$F_{\text{в.к}} = 24 \times 60 = 1440 \text{ м}^2.$$

Висновки до другого розділу

У цьому розділі було здійснено комплексний розрахунок виробничої програми КП «Вінницька транспортна компанія». Це включало визначення програми та обсягу робіт з технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) рухомого складу, а також розрахунок річної та добової трудомісткості виконання цих робіт, включно зі щоденним обслуговуванням (ЩО). Також було проведено розподіл трудомісткості за видами робіт, визначено необхідну кількість постів для ТО та ПР рухомого складу, і виконано розрахунок площ виробничих та допоміжних приміщень.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОБУСНОГО ПАРКУ КП «ВТК» ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРОКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ

3.1 Аналіз методів управління парком рухомого складу

Управління технічною експлуатацією автомобілів (ТЕА) відіграє ключову роль у забезпеченні якісного функціонування автотранспортного підприємства (АТП). Рухомий склад становить основу будь-якого АТП, тому значна частина управлінських питань ТЕА та технічних систем спрямована на вдосконалення експлуатаційного процесу рухомого складу, насамперед, на питання списання та придбання транспортних засобів.

Існують два основних способи списання та поставки виробів (включаючи автобуси), від яких залежать методи розрахунку вікової структури парку [11]. Дискретне списання передбачає вилучення або продаж автомобіля незалежно від його технічного стану чи показників роботи. Випадкове списання здійснюється на підставі контролю показників роботи автомобіля, таких як накопичення витрат запасних частин, зміна результативності, зменшення прибутку тощо.

Розглянемо деякі аспекти, пов'язані з формуванням вікової структури парку:

- прогноз зміни вікової структури парку рекомендується проводити щонайменше щорічно;
- вікові групи доцільно формувати з меншим кроком, наприклад, щоквартально або раз на півроку;
- зміна вікової структури парку залежить від темпів списання та поповнення, а також встановленого терміну служби автобусів;
- при старінні парку відбуваються зміни не тільки кількісних, але й якісних показників: розширюється номенклатура необхідних запасних частин та

матеріалів, а також виникає потреба у виконанні нових видів робіт, а також у відповідному обладнанні та персоналі;

- істотно погіршуються властивості рухомого складу, що безпосередньо не пов'язані з надійністю, але впливають на конкурентоспроможність у ринкових умовах: зовнішній вигляд, комфортабельність, екологічність.

Суттєвого та стійкого поліпшення показників роботи парку можна досягти шляхом його омолодження, тобто своєчасного списання автомобілів, що виробили встановлений ресурс.

Підприємству необхідно координувати управління парком регулярно, у сучасних умовах – кілька разів на рік, оскільки запізнілі рішення можуть призвести до неповного виконання плану перевезень, надмірної завантаженості технічної служби та погіршення іміджу компанії.

Принциповою відмінністю в організації процесу ТО та ремонту на даний час є те, що повнокомплектний капітальний ремонт (КР) вітчизняних автомобілів практично не проводиться, а регламенти зарубіжних фірм-виробників взагалі не містять даного регламенту. Ця обставина створює труднощі при визначенні виробничої програми з ТО та ремонту автомобілів, оскільки традиційно пробіг до КР приймався як розрахунковий цикл при визначенні показників ТЕА в АТП.

Необхідно відзначити, що зміни в умовах організації ТО та ремонту автомобілів неминуче тягнуть за собою зміни в умовах комерційної експлуатації автомобілів: істотне збільшення міжремонтних пробігів сучасних автомобілів та одночасне відносне зменшення термінів експлуатації, зумовлене їх моральним та технологічним старінням.

Складність конструкції сучасних автомобілів призводить до збільшення надійності в межах ресурсного пробігу, проте це, у свою чергу, вимагає складного та дорогого обладнання для ремонту та обслуговування низки систем та агрегатів. До таких систем, зокрема, належать сучасні системи живлення з електронним керуванням, автоматичні трансмісії тощо, що не завжди є економічно доцільним.

Для проведення розрахунку низки технічних та експлуатаційних показників необхідно враховувати зміни, що відбулися у сфері автомобільного транспорту за останній час. Зокрема, для автобусів змінилися значення нормативів періодичності технічного обслуговування (ТО) та капітального ремонту (КР). Нормативи періодичності ТО-1 зросли у 3-6 разів, для ТО-2 – у 1,5-3 рази, а пробіг до капітального ремонту ($L_{кр}$) – у 1,5-2 рази [24]. Пробіг до капітального ремонту на сьогоднішній день найчастіше є терміном служби автобуса аж до утилізації, тобто мається на увазі експлуатація автобуса без проведення КР. Змінилися також нормативи трудомісткості виконання робіт з ТО та ремонту автобусів. Трудомісткість робіт щоденного обслуговування (ЩО) знизилася, що пов'язано насамперед з удосконаленням мийного та прибирального обладнання, змінився розподіл трудомісткості робіт між ТО-1 та ТО-2. Змінився і розподіл робіт за дільницями та постами. Так, у положенні [18] у річному обсязі робіт з ТО та ремонту не враховуються супутні ремонтні роботи під час виконання ТО-1 та ТО-2, а також сезонне обслуговування. Крім того, до уваги береться частка робіт ТО-2, яка виконується на ремонтних дільницях.

3.2 Залежність ефективності функціонування рухомого складу від терміну експлуатації

Вплив терміну експлуатації на показники ефективності парку рухомого складу є значним. Термін служби автомобіля до списання є одним із факторів, що визначають вікову структуру парку [13].

У свою чергу, вікова структура парку впливає на інтегральні показники ефективності його роботи та необхідні ресурси, а саме: собівартість, коефіцієнт технічної готовності та продуктивність автомобілів, а також потребу в робочій силі, виробничій базі та запасних частинах. Таким чином, вікова структура парку суттєво впливає на функціонування інженерно-технічної служби та АТП загалом [12, 30].

Для підвищення ефективності перевезень необхідно ретельно планувати, прогнозувати та оптимізувати роботу служби експлуатації, обслуговування та ремонту.

У процесі експлуатації автомобіля, при досягненні ним граничного стану або невідповідності його технічних параметрів нормативним значенням конструктивної чи екологічної безпеки (що визначаються вимогами зовнішнього середовища на певному етапі експлуатації), можливі різні стратегії відновлення стану транспортного засобу. Підприємство може або списати автомобіль після досягнення граничного стану за певним критерієм, або за допомогою технічних впливів (поточного ремонту (ПР) або капітального ремонту (КР)) підвищити знижене значення показника якості (коефіцієнт технічної готовності, КТГ) до необхідного рівня, при цьому збільшивши експлуатаційні витрати.

Розглянемо можливу динаміку зміни КТГ автомобіля залежно від пробігу з початку його експлуатації у кількох варіантах. На рисунку 3.1 представлений загальний варіант зміни значень КТГ залежно від пробігу автомобіля.



Рисунок 3.1 Загальний випадок зміни значень КТГ в залежності від пробігу

Система управління технічною експлуатацією на автотранспортному підприємстві (АТП) безпосередньо впливає на перевізний процес та ступінь

задоволеності клієнтів [7]. Кількість резервних автобусів, якість та оперативність виконання технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР), а також дбайливість експлуатації значною мірою визначають результуючі показники надійності та безвідмовності транспортного засобу. Якість перевезення піддається кількісній оцінці. Отже, перед проведенням аналізу питання, пов'язаного з раціональним терміном служби рухомого складу (РС), необхідно проаналізувати динаміку зміни технічних, техніко-експлуатаційних та економічних показників автобуса. Прогнозування вікової структури парку є необхідним для визначення динаміки зміни реалізованого показника якості парку з урахуванням показників якості автомобілів різних вікових груп [13].

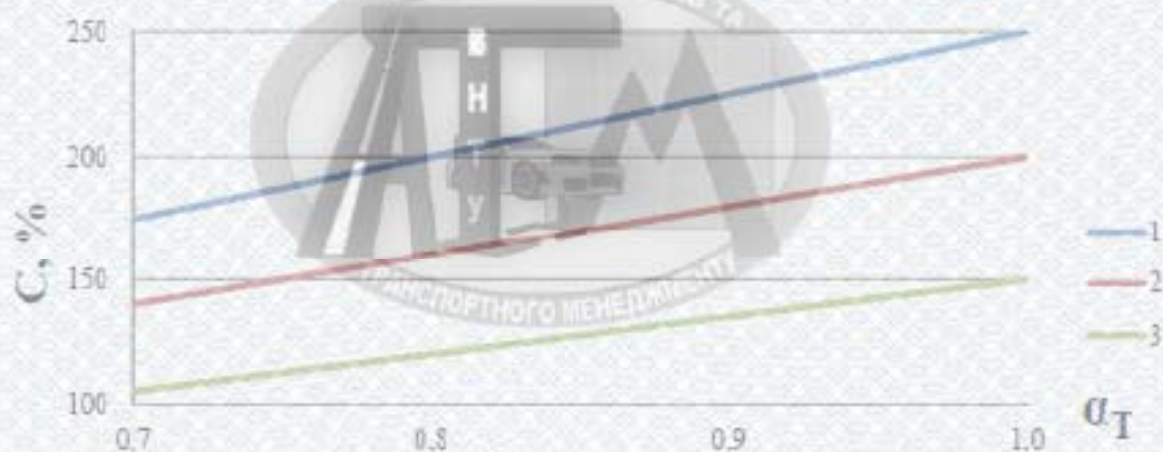


Рисунок 3.2 Вплив коефіцієнта технічної готовності і рівня лінійної безвідмовності (1-3) на питомі витрати міських пасажирських перевезень автобусом 1-100%, 2-80%, 3 - 60%

Забезпечення постійних або прогнозованих техніко-експлуатаційних показників, таких як коефіцієнт технічної готовності та коефіцієнт випуску рухомого складу (РС) на лінію, є легшою задачею для підприємств, що експлуатують нові автобуси.

Для нового рухомого складу характерні незначні витрати на обслуговування, мінімальні простой у технічному обслуговуванні (ТО) та ремонті, а також низька кількість сходів автобуса з лінії. Зі збільшенням віку та

напрацювання автобуса відбувається зниження коефіцієнта технічної готовності, що, у свою чергу, призводить до зростання простоїв у ремонті [16]. Час простою у ремонті спричиняє фінансові втрати, пов'язані з невиходом автобусів на лінію, і, відповідно, зниження доходу від реалізації перевезень. Розглянемо характер зміни деяких показників зі збільшенням напрацювання РС. Зміна деяких показників якості автомобіля за пробіг 350 тис. км:

I. Значення, що зростають зі збільшенням напрацювання:

1. Питома трудомісткість ТО та ПР;
2. Питомі витрати на запасні частини;
3. Вартість запасних частин на одну заміну;
4. Вартість запасних частин на одну відмову;
5. Номенклатура запасних частин;
6. Число запасних частин, що витрачаються на один автомобіль;
7. Питомий простій у ТО та ПР;
8. Витрати на паливо.

II. Значення, що знижуються зі збільшенням напрацювання:

9. Коефіцієнт технічної готовності;
10. Виручка на 1000 км пробігу;
11. Виручка на календарний день;
12. Напрацювання на відмову та несправність;

Для узагальнюючої оцінки технічного стану автомобіля під час експлуатації використовуються три критерії працездатності:

1. Фізична неможливість виконання транспортної роботи або ускладненість керування автомобілем водієм внаслідок несправностей.
2. Невідповідність автомобіля встановленим органами виконавчої влади вимогам до його безпеки в експлуатації.
3. Економічна недоцільність використання автомобіля за призначенням внаслідок погіршення його технічного стану.

Важливо зазначити, що лише невідповідність вимогам безпеки як умова заборони експлуатації юридично закріплена у законодавстві. Решта критеріїв

застосовуються в технічній експлуатації автомобілів на основі «здорового глузду». У разі невідповідності будь-якому з цих критеріїв, автотранспортний засіб (АТЗ) не використовується за призначенням, а направляється до технічної служби АТП або в автосервіс для виконання ремонту. Крім того, незалежно від відповідності наведеним критеріям, АТЗ піддають технічним впливам. Якщо застосування рекомендованих виробником технологій ТО не дозволяє відновити працездатність АТЗ (з урахуванням зазначених критеріїв), розглядається доцільність його капітального ремонту (КР) або здійснюється списання. Можна стверджувати, що «критерії списання (припинення експлуатації) АТЗ у зв'язку з виробленням ним ресурсу, «віком» або неповним відновленням працездатності сучасною нормативною базою автомобільного транспорту не встановлені» [37].

Проте вирішувати ці завдання необхідно, спираючись на існуючу нормативно-технічну та методологічну основу з послідовною їх адаптацією до сучасного рівня та вимог науково-технічного прогресу.

Функціями управління віковою структурою парку автомобілів є:

1. Визначення оптимальних термінів експлуатації автомобілів, що відповідають за регулювання амортизаційних відрахувань.
2. Організація виведення з експлуатації та введення в експлуатацію нових автомобілів, що забезпечують реалізацію раціональних умов функціонування парку. При зміні термінів служби автомобілів змінюються експлуатаційні витрати та капіталовкладення, витрати на ТО та ремонт, потреба у персоналі та виробничо-технічній базі, а також потреба у запасних частинах.
3. Регулювання пропорцій списання та співвідношення автомобілів різних вікових груп у парку при необхідному забезпеченні заданого (або договірною) обсягу транспортної роботи для підприємства з мінімальними витратами [42].

Комплексні та поодинокі показники за темпом зміни поділяються на три основні групи:

1. показники, що мають незначний темп зміни: витрати на експлуатаційні матеріали; коефіцієнт випуску; питомі простої у ТО та ремонті. До цієї групи належать показники, що забезпечують параметри ефективності експлуатації автомобіля, такі як коефіцієнт технічної готовності, коефіцієнт випуску та питомий простій у ТО та ремонті.
2. показники, що мають значний темп зміни: показники надійності, а також показники, що характеризують продуктивність автомобіля. До цієї групи належать показники, що характеризують надійність вузлів та агрегатів автомобіля і, таким чином, забезпечують продуктивність та технічну безпеку експлуатації автомобіля.
3. показники, що мають темп зміни, який призводить до зміни показника в межах, близьких або перевищуючих порядок за відношенням до початкового: питома трудомісткість ПР, витрата запасних частин та їх загальна вартість. Ця група показників характеризує переважно якісні зміни, що відбуваються при старінні виробу (вартість запасних частин, витрата запасних частин). Дана група показників більшою мірою відповідає за екологічну та конструктивну безпеку автомобіля при посиленні вимог середовища експлуатації автомобілів.

Найбільш обґрунтованим для досягнення цілей дослідження можна визнати застосування в якості комплексного показника якості показника, який базується на коефіцієнті технічної готовності (КТГ) автомобіля, оскільки період оцінки КТГ може не відповідати періоду напрацювання автомобіля до КР. КТГ визначається як відношення математичного очікування сумарного часу перебування автомобіля в працездатному стані за період експлуатації до математичного сподівання сумарного часу перебування автомобіля в працездатному стані та простоїв, обумовлених ТО та ремонтом за той самий період [36].

Трудомісткість ремонту та витрати на підтримку працездатного стану зростають зі збільшенням терміну служби (напрацювання) РС, тоді як виручка, коефіцієнт технічної готовності та надійність транспортного засобу знижуються.

Витрати на паливо не змінюються значно протягом усього терміну служби. При зміні термінів служби змінюються експлуатаційні витрати та капіталовкладення. Так, при скороченні встановлених термінів служби зменшуються витрати на ТО та ремонт, потреба у персоналі та виробничо-технічній базі для ТО та ремонту, потреба та витрати на запасні частини, скорочується їх номенклатура [23]. Проте, одночасно збільшується постачання нових автомобілів, а відповідно і витрати на їх придбання.

Загалом, до 50% собівартості перевезень залежить від якості та ефективності технічної експлуатації автомобілів, у тому числі від управління парком РС на АТП [16].

3.3 Способи оновлення рухомого складу на підприємстві

Термін корисного використання автобусів, що експлуатуються на підприємстві, може обчислюватися як у кілометрах пробігу, так і в роках (з моменту введення в експлуатацію) [17]. Технічні та економічні служби забезпечують відстеження стану кожного лінійного автобуса і у виняткових випадках можуть прийняти рішення про дострокове списання конкретного автобуса з балансу підприємства або про продовження терміну експлуатації, забезпечивши відповідне техніко-економічне обґрунтування.

На підприємстві термін корисного використання автобусів почав обчислюватися в роках, варіюючись від 5 до 15 років залежно від типу автобуса та норми амортизації.

Строки корисного використання лінійних автобусів, що експлуатуються, представлені у Таблиці 3.1



Таблиця 3.1 - Рекомендовані терміни служби автобусів різного класу

Клас автобуса	Рекомендований термін служби, років
Автобуси особливо малі і малі, довжиною до 7.5м включно	5...7
Автобуси середні і великі, довжиною до 12м	7...10
Автобуси довжиною більше 16.5 до 24м	10...15

Техніко-економічний метод визначення ресурсу транспортних засобів (ТЗ), представлений на рисунку 3.3, застосовується також для встановлення оптимального терміну служби автобуса. Він передбачає відстеження економічних показників автобуса, на підставі яких приймається рішення про його списання [21].

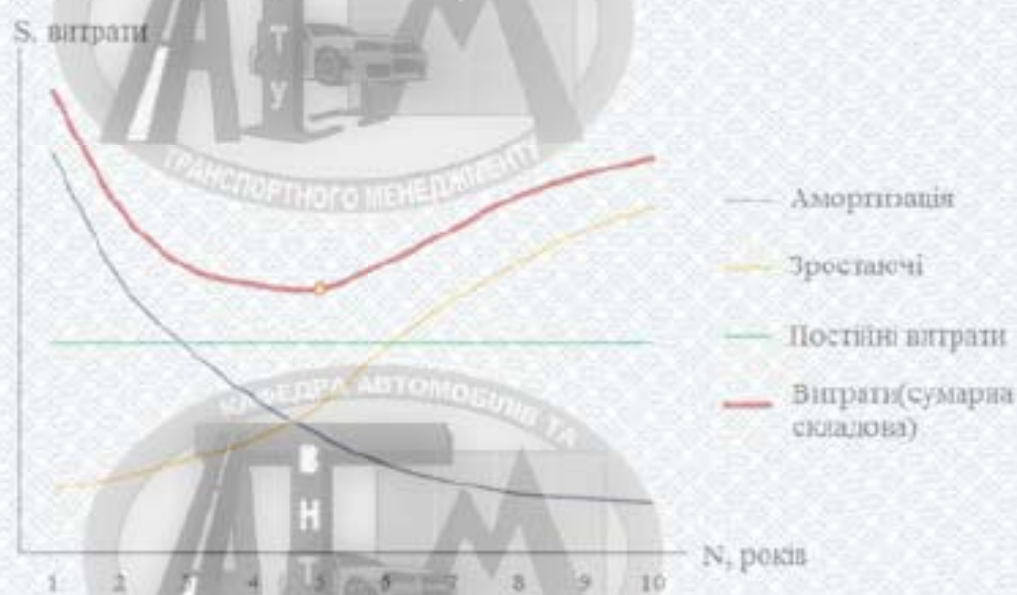


Рисунок 3.3 Графічне представлення техніко-економічного методу

Витрати на експлуатацію автомобіля поділяються на три основні категорії:

1. Питоми експлуатаційні витрати, що зростають: Ці витрати збільшуються пропорційно зі збільшенням терміну служби автомобіля.

2. Питомі експлуатаційні витрати, що є стабільними. Ці витрати залишаються незмінними незалежно від зростання терміну служби автомобіля.
3. Питомі накопичені витрати, включаючи амортизацію. Ця категорія охоплює витрати, що акумулюються протягом експлуатації, та амортизаційні відрахування.

Сума цих трьох складових формує спільні сумарні витрати. Однак, даний метод не враховує зміни технічних та експлуатаційних характеристик транспортного засобу. При розробці системи обслуговування та ремонту за основу взято не термін служби автобуса, а показники надійності функціонування рухомого складу, під якими, проте, маються на увазі витрати на ТО та ПР. На вибір стратегії заміни рухомого складу також впливають ціни на новий рухомий склад.

3.4 Визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів

Розглянемо два підходи до аналізу залежностей, які є необхідними для побудови математичної моделі. Ця модель описує критерії та шукану результуючу функцію, метою якої є визначення раціональних термінів експлуатації автобусів. Зазначені терміни також залежать від різноманітних зовнішніх факторів та факторів впливу, зокрема від вікової структури парку та стратегії її підтримки, а також від політики використання парку. Спочатку зосередимо увагу на методі аналізу існуючої структури та параметрів досліджуваної системи. На рисунку 3.4 представлена загальна схема проведення дослідження.

Залежно від вікової структури автобусів у розглянутих групах і та, відповідно, накопичених пробігів, які визначають рівень працездатності рухомого складу через коефіцієнти технічного використання, створюються умови для збору, аналізу, обробки інформації та побудови закономірностей.



Рисунок 3.4 - Загальна схема проведення дослідження

Ці закономірності описуються диференціальними та інтегральними функціями розподілу віку та накопичених пробігів для кожної розглянутої i -ї групи автобусів з вихідної вибірки $n\Sigma$, тобто для:

диференціальної та інтегральної функцій розподілу віку i -ї групи

$$\text{автобусів: } f(t_y) = \frac{1}{\sigma(t_y)\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t_y - t_i)^2}{2\sigma^2(t_y)}}, \quad (3.1)$$

$$F(t_y) = \frac{1}{\sigma(t_y)\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(t_y - t_i)^2}{2\sigma^2(t_y)}} dt_y, \quad (3.2)$$

де i - індекс вікової групи АТЗ;

j - індекс поточного значення віку автобуса t_y в i -й віковій групі.

- диференціальної і інтегральної функцій розподілу накопичених пробігів i -ї групи автобусів.

$$f(L_{\Sigma y}) = \frac{1}{\sigma(L_{\Sigma y})\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(L_{\Sigma y} - L_{\Sigma i})^2}{2\sigma^2(L_{\Sigma y})}}, \quad (3.3)$$

$$F(L_{\Sigma y}) = \frac{1}{\sigma(L_{\Sigma y})\sqrt{2\pi}} \int_0^{\infty} e^{-\frac{(L_{\Sigma y} - L_{\Sigma i})^2}{2\sigma^2(L_{\Sigma y})}} dL_{\Sigma y}, \quad (3.4)$$

де i - індекс вікової групи АТЗ;

j - індекс поточного значення $L_{\Sigma y}$ в i -тій віковій групі.

При цьому верхні (в) і нижні (н) довірчі t_{Σ}^{*v} і толерантні t_{Σ}^{*n}

$$t_{\Sigma}^{*} = t_i \pm Z_{\gamma} \sigma(t_i), \quad (3.5)$$

В даних виразах індекс i є індекс розглянутої вікової групи автобусів, Z_{γ} - нормована випадкова величина для заданої ймовірності γ .

Аналогічним чином визначаються верхні (в) і нижні (н) довірчі L^{*v} ; н і толерантні L^{*n} границі для накопичених пробігів.

Довірчі границі (ДГ) для накопиченого пробігу:

$$L_{\Sigma i}^* = L_{\Sigma i} \pm Z \cdot \frac{\sigma(L_{\Sigma i})}{\sqrt{n_i}}, \quad (3.6)$$

Толерантні границі (ТГ) для накопиченого пробігу:

$$L_{\Sigma i}^* = L_{\Sigma i} \pm Z \cdot \sigma(L_{\Sigma i}), \quad (3.6)$$

У разі, якщо для розглянутих груп автобусів матимуть місце великі значення коефіцієнтів варіації по накопиченим пробігам, то для побудови їх диференціальних і інтегральних функцій розподілу і їх аналізу використовуються функції розподілу Вейбулла, тобто

$$F(L_{\Sigma i}) = 1 - e^{-\frac{L_{\Sigma i}^a}{\beta}}, \quad (3.7)$$

$$f(L_{\Sigma i}) = \frac{a}{\beta} \cdot L_{\Sigma i}^{a-1} \cdot e^{-\frac{L_{\Sigma i}^a}{\beta}}, \quad (3.8)$$

У виразах (3.7) і (3.8) a є параметром форми розподілу, що визначаються з виразу:

$$a = 1.042 \cdot v(L_{\Sigma i})^{-1.0473}, \quad (3.9)$$

або з таблиць як функція від варіації

$$a = \phi[Var(L_{\Sigma i})] \quad (3.10)$$

де $Var(L_{\Sigma i})$ - коефіцієнт варіації загального накопиченого пробігу автобусів для даної вікової групи.

У виразах (2.9), (2.10) β є наведене значення середнього накопиченого пробігу автобусів.

$$\beta = \left(\frac{L_{\Sigma}}{\beta_a} \right)^a, \quad (3.11)$$

де a - параметр масштабу розподілу.

β_a - значення гамма-функції Ейлера для визначеного значення $X = 1 + 1$,

$$\beta_a = \Gamma\left(\frac{1}{a} + 1\right). \quad (3.12)$$

У випадку сумарних накопичених пробігів, описуваних розподілом Вейбулла, $V(L_{\Sigma}) > 0,4$. Верхні і нижні толерантні межі накопиченого пробігу для розглянутих вікових груп автобусів в цілому для ймовірності γ :

$$L_{\Sigma}^* = [-\beta \cdot \ln(1 - \gamma)]^{1/a}, \quad (3.13)$$

$$L_{\Sigma}^* = [-\beta \cdot \ln \gamma]^{1/a}, \quad (3.14)$$

При оцінці рівнів працездатності автобусів, їх технічного стану і ефективності функціонування технічної служби АТП.

1. Коефіцієнт готовності:

$$a_{gr} = \frac{n_{\Sigma} - n_{stop}}{n_{\Sigma}}, \quad (3.15)$$

де n_{Σ} - загальна кількість автобусів у вихідній вибірці, що експлуатуються в заданому розглянутому інтервалі часу;

n_{stop} - фіксована кількість простоїв автобусів в ТО і ремонті за розглянутий інтервал часу.

2. Коефіцієнт випуску:

$$a_{\text{вип}} = \frac{n_{\text{вип}}}{n_{\Sigma}} \quad (3.16)$$

де $n_{\text{вип}}$ - кількість автобусів, випущених в транспортний процес у вихідній вибірці в заданому розглянутому інтервалі часу.

3. Коефіцієнт технічного використання:

$$a_{\text{мт}} = \frac{n_{\Sigma} - (n_{\text{мт}} + n_{\text{св}})}{n_{\Sigma}}, \quad (3.17)$$

де $n_{\text{мт}}$ - кількість автобусів у вихідній вибірці в заданому розглянутому інтервалі часу, які не вийшли на лінію;

$n_{\text{св}}$ - кількість автобусів у вихідній вибірці в заданому розглянутому інтервалі часу знятих з лінії через відмову їх працездатності.

4. Коефіцієнт випуску також може бути представлений у вигляді:

$$a_{\text{вип}} = a_{\text{мт}} (1 - a_{\text{н}}), \quad (3.18)$$

де $a_{\text{н}}$ - коефіцієнт неробочих днів, то його значення може бути визначено з виразу виду:

$$a_{\text{н}} = 1 - \frac{a_{\text{вип}}}{a_{\text{мт}}}, \quad (3.19)$$

Таким чином, у разі наявності різних вікових груп автобусів в цілому по всій сукупності автобусів для середніх значень $a_{\text{вип}}$ і $a_{\text{мт}}$ можна записати:

$$a_{\text{вип}} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{\text{вип}i} \cdot P_{\text{вип}i}}{n}, \quad (3.20)$$

$$a_{\text{мт}} = \frac{\sum_{i=1}^n a_{\text{мт}i} \cdot P_{\text{мт}i}}{n}, \quad (3.21)$$

У виразах (3.20) і (3.21) $P_{\text{вип}}$ і $P_{\text{тех}}$ є частотами прояви подій, що характеризують випуск ($a_{\text{вип}}$) і технічне використання ($a_{\text{тех}}$) автобусів для кожної з розглянутої вікової групи i і визначаються з виразів:

$$P_{\text{вип}} = \frac{n_{\text{вип}}}{n_{\Sigma}}, \quad (3.22)$$

$$P_{\text{тех}} = \frac{n_{\text{тех}}}{n_{\Sigma}}, \quad (3.23)$$

Зміна накопичених пробігів автобусів в процесі експлуатації в міру їх старіння (тобто в залежності від зміни їх віку) може бути записана в наступному вигляді:

$$L_{\Sigma}(t_i) = \frac{L_{\text{н}}}{\beta} [1 - a_{\text{тех}}(t_i)], \quad (3.24)$$

де $L_{\text{н}}$ - пробіг нового автобуса;

β - параметр, що характеризує інтенсивність зміни накопиченого пробігу;

$a_{\text{тех}}$ - коефіцієнт технічного використання.

Пробіг нового автобуса $L_{\text{н}}$ для заданих L_r і обчислених параметрах $a_{\text{тех}}^{\text{мін}}$ і β може бути визначений з виразу виду:

$$L_{\text{н}} = \frac{L_r \beta}{1 - a_{\text{тех}}^{\text{мін}}}, \quad (3.25)$$

де $a_{\text{тех}}^{\text{мін}}$ - є мінімальне значення коефіцієнта технічного використання для заданого виробленого ресурсу автобуса.

Параметр, що характеризує інтенсивність зміни накопиченого пробігу β , може бути визначений:

$$\beta = -\frac{\ln a_{\text{тех}}^{\text{мін}}}{t_r}, \quad (3.26)$$

Проведений аналіз вікових груп автобусів, що враховує час їх поставок до АТП та подальшої заданої вихідної вибірки вікової структури автобусів для проведення експериментальних досліджень (зокрема щодо інтенсивності експлуатації автобусів, рівня їх технічного використання, витрат палива на маршрутах, витрат на підтримку рівня працездатності тощо), зумовив виділення семи основних груп автобусів з різним часом їх введення в експлуатацію, відповідними їх частотами, тобто:

$$P_i = \frac{n_i}{n_{\Sigma}}, \quad (3.27)$$

де n_i - вікові групи автобусів з урахуванням років їх поставок в експлуатацію; n_{Σ} - загальна досліджувана вибірка автобусів.

В процесі проведення досліджень прийнята гіпотеза про неоднорідність витрати палива автобусами, які належать n віковим групам.

$$n_{\Sigma} = n_1 + n_2 + \dots + n_i \quad (3.28)$$

При цьому середня витрата палива в цілому по групах може бути визначена з виразу:

$$Q = \frac{P_1 \cdot Q_1 + \dots + P_n \cdot Q_n}{P_1 + \dots + P_n}, \quad (3.29)$$

Середньоквадратичне відхилення витрати палива з урахуванням частот визначається з виразу:

$$\sigma(Q) = \sqrt{\sum (P_i \cdot (\sigma_i(Q))^2 + (Q - Q_i)^2) + \dots + \sum (P_i \cdot (\sigma_i(Q))^2 + (Q - Q_i)^2)} \quad (3.30)$$

3.5 Моделювання сумарних питомих витрат на експлуатацію рухомого складу

У практиці досліджень розрізняють три основні види термінів служби: економічно доцільні терміни служби, призначені для цілей планування; амортизаційні терміни служби, що забезпечують погашення первісної вартості та накопичення коштів для відтворення машин; а також фактичні терміни служби.

Основними факторами, що визначають термін служби автобусів, є:

- початкові значення показників якості автомобіля та властивості динаміки їх зміни (наприклад, вартість, початкова продуктивність, надійність та економічність);
- умови використання, прийнята система технічного обслуговування та ремонту, а також якість виконання необхідних робіт;
- розмір парку автобусів, необхідний на кінець планованого періоду (особливо суттєво при "голчастій" віковій структурі парку);
- розмір парку на початок планованого періоду;
- схема та методика поставки автобусів протягом планованого періоду;
- моральний знос автобусів;
- наведені питомі витрати на експлуатацію та закупівлю автобусів і запасних частин, амортизацію, а також функціонування ремонтно-обслуговуючої бази.

Амортизаційний термін служби автобуса — це визначена в роках тривалість експлуатації, що враховує економічну доцільність, фізичний і моральний знос, планований рівень використання, а також особливості виробництва чи закупівлі та оновлення автопарку. Він слугує для розрахунку норм амортизаційних відрахувань на повне відновлення (реновацію) та нормативів витрат на технічне обслуговування (ТО) і ремонт.

Згідно з усталеними визначеннями, амортизація — це процес поступового перенесення вартості основних засобів праці на вартість виробленої продукції,

робіт чи послуг у міру їхнього зносу. Метою цього є акумуляція коштів для подальшої реновації основних фондів. У практичних розрахунках повних наведених питомих витрат, що є цільовою функцією запропонованої моделі, амортизація відображає частку вартості автобуса, яка припадає на один рік його експлуатації в автотранспортному підприємстві (АТП).

Норма амортизації — це встановлений відсоток амортизаційних відрахувань від балансової вартості основних фондів, призначений для їх повного відновлення протягом певного періоду для конкретного виду (групи) активів. Зазвичай відсоток амортизації є лінійною (оберненою) функцією від кількості років планованої експлуатації автобуса.

Економічно доцільний термін служби — це період використання автобуса, протягом якого забезпечується його експлуатація з мінімальними наведеними питомими витратами, що дозволяє досягти максимального економічного ефекту.

Фактичний ресурс автобуса — це час його реальної експлуатації, який може бути визначений за актами списання або шляхом співставлення наявного парку зі щорічними поставками техніки.

Підставою для визначення економічно доцільних термінів служби автобуса є фактичні дані про витрати на підтримання його працездатного стану (з урахуванням старіння), інформація про напрацювання, пробіг, обсяг виконаної роботи підприємствами муніципального пасажирського транспорту, а також дані про витрати палива, масел тощо.

Економічно доцільний термін служби автобусів, що визначається їх фізичним зносом, традиційно встановлюється, як уже зазначалося, з умови мінімізації питомих витрат за весь період експлуатації. Відповідно, як цільова функція для визначення оптимального терміну служби автобуса за цими правилами, використовуються наведені витрати в розрахунку на одиницю виконаної роботи. У межах можливого діапазону впливових параметрів шукається таке їх поєднання, що відповідає мінімальному значенню побудованої функції. Визначення економічно доцільних термінів служби, таким чином, зводиться до мінімізації функції приведених витрат і збитків [36]:

$$\Sigma(C_i) + E_n \cdot K_{\text{нв}} + C_{\text{пр}},$$

де C_i - питомі поточні витрати на одиницю виконаної роботи по i -ої складової (експлуатація транспортного засобу, витрати на паливо, масло та інші витратні матеріали, на запасні частини, капітальні ремонти), грн. / од. напрацювання;

E_n - коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$K_{\text{нв}}$ - питомі капітальні вкладення на од. напрацювання;

$C_{\text{пр}}$ - питомі збитки від ненасиченості або надлишку автобусів і простоїв з технічних причин, грн./од. напрацювання.

Наприклад, при "голчастій" віковій структурі виникають ситуації, пов'язані з нестачею транспортних одиниць наприкінці періоду експлуатації автобусів (у випадку визначення необхідної кількості автотransпортних засобів у середньому, за середнім віком експлуатації тощо), або з їх надлишком у початковому періоді експлуатації.

Економічно доцільний, раціональний термін служби автобуса визначається, таким чином, з умови максимізації прибутку підприємства за цей термін (з урахуванням рівномірного розподілу по всьому терміну експлуатації).

Прибуток визначається як різниця між доходом транспортного підприємства та експлуатаційними витратами за весь час з початку експлуатації, а також платою за фонди, відрахуваннями до фондів підприємства та амортизаційними фондами:

$$\Pi = D - (C_{\Phi} + C_{\text{нв}}), \quad (3.32)$$

де Π - прибуток підприємства, грн./од. напрацювання;

D - дохід підприємства, грн./од. напрацювання;

C_{Φ} - плата за фонди, відрахування до фондів підприємства, грн./од. напрацювання;

C_e - експлуатаційні витрати за весь період експлуатації, грн./од. напрацювання.

Прибуток, що генерується в процесі функціонування муніципального транспорту, задіяного у перевезенні пасажирів, формується за рахунок надходжень від проїзду з різних джерел: оплата безпосередньо пасажирами за кожну поїздку, перерахування коштів з муніципальних фондів за пільгових пасажирів, а також субсидії за роботу у святкові дні, що приймає на себе муніципалітет міста. Додатково діє система дотацій на перевезення пасажирів, оскільки поточний рівень купівельної спроможності населення не дозволяє повністю покривати витрати на функціонування автобусних парків та підтримання працездатності автобусів на належному рівні за рахунок вартості проїзду. У зв'язку з цим реальне розпорядження доходами, отриманими автобусними парками за виконану роботу, значною мірою зосереджено в муніципалітеті.

З централізованих амортизаційних фондів надходять кошти на закупівлю нових одиниць рухомого складу. Саме з цього схематично описаного порядку формування відновлення парку, як єдиного великого функціонуючого об'єкта, ми будемо надалі виходити при визначенні складових цільової функції.

Зокрема, оскільки ані оплата проїзду, ані підтримка пільгових груп населення, ані субсидії не залежать від віку транспортних засобів, що використовуються у перевізному процесі, можна дійти висновку, що у даному дослідженні ця величина може бути прийнята константою і, таким чином, виключена з цільової функції. У зв'язку з цим завдання може бути переформульоване з пошуку максимального питомого прибутку за раціональний термін експлуатації автобусів на пошук мінімальних питомих витрат, понесених парком, або, точніше, мінімальної собівартості одиниці виконаної роботи.



Робота пасажирського транспорту зазвичай вимірюється у кілометрах пробігу або у пасажиро-кілометрах. Розподіл щільності пасажиропотоку на один транспортний засіб за часом доби є досить нерівномірним, проте вкрай мало залежить від віку автобусів. У зв'язку з цим більш коректно та цілком допустимо розглядати питомі витрати різної природи відносно накопиченого пробігу. Тоді наведені питомі витрати можуть бути представлені:

$$C_p = C_a + B_{\text{тс}} + B_{\text{ш}} + B_{\text{зч}} + B_{\text{р}} + B_{\text{п}} + B_{\text{м}} + B_{\text{и}}, \quad (3.33)$$

де C_a - амортизаційні відрахування на реновацію, грн. / км;

$B_{\text{тс}}$ - витрати на технічне обслуговування, грн. / км;

$B_{\text{ш}}$ - витрати на шини, грн. / км;

$B_{\text{зч}}$ - витрати на запасні частини, грн. / км;

$B_{\text{р}}$ - витрати на всі види ремонту, грн. / км;

$B_{\text{п}}$ - витрати на паливо, мастило, грн. / км;

$B_{\text{м}}$ - витрати на оплату праці водіїв, грн. / км;

$B_{\text{и}}$ - інші, не враховані в вищеназваних складових витрати, такі як накладні витрати і т.д., в грн. / км.

Розрахунок витрат на паливо на 1 км пробігу проводиться за формулою:

$$B_{\text{п}} = \frac{L_{\text{г}}}{L_{\text{ср}} \cdot C_{\text{п}} \cdot Q_{\text{ср}}}, \quad (3.34)$$

де $L_{\text{ср}}$ - середньорічний пробіг 1 автобуса, тис. км;

$Q_{\text{ср}}$ - витрата палива на 1 км пробігу – 0,44 л;

$L_{\text{г}}$ - сумарний річний пробіг парку, тис. км;

$C_{\text{п}}$ - ціна палива – 21,40 грн/л.

Розрахунок витрат на мастильні матеріали 1 км пробігу проводиться за формулою:

$$B_{\text{ол}} = 0.01 \cdot Q_{\text{сер}} \cdot (N_1 \cdot C_{\text{м}} + N_2 \cdot C_{\text{т}}), \quad (3.35)$$

де N_1 - норми витрат на моторні оливи – 2,0 л/100км;

N_2 - норми витрат на трансмісійні оливи – 0,3 л/100км;

$C_{\text{м}}$ - ціна на моторні оливи – 198 грн/л;

$C_{\text{т}}$ - ціна на трансмісійні оливи – 225 грн/л.

Норми витрат прийнято згідно Наказу Міністерства транспорту та зв'язку України №43 від 10.02.1998р. "Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті".

Розрахунок витрат на АКБ, на 1км пробігу проводиться за формулою:

$$B_{\text{акб}} = C_{\text{акб}} \cdot 2 / (T_{\text{рес}} \cdot K_{\text{к}} \cdot L_{\text{міс}}), \quad (3.36)$$

де $C_{\text{акб}}$ - Вартість АКБ – 2500грн;

$T_{\text{рес}}$ - Експлуатаційна норма ресурсу АКБ – 19 місяців;

$K_{\text{к}}$ - коефіцієнт коригування - 0,96;

$L_{\text{міс}}$ - Фактична інтенсивність експлуатації автобуса км/міс. – 5550.

Експлуатаційна норма та коефіцієнт коригування прийнято згідно наказу Міністерства транспорту та зв'язку України №489 від 20.05.2006р. "Про затвердження Експлуатаційних норм середнього ресурсу акумуляторних свинцевих стартерних батарей колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі".

Розрахунок витрат на шини, на 1км пробігу проводиться за формулою:

$$B_{\text{шин}} = (C_{\text{шин}} \cdot N \cdot L_{\text{сер}}) / L_{\text{шпр}}, \quad (3.37)$$

де $L_{\text{сер}}$ - середній пробіг автобуса, км;

N - кількість коліс на автобусі - 4 шт;

$C_{\text{шин}}$ - вартість однієї шини - 3400грн;

$L_{\text{шпр}}$ - норма пробігу шини 80000км.

Норма ресурсу шин прийнято згідно Наказу Міністерства транспорту та зв'язку України №488 від 20.05.2006р. "Про затвердження Експлуатаційних норм середнього ресурсу пневматичних шин колісних транспортних засобів і спеціальних машин, виконаних на колісних шасі".

Витрати на ТО та Р на 1км пробігу проводиться за формулою:

$$B_{\text{ТОР}} = 1/L_{\text{рпк}} \cdot (N_{\text{щО}} \cdot C_{\text{щО}} + N_{\text{ТО-1}} \cdot C_{\text{ТО-1}} + N_{\text{ТО-2}} \cdot C_{\text{ТО-2}} + (L_{\text{рпк}} \cdot C_{\text{зч}})/1000), \quad (3.38)$$

де $L_{\text{рпк}}$ - Річний пробіг автобусів;

$N_{\text{щО}}$ - кількість ЩО – 324;

$N_{\text{ТО-1}}$ - кількість ТО-1 – 10;

$N_{\text{ТО-2}}$ - кількість ТО-2 – 3;

$C_{\text{щО}}$ - нормативи витрат на ЩО – 65 грн;

$C_{\text{ТО-1}}$ - нормативи витрат на ТО-1 - 270 грн;

$C_{\text{ТО-2}}$ - нормативи витрат на ТО-2 - 440 грн;

$C_{\text{зч}}$ - нормативи витрат на запасні частини - 520 грн.

Розрахунок витрат на амортизацію транспорту

- Ціна нового автобуса - 4.2 млн.грн;

- Залишкова вартість автобуса –380 тис.грн;

- Витрати на амортизацію автобуса на 1 км пробігу – 1,5 грн

Результати розрахунків заносимо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 - Показники собівартості перевезень на 1км

Показники	грн/1км
Вартість палива	8.4
Витрати на мастильні матеріали	1.69
Витрати на АКБ	0.05
Витрати на ТО та Р	1.07
Витрати на шини	5.26
Витрати на амортизацію	8.0
Сумарно	26.43

Для визначення оптимального терміну служби, виходячи з критерію економічної доцільності, необхідно встановити залежність величини собівартості одиниці корисної роботи автобуса від терміну служби, розрахованої в середньому за весь період експлуатації. Термін служби автобуса, при якому буде забезпечена найменша собівартість, слід вважати раціональним з економічної точки зору.

Стаття собівартості — питомі амортизаційні відрахування на реновацію — зменшується за гіперболічною залежністю зі збільшенням терміну служби.

Такий характер кривої пояснюється тим, що сума, витрачена на придбання даного автотранспортного засобу, розподіляється на все більшу кількість років експлуатації автобуса. Безумовно, ця величина (так само, як і вартість автобуса, яка приймається константою в різні періоди функціонування системи для коректності порівняння) має чітко виражений характер залежно від віку списання. Якщо ж розглядати питому величину амортизаційних відрахувань, що припадають на одиницю виробленої роботи (від початку експлуатації і до моменту списання) на кілометр пробігу, то потрібно враховувати, що накопичений пробіг у ході експлуатації не є прямою функцією від терміну експлуатації, і навіть не є лінійною залежністю. Існує значна кореляція між терміном експлуатації та накопиченим пробігом, проте співвідношення цих параметрів є випадковою величиною з певним законом розподілу ймовірностей.

Залежність середнього значення пробігу від віку автобуса стає більш вираженою зі збільшенням навантаження на транспортний засіб у перші роки експлуатації, що підтверджується численними дослідженнями [17].

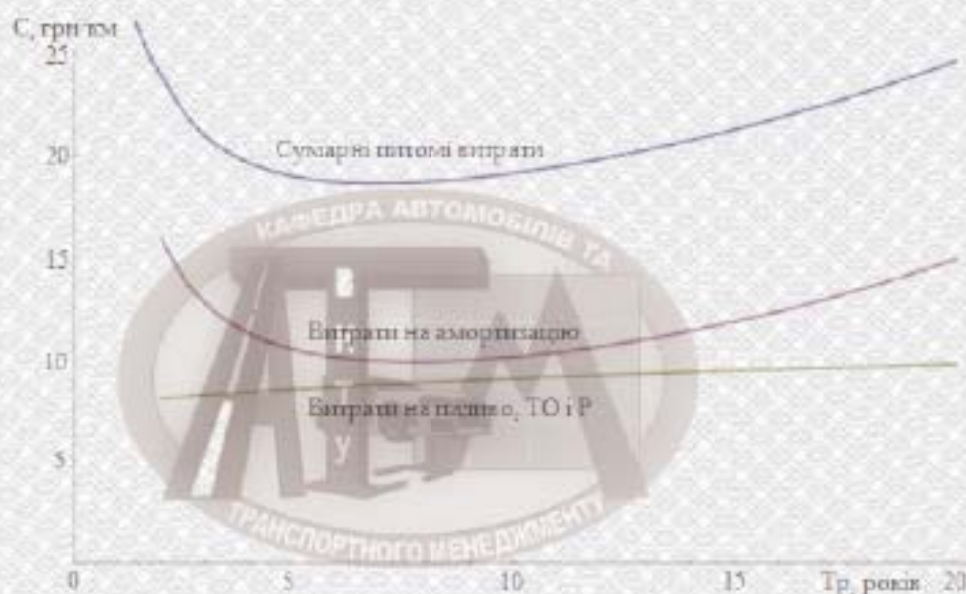


Рисунок 3.5 Залежність зміни питомих витрат по всьому періоду експлуатації, в залежності від року списання, разом з амортизаційними витратами і витратами на паливо, ТО і РР

Оскільки залежність середнього накопиченого пробігу від віку автобуса є нелінійною, при розрахунку питомих витрат (базуючись на віці або пробігу) необхідно використовувати функцію перетворення пробігу від віку (або навпаки). Наприклад, якщо прийняти експоненціальну залежність середньорічного пробігу від віку автобуса, вираз для накопиченого пробігу залежно від віку можна отримати наступним чином:

$$L_s = W(t) = \frac{k \cdot (1 - e^{-ct})}{c}, \quad (3.37)$$

Інші складові статей питомих експлуатаційних витрат, що зазвичай подаються спочатку залежно від пробігу, такі як питомі витрати на запасні частини, на ТО та всі види ремонтів, зростають зі збільшенням як віку, так і сумарного пробігу автобуса. Деякі статті собівартості, такі, наприклад, як величина заробітної плати, яка припадає на одиницю виробленої роботи (при незмінних розцінках, так само, як і вартість автобуса, що прийнято вище), залишаються майже незмінними, незалежними від терміну експлуатації.

Сумарна величина питомих витрат за цими статтями собівартості представляє собою пряму, паралельну осі абсцис. Отже, при проведенні пошуку оптимального значення терміну експлуатації парку ці статті витрат можуть не враховуватися.

Якщо аналітично підсумувати отримані криві залежності функції, то сумарна крива представлятиме собою зміну собівартості одиниці роботи залежно від прийнятого терміну служби автобуса. Для кожного прийнятого терміну служби автобуса розраховується відповідна точка сумарної кривої, що представляє собою усереднену (за ймовірністю) величину собівартості одиниці роботи, відповідну терміну служби автобуса від початку експлуатації до передбачуваного моменту ліквідації (списання).

Собівартість одиниці роботи визначається як частка від ділення накопиченої суми всіх витрат за будь-який термін служби автобуса, пов'язаних з використанням та придбанням автобуса, за вирахуванням його ліквідаційної вартості, на накопичену кількість виробленої за цей же період роботи.

Фактична собівартість одиниці роботи не залишається постійною, а суттєво змінюється залежно від амортизаційного терміну служби автобуса. Спочатку, тобто при прийнятті малих періодів експлуатації автобуса, величина собівартості знижується, досягаючи деякого мінімального значення, після чого при подальшому збільшенні термінів списання вона починає зростати. Термін служби автобуса, при якому досягається мінімальна собівартість одиниці роботи, прийнято вважати економічно оптимальним терміном служби (без урахування впливу морального зносу).

Методи визначення економічно найвигодніших термінів служби автобусів вимагають, як правило, виконання у тих чи інших варіантах робіт зі встановлення діючих закономірностей зміни питомих експлуатаційних витрат автобуса залежно від його терміну служби або, що більш прийнятно, від накопиченого пробігу.

Встановити цю закономірність у більшості випадків можливе лише у кооперації з тими державними організаціями, які експлуатують міський пасажирський транспорт, у яких налагоджено правильний аналіз або хоча б збір необхідної для таких розрахунків статистичної інформації.

Проведення ресурсних випробувань та спеціальних спостережень за технікою є трудомісткою, а найголовніше — тривалою роботою. Питомі збитки від простоїв автобусів з технічних причин визначаються за формулою:

$$C_y = \Pi_n + \Pi_{\text{над}} + \Pi_{\text{пр}}, \quad (3.38)$$

де $\Pi_n, \Pi_{\text{над}}, \Pi_{\text{пр}}$ — відповідно питомі втрати від ненасиченості, надлишку автобусів і простоїв з технічних причин, грн. / од. напрацювання.

Коефіцієнт готовності в t -му році експлуатації дорівнює:

$$a_t(t) = \frac{W(t) + (1 - \beta(t))(W_1 - W(t))a_1}{W_1}, \quad (3.39)$$

де $\beta(t)$ - частка простоїв автобуса через ненадійність в загальних простоях в t -му році в порівнянні з 1-м повним роком використання;

W_1, a_1 - відповідно напрацювання і коефіцієнт готовності в 1-му повному році експлуатації автобуса.

Витрати на зарплату водіїв за умови сталості виконуваної роботи (нехтуючи в даному випадку соціальними, інфляційними впливами) можуть бути прийняті постійними і, отже, незалежними від віку автобуса, а також від терміну його служби.

Додаткові накладні витрати, як правило, є функцією від виконаної роботи та сумарного пробігу, і, таким чином, вони не мають або мають малозначущу залежність від терміну служби автобуса. Основними факторами, що залежать від віку автобуса, є витрати на паливо та мастильні матеріали, а також витрати на

технічне обслуговування (ТО), поточний ремонт (ПР) та запасні частини. Також від терміну служби залежать питомі амортизаційні витрати.

У роботі [21] на групі автобусів, що розглядалася у статистичному експерименті, також визначалася статистична залежність накопиченого сумарного пробігу в регіоні експерименту від часу експлуатації. На даній вибірці не було виявлено статистично значущої нелінійної залежності, у зв'язку з чим при врахуванні зазначених досліджень наведена вище залежність може бути прийнята для аргументу «сумарний пробіг автомобіля» L .

Водночас, на прийнятому нами експериментальному полі — території м. Вінниця — для поставленого завдання, що розглядає поведінку та економічні характеристики експлуатації автобусів від самого початку, умовно з нульового року/кілометра експлуатації, залежність накопиченого пробігу від терміну експлуатації може бути іншою і буде визначатися з зібраних статистичних даних.

3.6 Визначення функціональних залежностей параметрів працездатності рухомого складу від його віку та розробка відповідного алгоритму

При побудові цільової функції обсяг роботи, що виконується за час експлуатації автобусом (так само, як і парком), був прийнятий як накопичений сумарний пробіг. Це обумовлено тим, що обсяг роботи в пасажиро-кілометрах, як і в кілометрах, не залежить від віку списання автобуса, який підлягає оптимізації. Водночас, техніко-економічні характеристики автобуса залежать саме від накопиченого пробігу. При цьому ці два параметри пов'язані між собою коефіцієнтом пропорційності, принаймні в рамках сталості маршрутної мережі, регулярності руху та виконання завдань муніципалітету щодо перевезень пасажирів. За цільову функцію прийнято питомі витрати на одиницю пробігу, тобто підсумовані повні накопичені витрати, віднесені до виконаної за аналізований період роботи. Ці витрати залежать як від граничного терміну

експлуатації, так і від кількості вікових груп, і від стратегії використання рухомого складу.

Оптимальним є рішення за варіативними параметрами, при якому значення цільової функції зводиться до мінімуму.

$$\sum C_{\alpha}(T_p, n) + C_{\pi}(T_p, n) \rightarrow \min, \quad (3.40)$$

$$C_{\alpha}(T_p, n) = \frac{\int_0^{T_p} C_i(L_s(t, T_p, n)) \cdot R(L_s(t, T_p, n)) \cdot Au_0(T_p, n) dt}{W(T_p, n)}, \quad (3.41)$$

де C_{α} - інтегральні питомі витрати по i -ої складовій витрат, в залежності від T_p і n ;

$C_i(L_s(t, T_p, n))$ - поточні питомі витрати по i - ої складовій витрат.

Залежно від накопиченого пробігу L_s , що залежить в свою чергу від часу експлуатації. Ці функції залежать від підтримуваної вікової структури;

$L_s(t, T_p, n)$ - функція накопиченого сумарного пробігу в залежності від часу експлуатації t , від граничного терміну експлуатації T_p і від кількості вікових груп в парку n .

$R(L_s)$ - функція ймовірності безвідмовного стану автобуса;

$$C_{\alpha}(T_p, n) = \frac{C_{\pi} \cdot Au_0(T_p, n) \cdot (1 + \delta / 100)^{(T_p / n - 1)}}{W(T_p, n)}, \quad (3.42)$$

де C_{α} - питомі витрати на відновлення облікового складу парку (на амортизацію) з урахуванням витрат на обслуговування кредитування закупівель автобусів;

C_{π} - витрати на заміну одного списаного та придбання нового автобуса;

δ - банківська відсоткова ставка;

$W(T_p, n)$ - функція виконаного обсягу робіт за весь термін експлуатації однієї групи автобусів;

$Au_0(T_p, n)$ - кількість одиниць автобусів в розглянутій групі на момент часу 0 (початок експлуатації), - в залежності від граничного терміну експлуатації T_p і кількості вікових груп n .

Для проведення розрахунків функції $l_{\text{ус}}(L), R(L), a_i(L), \beta(L), C_i(L, t)$ формуються з статистичних даних.

Накопичений пробіг до моменту часу t при граничному терміні експлуатації T_p :

$$L_s(t, T_p, n) = \int_0^t l_s(x, T_p, n) dx, \quad (3.43)$$

де l_s - функція умовного річного пробігу, залежна від часу експлуатації та від граничного терміну експлуатації автобуса: $l_s(x, T_p, n) = l_{\text{ус}}(L_s(x, T_p, n)) \cdot \beta(L_s, n)$:

$$l_s(L(x, T_p, n)) = \frac{Q(T_p, C_1) \cdot T_p + n \cdot (Q(T_p \cdot n^{-1}, C_1) - Q(T_p, C_1)) \cdot x}{T_p \cdot R(L(x))}, \quad (3.44)$$

де $Q(T_p, C_1) = U_s(U_i^{-1})(t + C_1, n) \cdot R(U_i^{-1})(t + C_1)$

$$U_s(L, n) = l_{\text{ус}}(0) \cdot \frac{a_i(L)}{a_i(0)} \cdot \beta(L, n),$$

Кількість автобусів, яку необхідно придбати в одну вікову групу:

$$Au_0(T_p, n) = \frac{W}{l_{\text{ус}}(0) \cdot \sum R(L_i) \cdot \frac{a_i(L_i)}{a_i(0)} \cdot \beta(L_i, n)}, \quad (3.45)$$

де $\beta(L_i, n)$ - функція переваги використання автобусів в залежності від їх пробігу L і кількості вікових груп n ;

$a_i(L_i)$ - коефіцієнт технічної готовності в залежності від накопиченого пробігу;

L_i - накопичений пробіг до моменту часу $T_i = T_p \cdot i / n$, $i = 1 \div n$,

$L_{\max}(0)$ - макс. річний пробіг одного автобуса на початку експлуатації.

Об'єм виконуваної роботи:

$$W(T_p, n) = \frac{W}{L_{\max}(0) \cdot \sum R(L_i) \cdot \frac{a_i(L_i)}{a_i(0)}} \cdot \int_0^{L(T_p)} R(L) dL, \quad (3.46)$$

$$\text{де } L_i = \frac{T_p \cdot i}{n}$$

Блок-схема алгоритму проведення розрахунків представлена на рисунку 3.5., а нижче наведено опис кожного блоку алгоритму:

1. Введення вхідних даних: Здійснюється імпорт та ініціалізація даних, підготовлених після обробки статистичних матеріалів.
2. Формування блоків розрахунку окремих функцій: Виконується розрахунок та формування функціональних залежностей, таких як $R(L)$, $\beta(L)$, $I(L)$, що, ймовірно, позначають надійність, інтенсивність відмов, середній пробіг тощо, залежно від пробігу L .
3. Розрахунок залежності максимального накопиченого пробігу та початкового річного пробігу від граничного терміну експлуатації (T_p): Обчислюються відповідні функціональні залежності.
4. Розрахунок залежності середньорічного та накопиченого пробігу від календарного віку автобуса при різних значеннях граничного терміну експлуатації (T_p): Виконуються необхідні розрахунки.
5. Побудова залежностей питомих витрат: Формуються залежності питомих витрат на паливо, паливно-мастильні матеріали (ПММ), технічне обслуговування (ТО) та поточний ремонт (ПР), а також амортизацію автобусів. Ці залежності будуються як для одного автобуса, що повністю відпрацював до граничного терміну експлуатації (T_p), так і для всієї закупленої та введеної в експлуатацію підгрупи автобусів, а також для

- необхідної кількості автобусів для одноразової закупівлі — у залежності від L_{gr} на одиницю виконаної транспортної роботи.
6. Побудова функції сумарних питомих витрат: Створюється функція сумарних питомих витрат на експлуатацію та підтримку працездатності автобусів залежно від L_{gr} .
 7. Визначення розрахункового оптимального значення та раціональних меж граничного терміну експлуатації: Встановлюється оптимальне значення T_r , та його раціональні межі в рамках прийнятої моделі, а також відповідне значення сумарних питомих витрат.
 8. Задання кількості вікових груп (n): Вводиться або визначається кількість вікових груп парку.
 9. Розрахунок та формування функції залежності накопиченого сумарного пробігу та річного пробігу від календарного терміну експлуатації та граничного терміну експлуатації (T_r) при заданій кількості рівномірно розподілених вікових груп: Виконуються відповідні обчислення та формування функцій.
 10. Побудова функцій поведінки окремих складових питомих витрат: Створюються функції, що описують поведінку окремих складових питомих витрат, необхідної стартової кількості автобусів в одній віковій групі та у всіх групах загалом за весь період граничного терміну експлуатації (T_r), залежно від кількості вікових груп та від T_r .
 11. Побудова функції сумарних питомих витрат на експлуатацію та підтримку працездатності автобусів: Формується функція, що відображає сумарні питомі витрати залежно від кількості вікових груп та від T_r .
 12. Визначення розрахункового оптимального значення та раціональних меж для граничного строку експлуатації автобуса та відповідного значення сумарних питомих витрат: Визначаються оптимальні параметри залежно від кількості вікових груп.

13. Підготовка та виведення результатів: Здійснюється підготовка та відображення на екрані основних та допоміжних результатів розрахунків (для випадку експлуатації автобусного парку залежно від кількості вікових груп / (від відстані між сусідніми віковими групами в роках при рівномірній розподіленій за часом віковій структурі) та від T_p

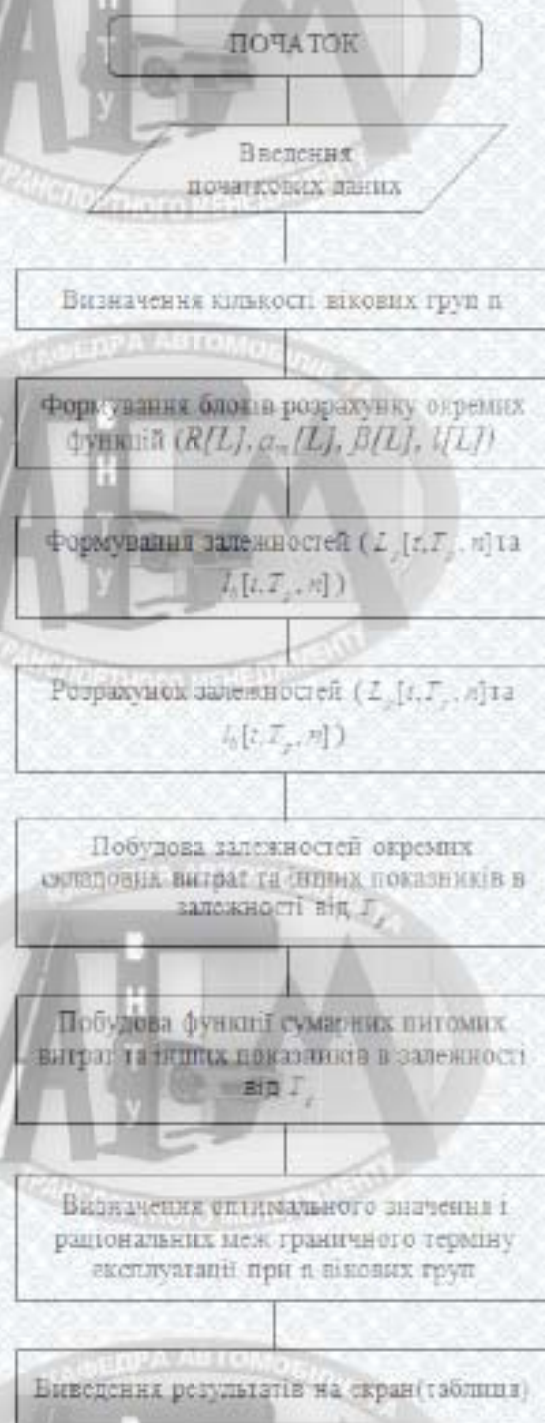


Рисунок 3.6 Алгоритм програми

Висновки до третього розділу

На основі проведеного аналізу було виконано наступне:

- визначено сукупність ключових факторів і параметрів, значення яких потребують встановлення шляхом збору та обробки статистичних даних про діяльність КП «Вінницька транспортна компанія»;
- розглянуто різноманітні підходи до побудови моделі для визначення раціональних термінів експлуатації автобусів;
- створено математичну модель для розрахунку параметрів та розроблено алгоритм дослідження, що характеризують функціонування автобусного парку залежно від обраної стратегії підтримки його вікової структури;
- продемонстровано, що експлуатаційні характеристики автобусного парку істотно впливають як на показники собівартості одиниці виконаної роботи за весь період експлуатації автобуса в парку, так і на значення раціонального терміну служби окремого автобуса.



4 РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ОПТИМІЗАЦІЇ СТРОКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОБУСІВ

4.1 Аналіз вікової структури та інтенсивності експлуатації рухомого складу для досліджуваних вибірок

В межах експериментальних досліджень, спрямованих на досягнення поставлених завдань, ми збирали, обробляли та аналізували інформацію про інтенсивність експлуатації автобусів КП «Вінницька транспортна компанія». Для цього використовувалися статистичні дані, які відображали зміни у віковій структурі автопарку, а отже, і зміни в накопичених пробігах. Саме ці пробіги дозволяють оцінити коефіцієнт технічного використання та визначити рівень працездатності рухомого складу.

Для аналізу було сформовано вибірку з 66 одиниць рухомого складу, що точно відображає поточну вікову структуру автобусів КП «Вінницька транспортна компанія». Нижче представлена детальна інформація про цю вибірку, використану для аналізу вікової структури та накопичених пробігів:

1-а група АТЗ (поставки автобусів з 2008-10 року) - $n_1 = 7$ од.;

2-а група АТЗ (поставки автобусів з 2011 року) - $n_2 = 8$ од.;

3-я група АТЗ (поставки автобусів з 2012 року) - $n_3 = 8$ од.;

4-а група АТЗ (поставки автобусів з 2013 року) - $n_4 = 5$ од.;

5-а група АТЗ (поставки автобусів з 2014 року) - $n_5 = 16$ од.;

6-а група АТЗ (поставки автобусів з 2015 року) - $n_6 = 14$ од.;

7-а група АТЗ (поставки автобусів з 2016-17 року) - $n_7 = 8$ од.;

Всього автобусів в 7-х вибірках (од.):

$$n_{\Sigma} = 66 \text{ од.}$$

Частки (частоти) вікових груп автобусів в заданих вибірках (таблиця 4.1):

Таблиця 4.1 - Частки вікових груп автобусів в заданих вибірках

P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7
0.10	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12

Середній вік автобусів в n вікових групах (таблиця 4.2) складає:

Таблиця 4.2 - Середній вік автобусів в n вікових групах

$t_{\Sigma 1}$	$t_{\Sigma 2}$	$t_{\Sigma 3}$	$t_{\Sigma 4}$	$t_{\Sigma 5}$	$t_{\Sigma 6}$	$t_{\Sigma 7}$
11	9	8	7	6	5	3.5

З урахуванням виявлених частот P_i середній вік автобусів t_{Σ} і його середньоквадратичне відхилення $\sigma(t_{\Sigma})$ для двох розглянутих вікових груп (в роках) визначається з виразів:

$$t_{\Sigma} = \frac{t_{\Sigma 1} \cdot P_1 + \dots + t_{\Sigma i} \cdot P_i}{P_1 + \dots + P_i}, \quad (4.1)$$

$$\sigma(t_{\Sigma}) = \sqrt{P_1 \cdot (\sigma^2(t_{\Sigma 1}) + (t_{\Sigma} - t_{\Sigma 1})^2) + \dots + P_i \cdot (\sigma^2(t_{\Sigma i}) + (t_{\Sigma} - t_{\Sigma i})^2)}, \quad (4.2)$$

Використання оцінки середнього віку і середньоквадратичного відхилення з урахуванням частот розглянутих вікових груп автобусів дозволяє визначити середній вік автобусів t_{Σ} і його середньоквадратичне відхилення $\sigma(t_{\Sigma})$ в цілому для семи груп: $t_{\Sigma} = 6.67$, $\sigma(t_{\Sigma}) = 2.83$.

Верхні і нижні довірчі ($t_{\Sigma}^{\alpha}, t_{\Sigma}^{\beta}$) і толерантні границі ($t_{\Sigma}^{\alpha}, t_{\Sigma}^{\beta}$) вікового складу автобусів (в роках) за 7-ма розглянутими віковими групами (для заданої ймовірності $\gamma = 0.9$) складуть:

$$t_{\Sigma}^{\alpha} = 6.67 + 1.28 \frac{2.83}{\sqrt{66}} = 7.11$$

$$t_{\Sigma}^{\beta} = 6.67 - 1.28 \frac{2.83}{\sqrt{66}} = 6.22$$

$$t_{\Sigma}^{\alpha} = 6.67 + 1.28 \cdot 2.83 = 10.29$$

$$r_{im}^* = 6.67 - 1.28 \cdot 2.83 = 3.04$$

При цьому довірчі і толерантні границі для семи вікових груп автобусів (в роках), приймають наступні значення (таблиця 4.3): верхні (в) і нижні (н) довірчі границі:

Таблиця 4.3 - Довірчі і толерантні границі для семи вікових груп автобусів

№	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
t	11	9	8	7	6	5	3.5
P	0.1	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12
t_{10}^*	11.0483	9.0543	8.054	7.0400	6.0768	5.0718	3.5543
t_{10}^*	10.9516	8.9456	7.945	6.9599	5.9232	4.9281	3.4456
t_m^*	11.128	9.1536	8.1536	7.0896	6.3072	5.2688	3.6536
t_m^*	10.872	8.8464	7.8464	6.9104	5.6928	4.7312	3.3464

Оцінка інтенсивності експлуатації автобусів сімейства ЛАЗ та Богдан в КП «Вінницька транспортна компанія» здійснювалася для вищезазначених вибірок вікових груп t (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 - Оцінка інтенсивності експлуатації автобусів

Показник	Група						
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
t , роки	11	9	8	7	6	5	3.5
$L_t^{\min}$ тис.км	192.442	331.37	198.900	250.613	206.672	123.64	86.65
$L_t^{\max}$ тис.км	444.614	496.66	440.107	358.248	340.508	301.78	150.74
$v(t)$ тис.км	352.646	420.68	335.559	308.888	280.504	261.15	115.58
$\sigma(L_t)$	91.7	48.5	85.71	34.3	38.8	49.8	22.5
$v(L_t)$	0.2600	0.1152	0.2554	0.1110	0.1383	0.190	0.19

Наприклад: 1-а група: вік автобусів $t_1 = 11$ років. $\sigma(t) = 2.83$.

Накопичені пробіги (в тис.км) від мінімального до максимального значення лежать в діапазоні від $L_{\Sigma 1}^{\min} = 192$ тис.км до $L_{\Sigma 1}^{\max} = 444$ тис.км. Середні значення накопичених пробігів для групи автобусів (в тис.км) - $v(t) = 352$ тис.км. Середньоквадратичне відхилення накопиченого пробігу і коефіцієнт варіації приймають значення $\sigma(L_{\Sigma 1}) = 91.7$, $v(L_{\Sigma 1}) = 0.26$.

В рамках проведених експериментальних досліджень з використанням виразів (3.7), (3.8) проведена оцінка довірчих і толерантних меж накопичених пробігів (для заданої довірчої ймовірності $\gamma = 0,9$) за 7-ма віковими групами автобусів із заданої вихідної вибірки.

Для заданої ймовірності $\gamma = 0,9$ нормована випадкова величина Z приймає значення $Z\gamma = 1,28$. При цьому довірчі границі накопичених пробігів в тис. км (верхні - «в» і нижні - «н») для розглянутих вікових груп відповідно до формули (3.7). Толерантні границі накопичених пробігів в тис.км (верхні - «в» і нижні - «н») для розглянутих вікових груп відповідно до формули (3.8) зображені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Толерантні та довірчі границі накопичених пробігів

Показник	Вікова група						
	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
L_a^*	397.0105	442.6348	374.3471	328.5227	292.9207	278.1923	125.7705
L_n^*	308.282	398.7377	296.7713	289.2537	268.0887	244.1203	105.4058
L_m^*	470.022	482.7663	445.2680	352.7922	330.1687	324.9006	144.3881
L_n^*	235.270	358.6063	225.8504	264.9842	230.8407	197.4126	86.78813

Одночасно в рамках проведених досліджень проведена оцінка накопиченого пробігу для семи вікових груп автобусів, а саме 66 од. При цьому отримано такі статистичні характеристики накопичених пробігів:

- середнє значення накопиченого пробігу автобусів для загальної вибірки (тис.км) $L_{\Sigma} = 289.87$ тис.км;
- середньоквадратичне відхилення накопиченого пробігу $\sigma(L_{\Sigma}) = 53.04$;
- коефіцієнт варіації накопиченого пробігу $v(L_{\Sigma}) = 0.1829$.

У загальному вигляді розподіл накопиченого пробігу для даної вибірки (для семи вікових груп) може бути описано розподілом Вейбулла з наступними параметрами:

- параметр форми розподілу:

$$\alpha = 1.042 \cdot 0.1829^{-1.0473} = 6.17$$

- значення гамма-функції Ейлера:

$$b_s = \Gamma\left(1 + \frac{1}{6.17}\right) = 0.696$$

- наведене середнє:

$$\beta = \left(\frac{289.87}{0.696}\right)^{6.17} = 1.46009E+16$$

При цьому верхні і нижні толерантні межі накопиченого пробігу для семи вікових груп автобусів для задається ймовірності $\gamma = 0.9$ (відповідно до виразів (3.16) і (3.17)).

$$L_{\Sigma m}^* = [-1.46009E+16 \cdot \ln(1 - 0.9)]^{1/6.17} = 476.76$$

$$L_{\Sigma m}^* = [-1.46009E+16 \cdot \ln 0.9]^{1/6.17} = 289.19$$

4.2 Оцінка працездатності та моделювання динаміки накопичених пробігів автобусів

Для оцінки рівнів працездатності автобусів, їх технічного стану і ефективності функціонування технічної служби КП «Вінницька транспортна компанія» в даній роботі використовувався наступний комплекс показників:

- коефіцієнт готовності a_1 ; коефіцієнт випуску $a_{\text{вип}}$; коефіцієнт технічного використання. Зазначені показники визначалися на основі збору і обробки статистичної інформації в процесі експлуатації семи вікових груп автобусів (із середнім віком 6.67 років). Результати обробки інформації по оцінці рівня працездатності автобусів для розглянутих вікових груп представлені в таблиці 4.6.

Як було зазначено вище, для прийнятих умов експлуатації автобусів в м. Вінниця з заданим нормативним ресурсом $L_{\text{норм}} = 500$ тис.км, Середнім терміном служби, що дорівнює $t_p = 6.67$ років, і коефіцієнтами коригування:

$$K_1 = 0.8$$

$$K_2 = K_3 = 1.0$$

$$K_3 = 1.0$$

Скоригований ресурс L_p складе:

$$L_p = 500 \cdot 0.8 \cdot 1.0 \cdot 1.0 = 400 \text{ тис.км}$$

Таблиця 4.6 - Показники рівня технічного стану та ефективності технічної служби КП «Вінницька транспортна компанія» для розглянутих вікових груп автобусів

Коефіцієнти	Середні накопичені пробіги $L_{\Sigma i}$ (тис.км)							Сер. знач.
	Група 1	Група 2	Група 3	Група 4	Група 5	Група 6	Група 7	
	352.64	420.68	335.55	308.88	280.50	261.15	115.58	296.43
Коефіцієнт готовності	0.82	0.83	0.83	0.86	0.88	0.91	0.95	0.86
Коефіцієнт технічного використання	0.71	0.75	0.75	0.8	0.81	0.82	0.87	0.78
Коефіцієнт неробочих днів	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.0336	0.04

Параметр β , що характеризує інтенсивність зміни накопиченого пробігу приймає значення, рівне:

$$\beta = -\frac{\ln 0.71}{6.67} = 0.0484$$

При цьому отримані значення пробігу нового автобуса L_* і накопиченого пробігу $L_{\Sigma}(t_i)$ складуть:

$$L_* = \frac{400 \cdot 0.0484}{1 - 0.71} = 18.66 \text{ тис. км}$$

$$L_{\Sigma}(t_i) = \frac{18.66}{0.484} = 385.33 \text{ тис. км}$$

У таблиці 4.7. і на рисунках 4.1 і 4.2 представлено зміна накопичених пробігів $L_{\Sigma}(t_i)$ і коефіцієнтів технічного використання a_{me} в залежності від зміни віку t_i автобусів КП «Вінницька транспортна компанія».

Таблиця 4.7 - Значення коефіцієнтів технічної готовності a_{me} і накопичених пробігів $L_{\Sigma}(t_i)$ в залежності від зміни віку автобусів t_i

Група	t_i , років	$(t_i - t_0)$	a_{me}	Δa_{me}	$L_{\Sigma}(t_i)$ тис. км
1	11	0	0.73	0.00	352.64
2	9	2	0.74	0.01	420.68
3	8	3	0.74	0.00	335.55
4	7	4	0.77	0.03	308.88
5	6	5	0.79	0.02	280.50
6	5	6	0.81	0.02	261.15
7	3.5	7.5	0.85	0.04	115.58

При цьому коефіцієнт a , що характеризує зміну a_{me} відповідно до виразу (3.17) буде дорівнює наступного значенням:

$$a = \frac{\ln(0.71/0.95)}{11 - 3.5} = -0.040$$



Рисунок 4.1 Залежність сумарного пробігу від віку рухомого складу

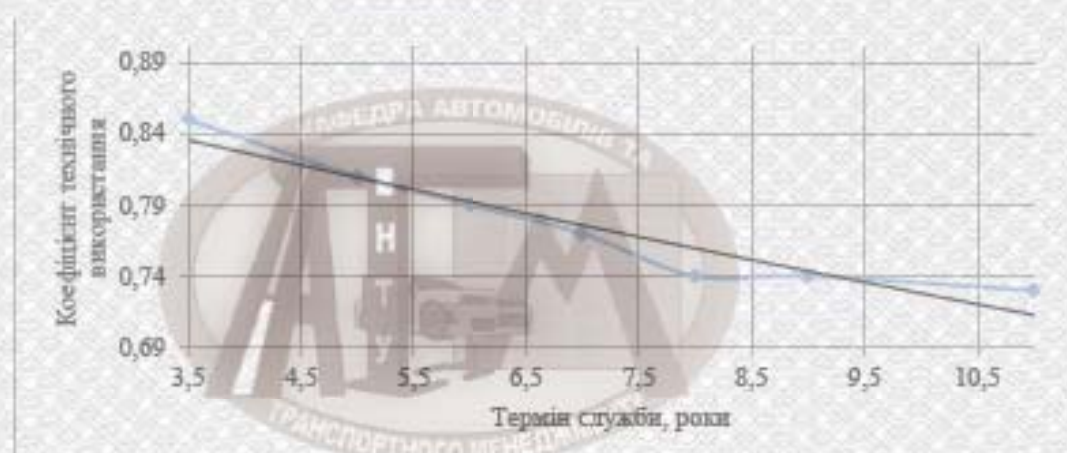


Рисунок 4.2 Залежність коефіцієнту технічного використання від віку рухомого складу

4.3 Встановлення функціональних залежностей параметрів працездатності автобусів від їхнього віку

Як було згадано раніше моделі для підбору функціональних залежностей розглядалися з набору можливих функцій, відібраних і обґрунтованих раніше дослідниками в роботах, які були проаналізовані в першому розділі.



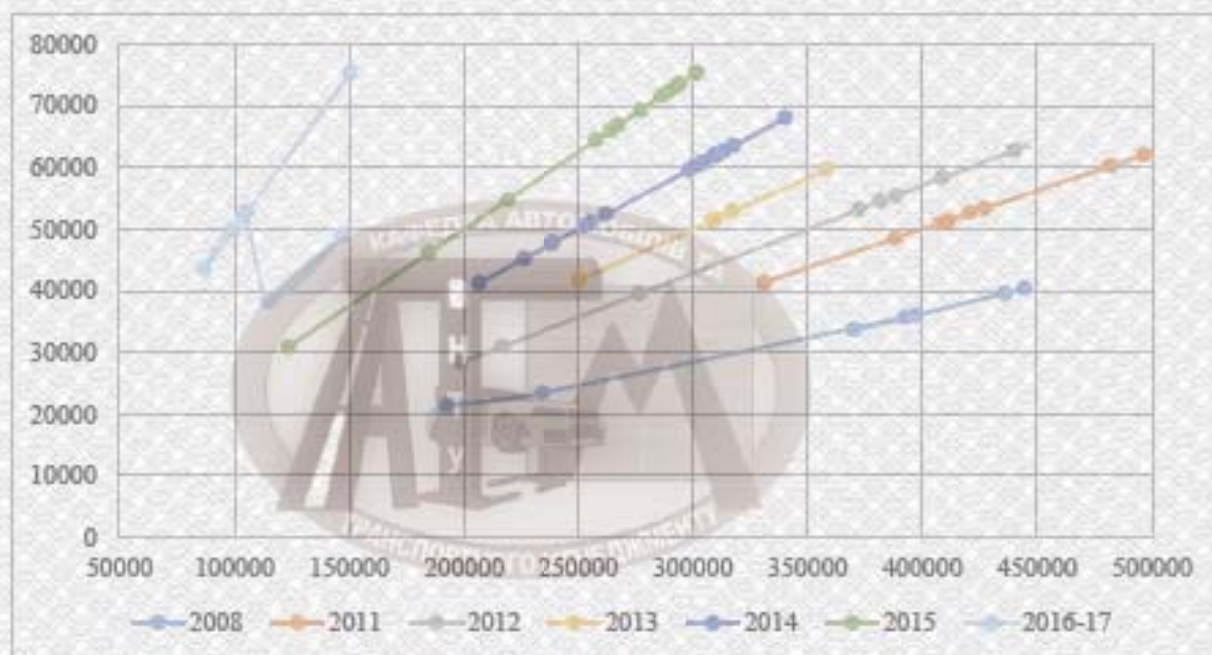


Рисунок 4.3 Залежність середньорічного пробігу від накопиченого сумарного пробігу за даними КП «Вінницька транспортна компанія»

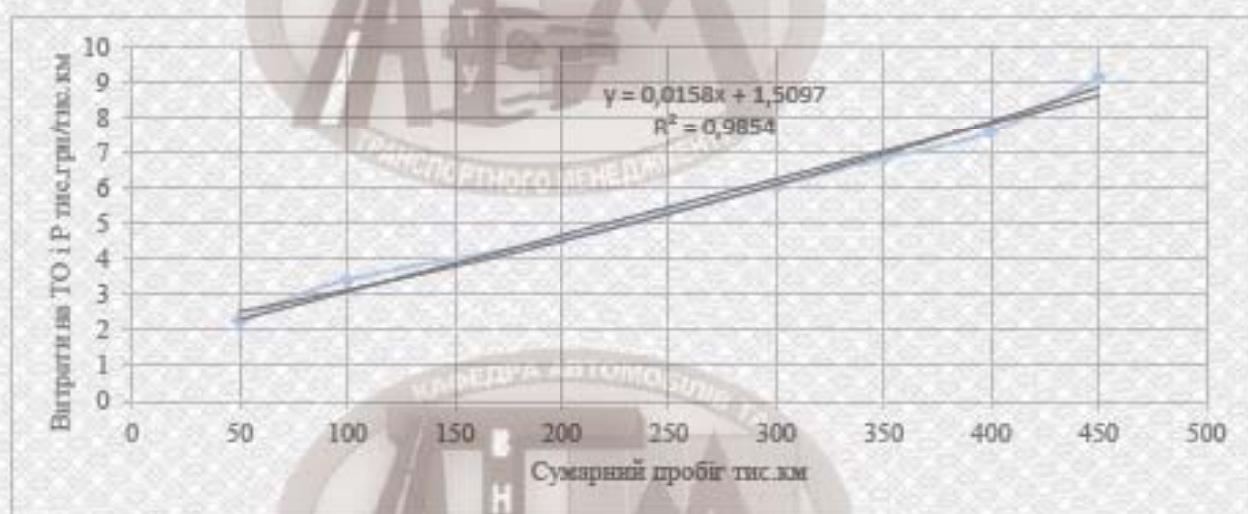


Рисунок 4.4 Витрати на ТО і ПР за даними КП «Вінницька транспортна компанія»

У наведених вище графіках (рисунки 4.3 - 4.4) по осі абсцис L дано сумарний накопичений пробіг автобуса в тисячах кілометрів, а по осі ординат - досліджуваний параметр. При цьому в заголовку показана на першому рядку прийнята в кожному конкретному випадку модель для підбору функції залежності, на другому рядку - вид встановленої залежності з отриманими коефіцієнтами і на третьому рядку - корінь з коефіцієнта детермінації R-квадрат (або коефіцієнт кореляції між значеннями статистичних даних і підбіраною функції у відповідних точках по осі L), що визначає достовірність встановленої залежності.

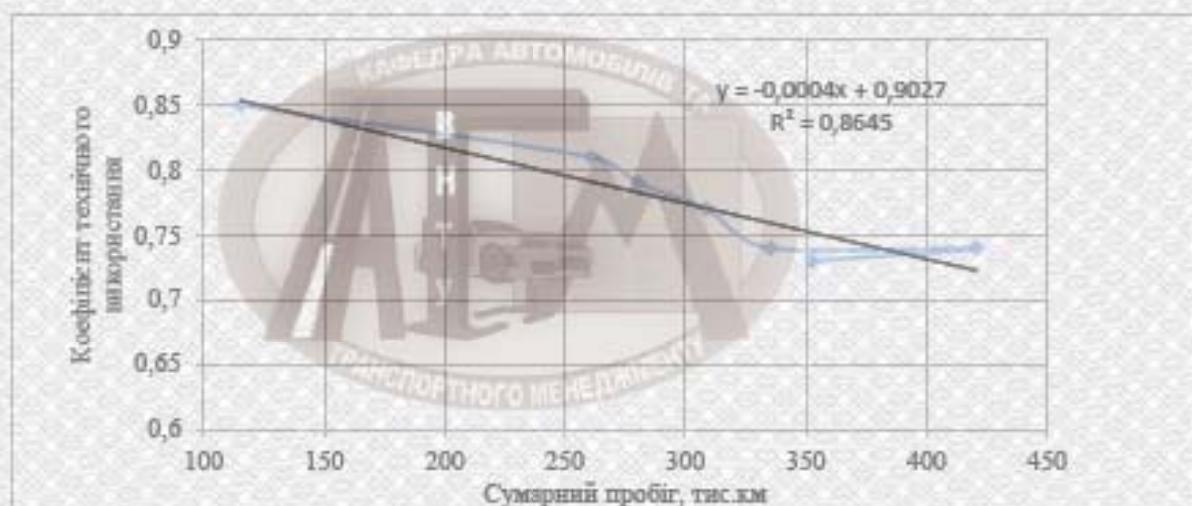


Рисунок 4.5 Залежність коефіцієнта технічної готовності від сумарного накопиченого пробігу по КП «Вінницька транспортна компанія»

Як було зазначено вище, накладні питомі витрати, так само як і заробітна плата водіїв, приведена до одиниці корисної виконаної роботи, приймаються незалежними від пробігу автобуса, і тому вони є несуттєвими при пошуку оптимальних термінів експлуатації автобуса. Водночас, ці складові собівартості є значною часткою при формуванні вартості проїзду пасажирів. Питомі витрати від добових простоїв та від зняття з лінії можуть бути дуже високими і потенційно залежать від сумарного пробігу, особливо у випадках, коли раціональний розмір резерву не витримується або стає недостатнім у зв'язку зі старінням парку.

У даній роботі розрахунок проводиться з умови дотримання обґрунтованого підходу до формування резерву, з обов'язковим виконанням базової функції автобусного парку — перевезення пасажирів відповідно до завдання міського управління, при обов'язковому заміщенні автобусів, знятих з лінії у випадку відмов. Вартість нового автобуса наразі при поставках до системи муніципального транспорту м. Вінниця становить 4.2 млн грн.

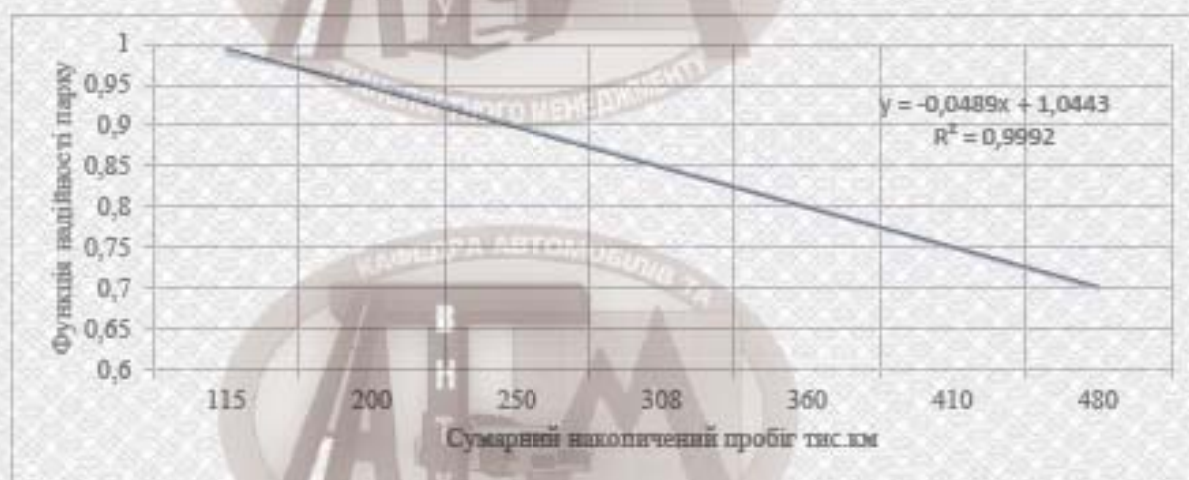


Рисунок 4.6 Підбір функції безвідмовності автобуса $R(L)$, що представляє функцію надійності автобусного парку як об'єкта, що складається з 'n' рівноцінних елементів

4.4 Моделювання та оцінка витрати палива залежно від вікової структури автобусного парку

В процесі проведення експериментальних досліджень, на основі зібраних і оброблених статистичних даних по експлуатації автобусів семи розглянутих вікових груп в КП «ВТК» з вихідної вибірки в 66 од. Визначено витрату палива (у літрах на 100 км пробігу). Статистичні оцінки математичного очікування, середньоквадратичного відхилення і коефіцієнта варіації для частот появи P_i ($i = 1 \dots 7$), що характеризують частки автобусів різних вікових груп, приймають наступні значення (таблиця 4.8)

Таблиця 4.8 - Оцінка витрати палива в залежності від інтенсивності експлуатації

Пок.	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
P_i	0.10	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12
Q_i	45.17	46.57	46.89	44.6	40.94	41.35	27.29
$\sigma(Q_i)$	9.93	2.85	1.51	1.62	3.081	11.12	2.21
$v(Q_i)$	0.2565	0.07992	0.0321	0.0363	0.07415	0.26887	0.0809

Середня витрата палива, його середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації для сімох груп склали:

$$Q_{\Sigma \text{ср}} = 44.2 \text{ л / 100 км}$$

$$\sigma(Q_{\Sigma \text{ср}}) = 5.045$$

$$v(Q_{\Sigma \text{ср}}) = 0.112$$

При цьому аналітичний опис диференціальної функції розподілу витрати палива автобусів по всій вибірці матиме вигляд:

$$f(Q_i) = \frac{0.112}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Q_i - 44.22)^2}{289.87}},$$

Графічне представлення розподілу витрати палива автобусів по всій вибірці представлено на рисунку 4.11

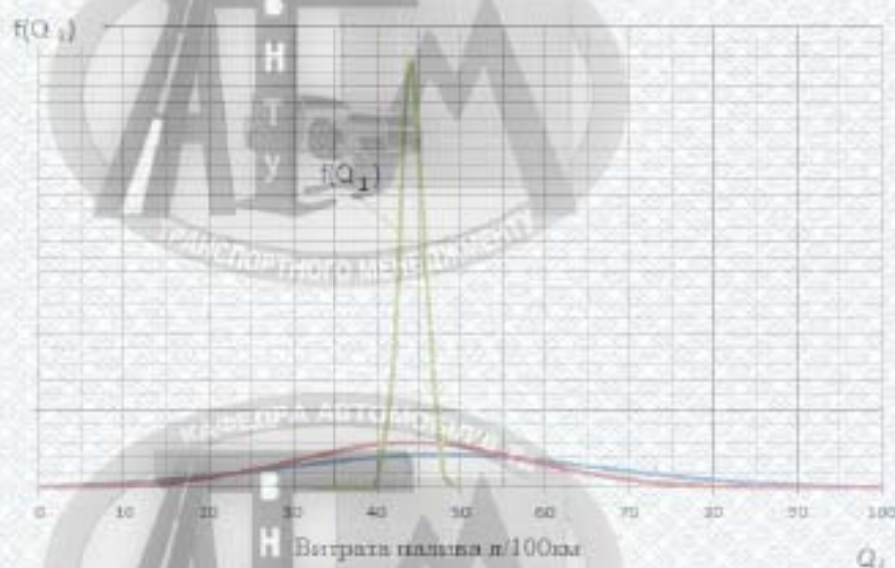


Рисунок 4.7 Розподіл витрати палива автобусами по всій вибірці

З рисунка видно, що для автобусів має місце досить стабільний розкид витрати палива з малою варіацією в межах 41–48 л/100 км пробігу. У таблиці 4.9 представлені результати експериментальних досліджень по зміні витрати палива в залежності від віку автобусів для поточного значення віку t_i і його наведеного значення $(t_i - t_0)$ до автобусів n -ої вікової групи для t_0 .

$$\Delta Q_i = Q_i - Q_{i-1} \quad (4.1)$$

Таблиця 4.9 - Результати моделювання витрати палива в залежності від віку автобусів і коефіцієнта технічного використання

Група	t_i , років	$(t_i - t_0)$	Q_{ni} , л/100 км	ΔQ_{ni}	α_{ni}
1	11	0	45.17	-	0.71
2	9	-2	46.57	1.665	0.75
3	8	-2.5	46.89	0.325	0.75
4	7	-3.5	44.6	2.295	0.8
5	6	-4.5	40.94	3.66	0.81
6	5	-5.5	41.35	0.41692	0.82

Аналіз отриманих результатів показав, що середні значення віку автобусів, коефіцієнта готовності і витрати палива складуть:

$$t = 6.67 \text{ років}$$

$$\alpha_{me} = 0.78$$

$$Q = 44.2 \text{ л/100 км}$$

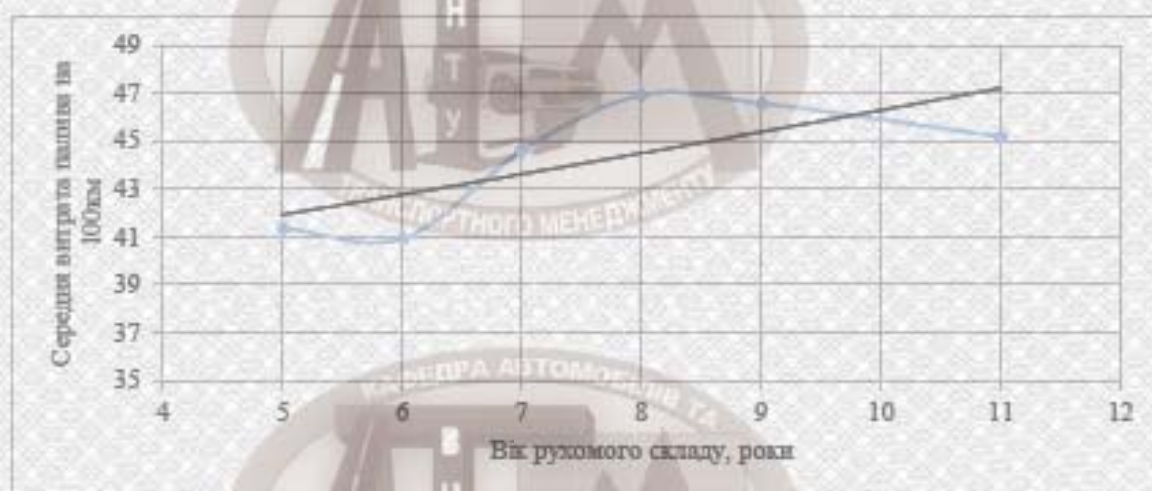


Рисунок 4.8 Залежність середньої витрати палива від віку рухомого складу

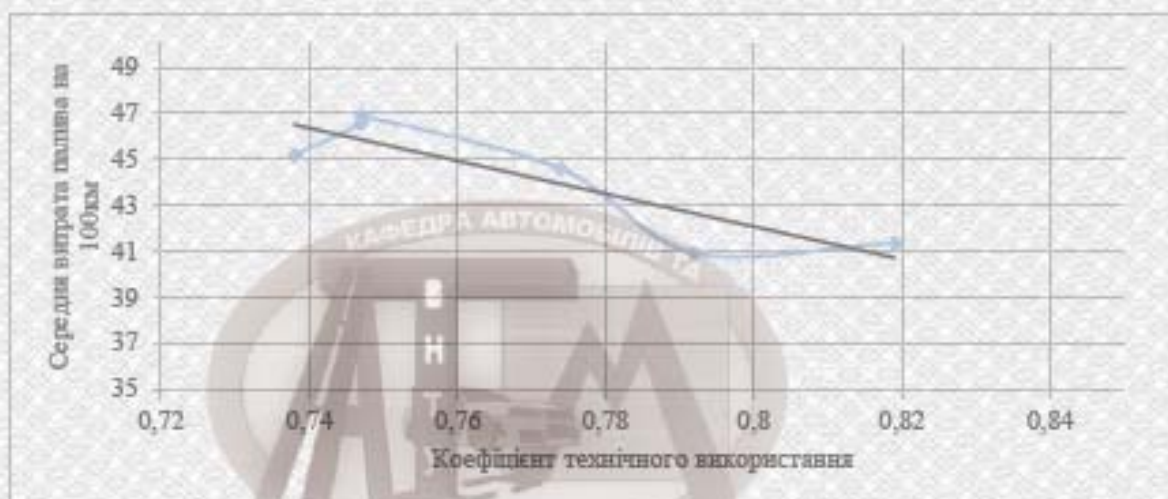


Рисунок 4.9 Залежність середньої витрати палива від коефіцієнту технічного використання

Практичне застосування представленого підходу дозволяє, за рахунок керування віковою структурою, оцінювати вихідні характеристики парку автобусів, що відображають його технічне використання (за допомогою коефіцієнта готовності) та паливну економічність. У кінцевому підсумку це дозволяє приймати раціональні рішення щодо підвищення продуктивності автобусів та зниження експлуатаційних витрат.

На рисунку 4.5 представлена залежність початкового річного пробігу одного автобуса за даної вікової структури від прийнятого граничного періоду експлуатації автобусів (L_{gr}). Очевидно, що чим більше L_{gr} , тим менший пробіг буде здійснювати автобус навіть у перший рік експлуатації. Це пояснюється тим, що до останнього року весь наявний рухомий склад повинен забезпечувати виконання обов'язкового муніципального завдання з перевезення пасажирів, при тому, що зменшується не тільки кількість автобусів відповідно до функції надійності $R(L)$, а й коефіцієнт технічної готовності, який у цілому показує максимальну частку часу, яку автобус може проводити на лінії та виконувати корисну роботу.

Оптимальний розрахунковий термін тривалості експлуатації за даною моделлю становить 9.5 років при сумарних питомих витратах 21.49 грн./км.

У таблиці 4.10 наведені розрахункові значення рішень для всього парку автобусів.

Таблиця 4.10 Розрахункові значення рішень для парку автобусів АТП

№ вікових груп, од	Ліва границя, роки	Центральне рішення, роки	Права границя	Питомі витрати грн./км
1	5.7342	7.0322	8.1533	26.2745
2	6.7708	8.5767	10.4232	23.1754
3	6.9452	8.9231	10.9657	21.3712
4	7.0656	9.0222	11.0324	21.9912
5	7.0834	9.1919	11.1564	21.7532
6	7.1333	9.3213	11.2456	21.6188
7	7.3698	9.5178	11.4563	21.4972
8	7.5389	9.7475	11.6772	21.3984
9	7.7678	9.9383	11.9737	21.3148
10	7.9158	10.0412	12.0011	21.2388

Відповідно до проведеного дослідження та базуючись на результатах розрахунків, поміщених в таблиці 4.10, можна стверджувати, що граничний термін експлуатації автобусів може бути прийнятий до 12 років з підтриманням рівномірної вікової структури з різницею у віці між сусідніми групами не більше двох років.

Таблиця 4.11 Розрахункові значення сумарних питомих інтегральних витрат в основних точках оптимальних рішень і в базових точках порівняння

Кількість вікових груп, од	Термін експлуатації, років	Питомі витрати, грн./км
1	7-8	26.2745
2	8-10	23.1754
3	9-11	21.3712
4	9-11	21.9912
5	9-11	21.7532
6	9-11	21.6188
7	9-11	21.4972
8	9-12	21.3984
9	10-12	21.3148
10	10-12	21.2388

У Таблиці 4.11 наведено розрахункові значення питомих витрат як для оптимальних рішень, отриманих з Таблиці 4.10, так і для існуючої ситуації, а також для декількох точок простору факторів та їхніх рішень. Зіставлення з поточним станом (характеризується рядком 1 у Таблиці 4.10) демонструє, що ефективність впровадження правильного рішення становить близько 3 грн./км, або до 16.7% від поточного рівня витрат. Щодо варіанта експлуатації автобусного парку з однією віковою групою, навіть за раціонального терміну експлуатації, ефективність перевищує 20%. При цьому слід зазначити, що при теоретично досліджуваній віковій структурі з інтервалами між сусідніми віковими групами, починаючи від 2 років і менше, до року і навіть півроку, ефективність зменшення цього «часового кроку» (тобто зменшення розрахункових питомих витрат на одиницю виконаної роботи) є істотно меншою, ніж при пропорційному збільшенні «часового кроку».

Так, зміна кількості вікових груп від 6 до 8 призводить до зниження питомих витрат на 1.8%, від 8 до 10 — на 0.8%, тоді як зміна кількості вікових груп від 2 до 4 знижує питомі витрати на 5.3% — і все це за оптимального центрального рішення для граничного віку експлуатації автобуса.

У зв'язку з цим приймається рекомендація, особливо у перехідний період побудови раціональної вікової структури, орієнтуватися на інтервал часу між віковими групами, рівний двом рокам і менше, поступово переходячи до регулярної вікової структури зі щорічним рівномірним оновленням рухомого складу. При цьому в описаній вище моделі (і на представлених графіках) також проводиться розрахунок необхідної кількості автобусів, що постачаються. Так, за прийнятих умов необхідного обсягу перевезень для випадку 7 вікових груп та 9 років граничного терміну експлуатації, кількість автобусів, що закуповуються на рік, становить 8 одиниць для всього транспортного підприємства.

Висновки до четвертого розділу

1. Проведено розрахунки цільової функції, що характеризує сумарні питомі витрати на експлуатацію парку автобусів при виконанні муніципального

завдання з перевезення пасажирів, в діапазоні можливих значень зміни як параметрів вікової структури парку, так і параметра граничного терміну експлуатації автобуса.

2. На основі проведених розрахунків зроблено висновки щодо раціональних параметрів підтримки вікової структури парку (рівномірне поповнення парку з періодичністю не рідше ніж через 2 роки) та раціональних меж граничного терміну експлуатації автобусів — від 7 до 12 років, з центральним значенням 9 років.
3. На базі аналізу даних автобусних перевезень у місті Вінниця встановлено, що перехід до раціональних параметрів підтримки вікової структури парку та граничного терміну експлуатації автобусів може дозволити скоротити питомі витрати на одиницю виконуваної роботи до 16.7% від поточного стану витрат.

ВИСНОВКИ

У даній магістерській кваліфікаційній роботі ми зосередилися на розробці заходів для підвищення ефективності експлуатації автобусів Комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» шляхом оптимізації термінів їх експлуатації.

Зокрема, в рамках дослідження було виконано:

- аналіз вікової структури автобусного парку підприємства;
- аналіз методів управління парком рухомого складу;
- визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів;
- оцінка рівня працездатності та моделювання накопичених пробігів автобусів;
- встановлення функціональних залежностей параметрів працездатності від віку автобусів.

Побудова моделі для визначення раціонального терміну експлуатації автобусів, що дозволяє мінімізувати питомі експлуатаційні витрати шляхом управління віковою структурою парку.

Доведено, що характеристики експлуатації автобусного парку впливають як на показники собівартості одиниці виконаної роботи за весь період експлуатації, так і на значення оптимального терміну служби автобуса.

На основі проведених досліджень встановлено, що перехід до раціональних параметрів підтримки вікової структури парку та граничного терміну експлуатації автобусів дозволяє скоротити питомі витрати на одиницю виконаної роботи до 16.7 % від поточного рівня. Розрахунки підтвердили економічну ефективність впровадження результатів цих досліджень щодо визначення раціонального терміну експлуатації автобусів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Єльнікова Л. О. Удосконалення методики оперативного планування роботи парку вантажних локомотивів // *Машинобудування*, № 5. – 2018. – С. 45–51.
2. Кузькін О. Ф., Сидоренко І. П. Оптимізація оперативного управління транспортним парком автомобільного транспорту // *Транспорт та логістика*, № 3(12). – 2019. – С. 33–40.
3. Шульгін Ю. І. Підвищення ефективності експлуатації спецтранспорту // *Український технічний журнал*, № 4. – 2020. – С. 12–20.
4. Петров С. М. Строки експлуатації міського транспорту й їх вплив на вартість обслуговування // *Залізничний транспорт України*, № 2. – 2017. – С. 58–66.
5. Іваненко Т. В. Оцінка ефективності заміни рухомого складу в комунальному транспорті // *Економіка транспорту*, № 1. – 2021. – С. 21–29.
6. Ковальчук О. І. Критерії оптимізації руху автобусів у міських умовах // *Транспортна інфраструктура України*, № 6. – 2022. – С. 7–15.
7. Бондаренко І. М. Аналіз вартості технічного обслуговування автобусного транспорту // *Автомобільний транспорт України*, № 2. – 2018. – С. 14–22.
8. Гнатюк А. В. Управління строком служби рухомого складу комунальних підприємств // *Логістика і транспорт*, № 5. – 2020. – С. 30–38.
9. Суворова О. В. Показники ефективності експлуатації автобусного парку // *Транспортні системи: досвід, проблеми, перспективи*, № 8. – 2019. – С. 45–52.
10. Мельник І. П. Моделі заміни транспортних засобів у комунальних службах // *Міський транспорт і інфраструктура*, № 4. – 2021. – С. 61–70.
11. Цимбал С.В., Цимбал О.В., Бузниковата А.О. Розрахунок оптимального періоду експлуатації автобусів для автотранспортних компаній // Міжнародна науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів та

молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», – Вінниця: ВНТУ, 2025, Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/schedConf/presentations>

12. Shen Jinxing, Liu Qinxin, Zheng Changjiang, Liu Kun, Ma Changxi. Bus fleet replacement optimization considering life of ownership // *Journal of Southeast University (English Edition)*. – 2024. – Vol. 40, No. 2. – P. 185–192. DOI: 10.3969/j.issn.1003□7

13. Lajunen Antti, Lipman Timothy. Lifecycle cost assessment and carbon dioxide emissions of diesel, natural gas, hybrid electric, fuel cell hybrid and electric transit buses // *Energy*. – 2016. – Vol. 106. – P. 329–342. DOI: 10.1016/j.energy.2016.03.075.

14. Stasko J., Gao Y. Reducing transit fleet emissions through vehicle retrofits, replacements, and usage changes // *Transportation Research Part D*. – 2010. – Vol. 15. – P. 527–534.

15. Islam S., Lownes N. When to Go Electric? A Parallel Bus Fleet Replacement Study // *Transportation Research Record*. – 2019. – No. 2673. – P. 44–55.

16. Tang T., He Y., He H., Li J. Public transport fleet replacement optimization using multi –type 2021. – Vol. 126. – P. 103□118.

17. Polyviou A., Hounsell N. B., Shrestha B. Modelling incidents for dynamic bus fleet management // *Public Transport*. – 2012. – Vol. 4. – P. 113–129.

18. Mishra S., Wellman J., Schellenberg-McQueen A. Preserving an aging transit fleet // *Transportation Research Record*. – 2013. – No. 2376. – P. 109–117.

19. Li L., et al. Mixed bus fleet management strategy for minimizing overall and emissions external costs // *Omega*. – 2018. – Vol. 80. – P. 103–113.

20. Bi Y., Wang Z., Kara S. Integrated life cycle assessment and life cycle cost model for each route in transit bus systems // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. – 2017. – Vol. 18. – P. 553–563.

21. Perumal T., Kodippili G., Tavares A. Electric bus planning & scheduling: A review // *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. – 2022. –

Vol. 102. – P. 103131.

22. Hassold F., Ceder A. Vehicle scheduling featuring multiple vehicle types // *Transportation Science*. – 2014. – Vol. 48. – P. 357–371.

23. Sung J., Tippayaruk K., Chandrabose A., Kirkwood B. Optimizing mix of heterogeneous buses and chargers // *Transportation Research Part C*. – 2022. – Vol. 140. – P. 103699.

24. Lacombe R., Scott S., et al. Integrated charging scheduling and operational control for an electric bus network // *Transportation Research Part C*. – 2023. – Vol. 145. – P. 103748.

25. Zhang Y., Li X., Peng Z. Optimization of electric bus scheduling considering charging station resource constraints // *Journal of Advanced Transportation*. – 2024. – Article ID 9876543.

26. Rogge D. M., et al. Electric bus fleet size and mix problem with optimization of charging infrastructure // *Transportation Research Part B*. – 2018. – Vol. 118. – P. 115–139.

27. Xylia M., Silveira S., Silander S. Locating charging infrastructure for electric buses in Stockholm // *Transportation Research Record*. – 2017. – No. 2637. – P. 119–127.

28. Paul A., Yamada T. Operation and charging scheduling of electric buses in a city bus route network // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. – 2014. – Vol. 15. – P. 548–558.

29. Zhang L., Xie Q., Huang Q., Zhong R. Optimal electric bus fleet scheduling considering battery degradation // *Energy*. – 2021. – Vol. 232. – P. 121001.

30. Khan M., Demetsky M., Short J. Application of modular vehicle technology to mitigate bus bunching // *Transportation Research Part C*. – 2022. – Vol. 137. – P. 103539.

31. Zahedi M., Ceder A., Haughton G. Dynamic interlining in bus operations // *Transportation Research Part A*. – 2022. – Vol. 152. – P. 134–150.

32. Preserving an aging transit fleet: An optimal resource allocation perspective based on service life and constrained budget / S. Mishra, S. Sharma, S. Khasnabis, T.V.

Mathew // *Transportation Research*. – 2013. – Part A 47. – P. 111-123.

33. Munzilah Md. Rohani. Buss Operation, Quality Service and The Role of Bus Provider and Driver / Munzilah Md. Rohani, DevapriyaChitralWijeyesekera, Ahmad Tarmizi Abd Karim // *Procedia Engineering*. – 2013. – Vol. 53. – S. 167–178.

34. Ply, P.H. The effect of public transport subsidies on demand and supply / P.H. Ply, R.H. Olfield // *Transp. Res.* – 1986. – Vol. 20 A, № 6. – P. 415-422.

35. Hensher, D.A. Measuring Service Quality in Scheduled Buss Services / D. A. Hensher, P. Stopher // *Journal of Public Transportation*. – 2010. – № 3. – P. 51-74.





ДОДАТКИ





Додаток А
ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА



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

**Підвищення ефективності функціонування автобусного
парку комунального підприємства «Вінницька
транспортна компанія» шляхом оптимізації строків
експлуатації рухомого складу**

**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА
МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Галузь знань – 27 – «Транспорт»
Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»
Спеціалізація 275.03 – «Транспортні технології (на
автомобільному транспорті)»

Розробила: студентка групи 1ТТ-23мз

Анна БУЗНИКОВАТА

Науковий керівник: д.т.н., доцент

Олександр КРАСНОШТАН

Вінниця ВНТУ 2025

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування рухомого складу автотранспортного парку шляхом оптимізації строків його експлуатації при виконанні пасажирських перевезень комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувались такі задачі:

- ✓ аналіз вікової структури автобусів комунального підприємства;
- ✓ огляд та аналіз методів управління парком рухомого складу;
- ✓ ідентифікація факторів та розробка критеріїв, що визначають ресурс автобусів;
- ✓ визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів;
- ✓ оцінка рівня працездатності та моделювання динаміки накопичених пробігів і витрат палива автобусів;
- ✓ визначення функціональних залежностей параметрів працездатності від віку автобусів;
- ✓ розробка моделі для визначення раціонального терміну експлуатації автобусів.

Об'єкт дослідження – процес експлуатації автобусного парку, що забезпечує пасажирські перевезення в місті Вінниця.

Предмет дослідження – показники ефективності функціонування рухомого складу та питомі витрати на пасажирські перевезення в умовах міської транспортної мережі Вінниці.

Методи дослідження базуються на застосуванні інструментів математичної статистики, засобів статистичних досліджень, системного аналізу, положень теорії ймовірностей та методів математичного моделювання.

Новизна одержаних результатів полягає в розробці нового підходу до визначення раціонального терміну експлуатації транспортних засобів з позиції економічної ефективності в умовах існуючої вікової структури рухомого складу КП «Вінницька транспортна компанія».

Практична значущість отриманих результатів полягає в обґрунтуванні та розробці підходу до визначення оптимального терміну експлуатації автобусів, що дозволяє суттєво знизити питомі експлуатаційні витрати КП «Вінницька транспортна компанія».

АНАЛІЗ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА ВІННИЦЯ

Автобусний парк КП «ВТК» обслуговує автобусних маршрутів (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 30, 32).

Кількість транспортних засобів необхідна для обслуговування цих маршрутів – 55 одиниць (в залежності від навантаження).



- Автобуси та маршрутні таксі
- Трамваї



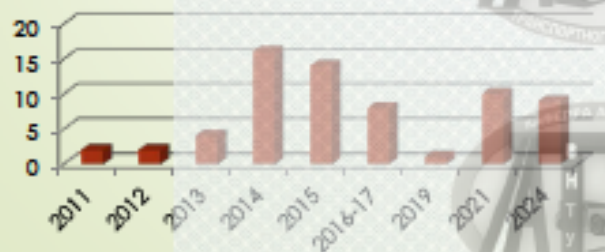
РУХОМИЙ СКЛАД АВТОБУСНОГО ПАРКУ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»



Рік придбання	Модель	Кількість, од.
2011	Богдан А70110	2
2012	Богдан А70110	2
2013	Богдан А70110	1
2013	Богдан А70130	3
2014	Богдан А70132	16
2015	Богдан А70132	14
2016	Богдан А 092 G6	3
2017	Богдан А 092 G6	5
2019	SKYWELL	1
2021	OTOKAR CNG KENT	10
2024	VDL 405 EI CITEA LLE 120.225	3
2024	MAN LION'S CITY A20 CNG	6
Всього		66



Рухомий склад КП "Вінницька транспортна компанія"



АЛГОРИТМ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ



1. Аналіз поточного стану проблеми;
2. Збір та аналіз даних щодо вікової структури;
3. Формування системи показників оцінки рівня працездатності рухомого складу;
4. Оцінка рівня працездатності рухомого складу;
5. Моделювання динаміки зміни накопичених пробігів;
6. Моделювання та оцінка витрати палива залежно від вікової структури та інтенсивності використання рухомого складу;
7. Визначення функціональних залежностей параметрів працездатності від віку рухомого складу;
8. Моделювання питомих експлуатаційних витрат;
9. Побудова моделі для визначення оптимального терміну експлуатації;
10. Апробація та впровадження отриманих результатів.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ПАРКОМ РУХОМОГО СКЛАДУ

Стратегії використання рухомого складу:

А) Рівномірна вікова структура передбачає безперервне поповнення парку шляхом придбання нових автобусів замість вибутих (списаних), що забезпечує підтримання постійного облікового складу парку.

Б) «Пікова» вікова структура характеризується одноразовою закупівлею партії автобусів, яка експлуатується до повного списання за віком, після чого відбувається придбання нової еквівалентної партії.

В) «Імпульсна» вікова структура з варіативною періодичністю полягає у придбанні нових партій рівного оптимального розміру декілька разів через рівні проміжки часу протягом терміну, що відповідає прийнятому строку експлуатації автобуса.

Способи списання рухомого складу:

А) Списання за віком/терміном експлуатації (або продаж транспортного засобу) здійснюється незалежно від його технічного стану або експлуатаційних показників.

Б) Списання за техніко-економічними показниками проводиться на підставі контролю експлуатаційних показників автомобіля, таких як зростання витрат на запасні частини, зміна результативності, зниження прибутку тощо.



ПОКАЗНИКИ ОЦІНКИ РІВНЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Показники працездатності	Показники статистики
1. Коефіцієнт технічної готовності :	1. Толерантні та довірчі границі
$\alpha_T = \frac{L_K}{L_K + L_{CD} \cdot (D'_{KP} \cdot K_{KP} + (D_{ТОМП} \cdot L_K \cdot K_{AK} / 1000))}$	$L_{\Sigma}^{*} = L_{\Sigma_i} \pm Z, \sigma(L_{\Sigma_i}), \quad L_{\Sigma}^{**} = L_{\Sigma_i} \pm Z, \frac{\sigma(L_{\Sigma_i})}{\sqrt{n_i}}$
2. Коефіцієнт випуску:	2. Математичне очікування
$a_{вип} = \frac{n_{вип}}{n_{\Sigma}}$	$Q = \frac{P_1 \cdot Q_1 + \dots + P_n \cdot Q_n}{P_1 + \dots + P_n}$
3. Коефіцієнт технічного використання	3. Параметр форми розподілу
$a_{тв} = \frac{n_{\Sigma} - (n_{тв} + n_{св})}{n_{\Sigma}}$	$a = 1.042 \cdot v(L_{\Sigma_i})^{-1.0473}$
	4. Середньоквадратичне відхилення
	$\sigma(Q) = \sqrt{\sum (P_i \cdot (\sigma_i(Q))^2 + (Q - Q_i)^2 + \dots + \sum P_i \cdot (\sigma_i(Q))^2 + (Q - Q_i)^2}$
	5. Функції розподілу Вейбула
	$F(L_{\Sigma_i}) = 1 - e^{-\frac{L_{\Sigma_i}^a}{\beta}}$
	$f(L_{\Sigma_i}) = \frac{a}{\beta} \cdot L_{\Sigma_i}^{a-1} \cdot e^{-\frac{L_{\Sigma_i}^a}{\beta}}$

АНАЛІЗ ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ

Поділ рухомого складу на вікові групи

Група	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7
Кількість автобусів, од	7	8	8	5	16	14	8
Термін служби, роки	9-11	9	8	7	6	5	3-4
Частка від загальної кількості	0.1	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12

Рекомендовані терміни служби автобусів різного класу

Клас автобуса	Рекомендований термін служби, років
Автобуси особливо малого і малого класу довжиною до 7.5м включно	5...7
Автобуси середні і великі довжиною до 12м	7...10
Автобуси довжиною більше 16,5 до 24м	10...15

Рекомендований середній ресурс транспортних засобів

Тип автобуса	Пробіг, тис.км
Мікроавтобуси	400
Міські автобуси	500
Мікміські автобуси	500
Туристичні автобуси	500

Довірчі та толерантні
границі вікового складу

$$t_{\Sigma}^{*} = t_{\Sigma} \pm Z \cdot \frac{\sigma(t_{\Sigma})}{\sqrt{n}}$$

$$t_{\Sigma}^{*} = t_{\Sigma} \pm Z \cdot \sigma(t_{\Sigma})$$

$$t_{\Sigma}^{*} = 6.67 + 1.28 \cdot \frac{2.83}{\sqrt{66}} = 7.11$$

$$t_{\Sigma}^{*} = 6.67 - 1.28 \cdot \frac{2.83}{\sqrt{66}} = 6.22$$

$$t_{\Sigma}^{*} = 6.67 + 1.28 \cdot 2.83 = 10.29$$

$$t_{\Sigma}^{*} = 6.67 - 1.28 \cdot 2.83 = 3.04$$

Середній вік автобусів $t_{\Sigma} = 6.67$ років

Середньоквадратичне відхилення віку

$$\sigma(t_{\Sigma}) = \sqrt{P_1 \cdot (\sigma^2(t_{\Sigma_1}) + (t_{\Sigma} - t_{\Sigma_1})^2) + \dots + P_i \cdot (\sigma^2(t_{\Sigma_i}) + (t_{\Sigma} - t_{\Sigma_i})^2)}$$

$$\sigma(t_{\Sigma}) = 2.83$$

ОЦІНКА РІВНЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РУХОМОГО СКЛАДУ

Коефіцієнти	Середні накопичені пробіги L_v , (тис.км)						
	Група 1	Група 2	Група 3	Група 4	Група 5	Група 6	Група 7
	352.64	420.68	335.55	308.88	280.50	261.15	115.58
Коефіцієнт готовності	0.82	0.83	0.83	0.86	0.88	0.91	0.95
Коефіцієнт використання	0.71	0.75	0.75	0.8	0.81	0.82	0.87

Коефіцієнт випуску $a_{\text{вип}} - 0.76$

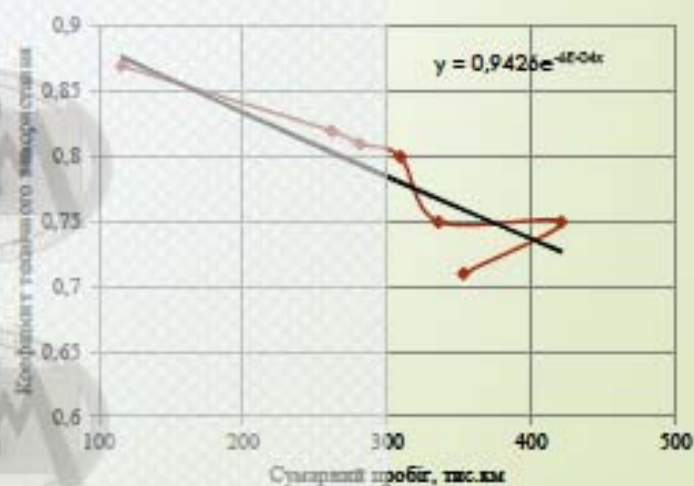
Середній коефіцієнт технічної готовності $a_T - 0.86$

Середній коефіцієнт технічного використання $a_{\text{тв}} - 0.78$

Залежність віку рухомого складу від коефіцієнту технічного використання



Залежність коефіцієнту технічного використання від сумарного пробігу



МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ НАКОПИЧЕНИХ ПРОБІГІВ АВТОБУСІВ

Оцінка інтенсивності експлуатації автобусів

Показник	Група						
	1	2	3	4	5	6	7
t, роки	11	9	8	7	6	5	3.5
$v(t)$ тис.км	352.646	420.68	335.559	308.888	280.504	261.15	115.58
$\sigma(L_v)$	91.7	48.5	85.71	34.3	38.8	49.8	22.5
$v(L_v)$	0.2600	0.1152	0.2554	0.1110	0.1383	0.190	0.19

Толерантні межі накопиченого пробігу

$$L_{\Sigma_m}^* - 289.19 \quad L_{\Sigma_m}^* - 476.76$$

Середньоквадратичне відхилення

$$v(L_v) - 53.04$$

Значення гамма-функції Ейлера

$$b_a = 0.696$$

Коефіцієнт варіації накопиченого пробігу

$$\sigma(L_v) - 0.189$$

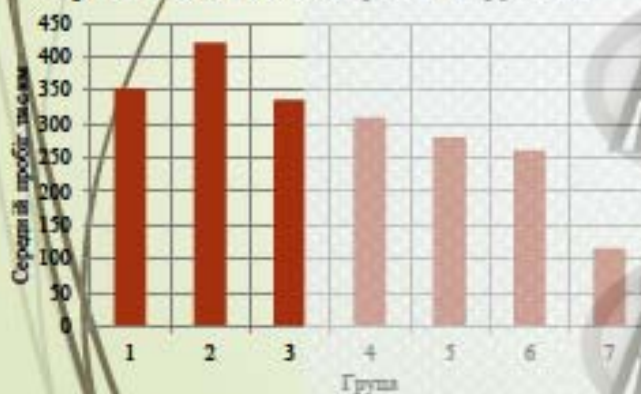
Середнє значення накопиченого пробігу

$$L_v = 289.87 \text{ тис.км}$$

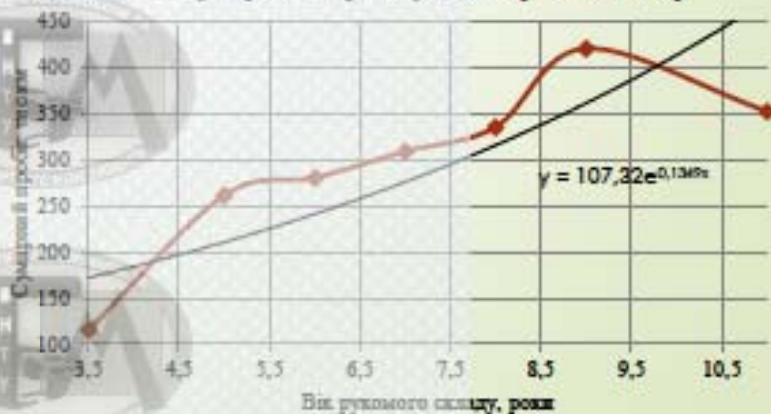
Параметр форми розподілу

$$a = 6.17$$

Середній накопичений пробіг за групами



Залежність сумарного пробігу від віку РС від віку



МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКА ВИТРАТИ ПАЛИВА В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Таблиця - Оцінка витрати палива в залежності від інтенсивності експлуатації Середня витрата палива:

Пок.	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
P_i	0.10	0.12	0.12	0.07	0.24	0.21	0.12
$Q_{\text{ср}}$	45.17	46.57	46.89	44.6	40.94	41.35	27.29
$\sigma(Q_i)$	9.93	2.85	1.51	1.62	3.081	11.12	2.21
$v(Q_i)$	0.2565	0.07992	0.0321	0.0363	0.07415	0.26887	0.0809

$Q_{\Sigma \text{ср}} = 44.22 \text{ л/100 км}$

Середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma(Q_{\Sigma \text{ср}}) = 5.045$$

Коефіцієнт варіації:

$$v(Q_{\Sigma \text{ср}}) = 0.112$$

Залежність середньої витрати палива від віку рухомого складу



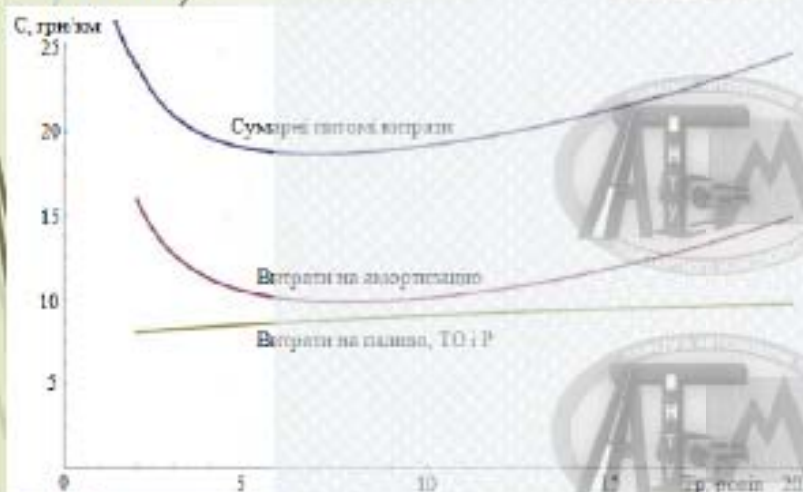
Залежність середньої витрати палива від коефіцієнту технічного використання



МОДЕЛЮВАННЯ СУМАРНИХ ПИТОМИХ ВИТРАТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ РУХОМОГО СКЛАДУ

Таблиця - Питомі витрати 1 км пробігу

Показники	грн/1км
Вартість палива	8.4
Витрати на мастильні матеріали	1.69
Витрати на АКБ	0.05
Витрати на ТО та Р та запасні частини	1.07
Витрати на шини	5.26
Витрати на амортизацію	8.0
Сумарно	26.43



Залежність зміни питомих витрат по всьому періоду експлуатації, в залежності від року списання, разом з амортизаційними витратами і витратами на паливо і ТО і ПР

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗАЛЕЖНОСТІ ПАРАМЕТРІВ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ВІД ВІКУ РУХОМОГО СКЛАДУ ТА АЛГОРИТМ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Цільова функція:

$$\Sigma C_{iz}(T_p, n) + C_a(T_p, n) \rightarrow \min$$

Інтегральні питомі витрати, в залежності від T_p і n :

$$C_{iz}(T_p, n) = \frac{\int_0^{T_p} C_i(L_i(t, T_p, n)) \cdot R(L_i(t, T_p, n)) \cdot Au_0(T_p, n) dt}{W(T_p, n)}$$

Питомі витрати на відновлення облікового складу парку:

$$C_{oa}(T_p, n) = \frac{C_a \cdot Au_0(T_p, n) \cdot (1 + \delta/100)^{(T_p/25-1)}}{W(T_p, n)}$$

Накопичений пробіг до моменту часу t при граничному T_p

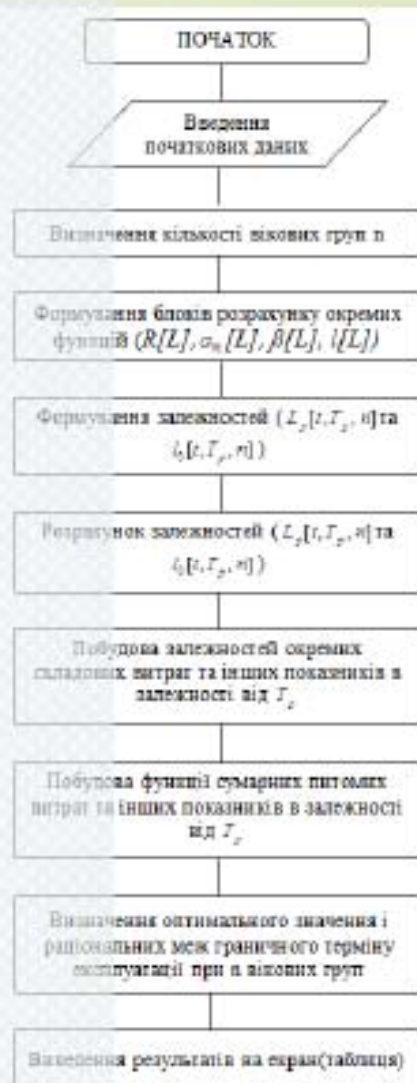
$$L_i(t, T_p, n) = \int_0^t I_i(x, T_p, n) dx$$

Кількість автобусів, яку необхідно придбати в 1 вікову групу:

$$Au_0(T_p, n) = \frac{W}{I_{av}(0) \cdot \sum R(L_i) \cdot \frac{a_i(L_i)}{a_i(0)} \cdot \beta(L_i, n)}$$

Об'єм виконуваної роботи:

$$W(T_p, n) = \frac{W}{I_{av}(0) \cdot \sum R(L_i) \cdot \frac{a_i(L_i)}{a_i(0)}} \cdot \int_0^{L_i(T_p)} R(L) dL$$



РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

К-сть вікових груп, од	Термін експлуатації, років	Питомі витрати, грн./км
1	7-8	26.2745
2	8-10	23.1754
3	9-11	21.3712
4	9-11	21.9912
5	9-11	21.7532
6	9-11	21.6188
7	9-11	21.4972
8	9-12	21.3984
9	10-12	21.3148
10	10-12	21.2388

- Рациональний термін експлуатації на даний момент – 7-8 років.
- Граничний термін експлуатації до 12 років.
- Кількість автобусів, які необхідно придбати за 1 рік - 8 од. для формування рівномірної (імпульсної) вікової структури.
- Перехід до такої структури дозволить знизити питомі витрати на 16.7%.

ВИСНОВКИ

У даній магістерській кваліфікаційній роботі було виконано дослідження, направлені на розробку заходів з підвищення ефективності функціонування автобусного парку КП «ВТК» шляхом оптимізації строків експлуатації рухомого складу. Зокрема було зроблено:

- ✓ аналіз вікової структури автобусів комунального підприємства;
- ✓ аналіз методів управління парком рухомого складу;
- ✓ визначення показників оцінки рівня працездатності автобусів;
- ✓ доведено, що розглянуті характеристики експлуатації автобусного парку впливають як на показники собівартості одиниці виконуваної роботи за весь період експлуатації автобуса в парку, так і на значення оптимального терміну служби автобуса.
- ✓ оцінено рівень працездатності і моделювання накопичених пробігів автобусів;
- ✓ визначенно функціональні залежності параметрів працездатності від віку автобусів;
- ✓ побудовано модель визначення раціонального терміну експлуатації автобусів що дозволяє мінімізувати питомі експлуатаційні витрати на основі управління віковою структурою парку;

На основі проведених досліджень встановлено, що перехід до раціональних параметрах підтримки вікової структури парку і граничного терміну експлуатації автобусів дозволяє скоротити питомі витрати на одиницю виконуваної роботи до 16.7 % від поточного стану витрат. Розрахунки показали, що впровадження результатів виконаних досліджень із визначення раціонального терміну експлуатації автобусів є економічно ефективними.



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!!!





Додаток Б
ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ



ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Тема роботи: Підвищення ефективності функціонування автобусного парку
нашого підприємства «Вінницька транспортна компанія» шляхом
оптимізації строків експлуатації рухомого складу

Вид роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, курс)

Місце роботи: кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
Транспортного факультету

Показники звіту подібності Strikeplagiarism

Відповідність 70.7% Схожість 29.3 %

Висновок звіту подібності (відмітити потрібне)

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

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

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

Відповідальна за перевірку

(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

Направити з повним звітом подібності, який був згенерований системою
Strikeplagiarism щодо роботи

Відповідальна за роботу

(підпис)

Бузніковата А.О.
(прізвище, ініціали)

Відповідальна за роботу

(підпис)

Красноштан О.М.
(прізвище, ініціали)