

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра автомобільного транспорту

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПАРКУ
РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ МІЖНАРОДНИХ
ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

спеціальність 274 Автомобільний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Автомобільний транспорт»
(назва освітньої програми)

**Виконав: здобувач вищої освіти
групи АТ-41
Геннадій МЕЛЬНИК**

(підпис)

**Керівник:
к.т.н., доцент
Валерій ДЕМБІЦЬКИЙ**

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2026 р.
к.т.н., доцент,
гарант освітньої програми:
Олег ЗАХАРЧУК

(підпис)

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра автомобілів і транспортних технологій
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Галузь знань: 27 Транспорт
Спеціальність: 274 Автомобільний транспорт
Освітня програма: «Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В. ОНИЩУК

«___» _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Геннадію МЕЛЬНИКУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *«Формування оптимальної структури парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень».*

Керівник роботи: к.т.н., доцент Валерій ДЕМБІЦЬКИЙ

затверджені наказом вищого навчального закладу від «31» грудня 2025 р. № 562/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: *характеристики міжнародних пасажирських перевезень автомобільним транспортом; маршрутна мережа підприємства, тривалість і періодичність виконання рейсів; техніко-експлуатаційні характеристики наявного рухомого складу.*

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

1 Теоретичні засади формування структури парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень

2 Аналіз умов експлуатації та вихідних даних для формування парку рухомого складу

3. Розроблення структури парку рухомого складу для міжнародних перевезень

4 Оцінка ефективності запропонованих рішень

5. Перелік графічного матеріалу:

Титульний аркуш, мета, об'єкт, предмет, завдання досліджень; основні результати досліджень, висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	<i>І. ПАВЛОВА, к.т.н., доцент каф. АТТ</i>		
Технологічна частина	<i>В. ПРИДЮК, к.т.н., доцент каф. АТТ</i>		

7. Дата видачі завдання «03» лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз, вибір та обґрунтування вихідних даних</i>	<i>20.04.2026</i>	
2	<i>Теоретичні засади формування структури парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень</i>	<i>02.05.2026</i>	
3	<i>Аналіз умов експлуатації та вихідних даних для формування парку рухомого складу</i>	<i>09.05.2026</i>	
4	<i>Розроблення структури парку рухомого складу для міжнародних перевезень</i>	<i>16.05.2026</i>	
5	<i>Оцінка ефективності запропонованих рішень</i>	<i>23.05.2026</i>	
6	<i>Перевірка кваліфікаційної роботи керівником</i>	<i>28.05.2026</i>	
7	<i>Оформлення пояснювальної записки та ілюстративної частини відповідно діючих вимог</i>	<i>30.05.2026</i>	
8	<i>Перевірка роботи на плагіат</i>	<i>за два тижні до захисту</i>	
9	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>згідно графіка захистів</i>	
10			

Здобувач вищої освіти

(підпис)Г. МЕЛЬНИК
(ініціали, прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)В. ДЕМБІЦЬКИЙ
(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Мельник Г.О. Формування оптимальної структури парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 Автомобільний транспорт. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання. Обсяг кваліфікаційної роботи становить 90 сторінок основного тексту, 22 таблиці, 3 рисунка та 48 джерел за переліком посилань.

Кваліфікаційна робота присвячена вирішенню актуального завдання підвищення ефективності функціонування підприємства автомобільного транспорту, що здійснює міжнародні пасажирські перевезення. У роботі проаналізовано сутність і особливості міжнародних пасажирських перевезень, визначено їх вплив на організацію перевізного процесу та вимоги до рухомого складу. Досліджено основні фактори, що впливають на формування парку автобусів, зокрема маршрутні, попитні, технічні, економічні та організаційно-технічні. Запропоновано підхід до класифікації міжнародних маршрутів за протяжністю та умовами експлуатації, що створює основу для обґрунтованого вибору типів автобусів і їх розподілу в межах парку. Обґрунтовано методичні засади визначення потреби в автобусах з урахуванням пасажиропотоку, параметрів рейсів, тривалості оборотного циклу та режимів роботи. На основі проведених досліджень обґрунтовано раціональну структуру парку рухомого складу підприємства та визначено оптимальне співвідношення автобусів різних типів залежно від характеристик маршрутів.

Під час виконання роботи було використано інструменти штучного інтелекту для форматування тексту, систематизації матеріалів та створення таблиць, виключно як допоміжний засіб для пошуку ідей, уточнення

формулювань та опрацювання літератури. Усі твердження, висновки та результати дослідження належать автору та ґрунтуються на власному аналізі.

Ключові слова: міжнародні пасажирські перевезення, автобус, парк рухомого складу, структура парку, маршрут, потреба в автобусах, технічне обслуговування, ефективність експлуатації.

ANNOTATION

Melnyk G.O. Formation of the optimal structure of the rolling stock fleet for international passenger transportation. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Automobile Transport" specialty 274 Automobile Transport. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, four chapters, conclusions, and a list of references. The volume of the qualification work is 90 pages of the main text, 22 tables, 3 figures, and 48 sources in the list of references.

The qualification work is dedicated to solving the current task of increasing the efficiency of the functioning of a road transport enterprise that carries out international passenger transportation. The work analyzes the essence and features of international passenger transportation, determines their impact on the organization of the transportation process and the requirements for rolling stock. The main factors influencing the formation of the bus fleet are studied, in particular route, demand, technical, economic and organizational and technical. An approach to classifying international routes by length and operating conditions is proposed, which creates the basis for a reasoned choice of bus types and their distribution within the fleet. Methodological principles for determining the need for buses are substantiated, taking into account passenger traffic, flight parameters, duration of the turnover cycle and operating modes. Based on the conducted research, a rational structure of the enterprise's rolling stock fleet is substantiated and the optimal ratio of buses of different types is determined depending on the characteristics of the routes.

During the work, artificial intelligence tools were used to format text, systematize materials and create tables, exclusively as an auxiliary tool for searching for ideas, clarifying formulations and reviewing literature. All statements, conclusions and results of the study belong to the author and are based on his own analysis.

Keywords: international passenger transportation, bus, rolling stock fleet, fleet structure, route, need for buses, maintenance, operational efficiency.

ЗМІСТ

Вступ	9
1 Теоретичні засади формування структури парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень	13
1.1 Сутність і особливості міжнародних пасажирських перевезень автомобільним транспортом.	13
1.2 Фактори, що впливають на формування структури парку автобусів для міжнародних маршрутів.	16
1.3 Підходи до класифікації маршрутів за протяжністю та умовами експлуатації.	21
1.4 Методичні засади визначення потреби в автобусах на міжнародних маршрутах.	26
1.5 Принципи організації технічного обслуговування і ремонту автобусів, що працюють на міжнародних перевезеннях.	32
Висновки до розділу	38
2 Аналіз умов експлуатації та вихідних даних для формування парку рухомого складу	41
2.1 Аналіз маршрутної мережі міжнародних перевезень.	41
2.2 Характеристики маршрутів.	33
2.3 Визначення тривалості рейсів та попередня оцінка потреби в автобусах.	49
2.4 Формування парку автобусів.	54
Висновки до розділу.	58
3 Розроблення структури парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень.	61
3.1 Вибір рухомого складу.	61
3.2 Розроблення концепції технічного обслуговування і ремонту автобусів.	69

3.3 Розподіл робіт з технічного обслуговування і ремонту між підприємством та сторонніми виконавцями.	74
Висновки до розділу.	81
4 Ефективність використання транспортних засобів.	83
Висновки до розділу.	87
Висновки	90
Перелік джерел посилання	93

ВСТУП

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена зростанням ролі міжнародних пасажирських перевезень у забезпеченні транспортної мобільності населення, розвитку міждержавних економічних і соціальних зв'язків, а також посиленням вимог до ефективності використання рухомого складу підприємств автомобільного транспорту. У сучасних умовах підприємства, що виконують міжнародні автобусні перевезення, функціонують під впливом значної кількості чинників, серед яких особливе значення мають нерівномірність попиту на перевезення, відмінності у протяжності маршрутів, тривалості рейсів, режимах праці водіїв, технічних вимогах до транспортних засобів, а також високий рівень витрат на утримання, технічне обслуговування і ремонт автобусів.

Для підприємств, що працюють на ринку міжнародних перевезень, важливим завданням є не лише забезпечення необхідної кількості автобусів для обслуговування маршрутної мережі, а й формування такої структури парку рухомого складу, яка б найбільш повно відповідала умовам експлуатації. Використання однотипного або недостатньо диференційованого парку автобусів на маршрутах різної протяжності часто призводить до зниження техніко-експлуатаційної ефективності, підвищення витрат пального, збільшення простоїв, погіршення умов перевезення пасажирів та ускладнення організації технічного сервісу. У зв'язку з цим виникає потреба у науково обґрунтованому підході до групування маршрутів за протяжністю, визначення потреби в автобусах та вибору раціонального співвідношення транспортних засобів різних типів у складі парку.

					КРБ 18.00.00.00.00 ПЗ					
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Формування оптимальної структури парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень			Літера	Аркш	Аркшів
Розробив	Мельник							Д	9	100
Перевірів	Дембійський							ЛНТУ, кафедра АТ, гр. АТ-41		
Н. контр.	Булук									
Затверд.	Захарчук О.									

Не менш важливим є питання організації технічного обслуговування і ремонту автобусів, які виконують міжнародні рейси. Значна інтенсивність використання рухомого складу, великі пробіги, підвищені вимоги до надійності та безпеки перевезень потребують чіткого розмежування робіт, що доцільно виконувати безпосередньо на підприємстві, і робіт, які економічно або технологічно обґрунтовано передавати спеціалізованим підрядним організаціям. Такий підхід безпосередньо впливає на формування виробничо-технічної бази підприємства, склад і кількість виробничих підрозділів, потребу в обладнанні, персоналі та площах.

Отже, актуальність теми полягає у необхідності розроблення науково та практично обґрунтованих рішень щодо формування оптимальної структури парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень з урахуванням характеристик маршрутів, потреби в автобусах, особливостей організації технічного обслуговування і ремонту, а також вимог до виробничо-технічної бази підприємства. Реалізація таких рішень дає змогу підвищити ефективність використання рухомого складу, знизити експлуатаційні витрати, покращити якість транспортного обслуговування пасажирів і забезпечити належний рівень технічної готовності автобусного парку.

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення науково обґрунтованих та практично доцільних рішень щодо формування оптимальної структури парку рухомого складу підприємства, що здійснює міжнародні пасажирські перевезення, на основі аналізу маршрутної мережі, визначення потреби в автобусах, класифікації маршрутів за протяжністю та умовами експлуатації, а також обґрунтування раціональної організації технічного обслуговування і ремонту з урахуванням вимог ефективності, безпеки та якості транспортного обслуговування.

Об'єкт досліджень: процес функціонування та технічної експлуатації парку рухомого складу підприємства, що здійснює міжнародні пасажирські перевезення автомобільним транспортом.

Предмет досліджень: підходи до формування оптимальної структури парку автобусів, визначення потреби в рухомому складі, а також організації технічного обслуговування і ремонту з урахуванням характеристик маршрутної мережі, умов експлуатації та вимог ефективності й безпеки перевезень.

Виходячи з цього визначено завдання досліджень:

- провести аналіз особливостей міжнародних пасажирських перевезень автомобільним транспортом та визначити їх вплив на формування структури парку рухомого складу;
- провести дослідження та систематизувати фактори, що впливають на формування парку автобусів, з урахуванням маршрутних, технічних, економічних і організаційних умов експлуатації;
- розробити підхід до класифікації міжнародних маршрутів за протяжністю та умовами експлуатації з метою обґрунтування вибору типів автобусів;
- запропонувати обґрунтовану методику визначення потреби в автобусах для обслуговування міжнародних маршрутів з урахуванням попиту, параметрів рейсів і режимів роботи;
- запропонувати раціональну структуру парку рухомого складу підприємства та визначити оптимальне співвідношення автобусів різних типів для різних груп маршрутів;
- визначити заходи щодо вдосконалення організації технічного обслуговування і ремонту автобусів та оцінити їх вплив на ефективність і надійність функціонування підприємства.

Практична цінність кваліфікаційної роботи полягає в тому, що розроблені в ній науково обґрунтовані підходи та рекомендації можуть бути безпосередньо використані на підприємствах автомобільного транспорту, які здійснюють міжнародні пасажирські перевезення, для формування раціональної структури парку автобусів з урахуванням протяжності маршрутів, умов експлуатації та попиту на перевезення. Запропоновані

методичні рішення щодо визначення потреби в рухомому складі, групування маршрутів і розподілу автобусів за їх типами дозволяють підвищити ефективність використання транспортних засобів, зменшити експлуатаційні витрати, скоротити простої та підвищити рівень технічної готовності парку. Крім того, результати роботи можуть бути застосовані при вдосконаленні організації технічного обслуговування і ремонту, формуванні виробничо-технічної бази підприємства.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ПАРКУ РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Сутність і особливості міжнародних пасажирських перевезень автомобільним транспортом

Міжнародні пасажирські перевезення автомобільним транспортом є специфічним видом транспортної діяльності, що забезпечує переміщення пасажирів автобусами між державами та здійснюється в межах одночасної дії національного законодавства, міжнародних договорів і спеціальних правил організації перевезень. У сучасних умовах цей сегмент транспортного ринку характеризується підвищеним рівнем державного регулювання, оскільки він безпосередньо пов'язаний із питаннями безпеки дорожнього руху, дотриманням режимів праці водіїв, належним технічним станом транспортних засобів, захистом прав пасажирів і забезпеченням якості транспортного обслуговування [1], [2].

Сутність міжнародних пасажирських перевезень полягає не лише у факті перетину державного кордону автобусом, а й у здійсненні організованого транспортного процесу, для якого обов'язковими є наявність дозвільної документації, належна професійна компетентність перевізника, виконання вимог щодо страхування, документального супроводу рейсу, а також забезпечення придатності транспортного засобу до тривалої роботи на маршруті. Нормативна база України, оновлена у 2024–2025 роках, акцентує увагу на ліцензуванні міжнародних перевезень пасажирів автобусами, професійній компетентності менеджера з перевезень, належному фінансовому стані перевізника, а також на обов'язку забезпечувати технічний, санітарний і екологічний стан автобуса перед виїздом на маршрут [1], [2].

Однією з визначальних рис міжнародних перевезень пасажирів є складна організаційна структура самого перевізного процесу. На відміну від внутрішніх перевезень, тут необхідно враховувати не тільки параметри

маршруту та попиту на перевезення, а й порядок перетину кордону, режим функціонування пунктів пропуску, часові втрати на контрольні процедури, особливості виконання регулярних, нерегулярних, маятникових і транзитних перевезень. Саме тому міжнародні перевезення мають вищий рівень організаційної складності, а структура парку рухомого складу повинна відповідати не лише довжині маршруту, а й умовам виконання рейсу, графіку обороту автобуса та резервуванню транспортних засобів [2], [3].

Для міжнародного автобусного сполучення характерними є також підвищені вимоги до допуску перевізника на ринок. Європейська практика передбачає, що міжнародні перевезення пасажирів автобусами здійснюються за наявності ліцензії Співтовариства, а перевізник повинен відповідати вимогам щодо доступу до професії, стандартів підготовки водіїв та технічних характеристик транспортних засобів. Окремо регламентуються види послуг: регулярні перевезення потребують уповноваження компетентного органу, тоді як нерегулярні перевезення оформлюються за більш спрощеною процедурою із застосуванням рейсових документів [3]. Це свідчить про те, що міжнародні пасажирські перевезення слід розглядати як діяльність, у якій технічні, організаційні та правові складові є нерозривно пов'язаними.

Особливістю міжнародних автобусних перевезень є значна тривалість рейсів і, відповідно, високі вимоги до режимів праці та відпочинку водіїв. Для цього виду діяльності обов'язковими є контроль часу керування, перерв, щоденного та щотижневого відпочинку, а також використання тахографів як засобу фіксації режимів роботи. Такі вимоги мають не лише соціальне, а й безпекове значення, оскільки перевтома водія безпосередньо впливає на ризик дорожньо-транспортних пригод. У зв'язку з цим під час формування парку рухомого складу для міжнародних перевезень необхідно враховувати не тільки пасажиромісткість автобуса, а й можливість забезпечення раціонального обороту рухомого складу та роботи екіпажів у межах установлених норм [4].

Важливою ознакою міжнародних пасажирських перевезень є підвищена роль якості транспортної послуги. Для пасажирів вирішальне значення мають

не лише вартість і тривалість поїздки, а й комфорт салону, надійність виконання рейсу, зручність розкладу, наявність інформаційного супроводу, умови бронювання та придбання квитка. Дослідження щодо міжміських і далекомагістральних автобусних перевезень підтверджують, що поряд із часом і вартістю поїздки суттєвий вплив на споживчий вибір мають сервісні характеристики перевезення, а цифрові інформаційні канали дедалі більше впливають на задоволеність пасажирів та їх готовність користуватися автобусними сполученнями повторно [5], [6]. Отже, міжнародні перевезення пасажирів доцільно трактувати не лише як технологічний процес переміщення, а і як комплексну транспортну послугу, якість якої формує конкурентоспроможність перевізника.

Сучасний розвиток європейського транспортного простору підтверджує, що автобусні та міжміські автобусні перевезення зберігають вагоме значення у структурі пасажирських перевезень, особливо для країн і маршрутів, де необхідно поєднати відносну доступність, гнучкість мережі та можливість прямого сполучення між містами. За даними Євростату, у 2022 році в низці країн Європи автобуси, міжміські автобуси та тролейбуси забезпечували не менше 12 % пасажирської транспортної роботи, що свідчить про збереження важливої ролі автомобільного пасажирського транспорту у міжнародній і міжрегіональній мобільності населення [7]. Для підприємств міжнародних перевезень це означає необхідність формування такого парку рухомого складу, який одночасно забезпечував би економічність, достатній рівень комфорту, надійність і відповідність нормативним вимогам.

Ще однією істотною особливістю міжнародних перевезень пасажирів є підвищена відповідальність за безпеку. Автобус, який виконує міжнародний рейс, працює в умовах тривалого безперервного пробігу, змінних дорожніх, кліматичних і прикордонних умов, а також високої залежності від технічної справності основних систем. Європейські аналітичні матеріали з безпеки дорожнього руху засвідчують, що питання безпечної експлуатації автобусів і міжміських автобусів розглядається як самостійний напрям транспортної

політики, а контроль за технічним станом, підготовкою водіїв і дотриманням режимів роботи є ключовими елементами зниження аварійності [8]. З огляду на це міжнародні пасажирські перевезення автомобільним транспортом слід розглядати як сферу, в якій ефективність експлуатації безпосередньо залежить від якості технічного менеджменту парку рухомого складу.

Таким чином, міжнародні пасажирські перевезення автомобільним транспортом являють собою складну багатокомпонентну систему, у якій поєднуються правові, організаційні, технічні, економічні та сервісні аспекти. Їх основними особливостями є міждержавний характер транспортного процесу, підвищені вимоги до ліцензування та документального забезпечення, залежність від режимів праці водіїв, необхідність дотримання високих стандартів безпеки і якості обслуговування, а також значний вплив умов експлуатації на вибір типу та структури рухомого складу. Саме тому формування парку автобусів для міжнародних пасажирських перевезень повинно ґрунтуватися на комплексному врахуванні характеристик маршрутів, режимів роботи, нормативних вимог і очікувань пасажирів [1]–[8].

1.2 Фактори, що впливають на формування структури парку автобусів для міжнародних маршрутів

Формування структури парку автобусів для міжнародних маршрутів є багатофакторним завданням, у межах якого необхідно узгодити вимоги перевізного процесу, нормативно-правові обмеження, економічні можливості підприємства, технічні характеристики рухомого складу та очікування пасажирів. На відміну від внутрішніх перевезень, міжнародне автобусне сполучення здійснюється в умовах більшої тривалості рейсів, підвищеної нерівномірності попиту, складнішої організації обороту автобусів і суворіших вимог до безпеки, режимів праці водіїв та документального забезпечення. Саме тому структура парку для таких перевезень не може визначатися лише кількістю наявних автобусів, а повинна формуватися як раціональне

співвідношення транспортних засобів різних типів, місткості, комфортабельності, технічного рівня та експлуатаційного призначення [1], [2], [4].

Насамперед на структуру парку впливають характеристики маршрутної мережі. Для міжнародних пасажирських перевезень вирішальне значення мають протяжність маршруту, тривалість рейсу, періодичність виконання відправлень, сезонні коливання пасажиропотоку, кількість проміжних зупинок, режим перетину державного кордону та час обороту автобуса. Чим більшою є довжина маршруту і тривалість перебування автобуса в рейсі, тим вищими стають вимоги до надійності, паливної економічності, ресурсу основних агрегатів, місткості багажних відсіків і рівня комфорту салону. Відповідно, коротші міжнародні маршрути доцільно обслуговувати одними типами автобусів, а далекі та наддалекі сполучення — іншими, що і зумовлює потребу в диференційованій структурі парку [2], [7], [9].

Важливим фактором є попит на перевезення та його просторова і часова нерівномірність. Для міжнародних маршрутів характерні суттєві відмінності між піковими та міжпіковими періодами, сезонне зростання перевезень у святкові та туристичні періоди, а також різна інтенсивність попиту за окремими країнами та напрямками сполучення. Це вимагає не лише визначення загальної потреби в автобусах, а й обґрунтування частки рухомого складу різної пасажиромісткості в загальному парку. Надлишкова уніфікація автобусів за місткістю може призводити або до недовантаження рейсів і зростання собівартості перевезень, або до дефіциту місць у періоди підвищеного попиту. Наукові дослідження з вибору автобусів для міжміських сполучень підтверджують, що місткість, комфорт, витрати експлуатації та придатність до конкретних умов використання належать до ключових критеріїв формування автобусного парку [5], [9].

Суттєво впливають на структуру парку й вимоги пасажирів до якості транспортного обслуговування. У міжнародному сполученні автобус виконує не лише транспортну, а й сервісну функцію, оскільки тривалість поїздки часто

є значною. За таких умов вибір типу автобуса повинен враховувати ергономіку сидінь, рівень шуму і вібрації, наявність санітарно-побутового обладнання, кліматичний комфорт, можливості перевезення багажу, стабільність розкладу та надійність виконання рейсу. Дослідження переваг пасажирів у сфері далекомагістральних автобусних перевезень засвідчують, що разом із вартістю та тривалістю поїздки важливими чинниками вибору є комфорт, зручність поїздки та загальна якість послуги. Аналогічно встановлено, що фактичний стан виконання автобусних перевезень і стабільність роботи маршруту істотно впливають на задоволеність пасажирів [5], [6], [11].

Окрему групу становлять нормативно-правові фактори. Парк автобусів для міжнародних маршрутів повинен відповідати вимогам законодавства щодо допуску перевізника до ринку, технічного стану транспортних засобів, оснащення контрольними пристроями, документального супроводу перевезень та дотримання режимів праці і відпочинку водіїв. Важливим є також поділ перевезень на регулярні, нерегулярні та маятникові, оскільки це визначає особливості організації рейсів, резервування автобусів, графіки їх використання та потребу в частині парку, призначеній для підміни. Отже, нормативні вимоги безпосередньо впливають не тільки на факт допуску певного автобуса до експлуатації, а й на структуру парку в цілому, включаючи резервні транспортні засоби [1], [2], [3], [4].

Істотним фактором є безпека перевезень. Для міжнародних автобусних маршрутів, які пов'язані з великими добовими пробігами та тривалою безперервною роботою, вирішального значення набувають технічна надійність гальмової системи, рульового керування, шин, освітлення, систем активної та пасивної безпеки, а також загальна пристосованість автобуса до тривалої експлуатації на дорогах різної якості. Європейські вимоги до безпеки транспортних засобів упродовж останніх років посилюються, а нові транспортні засоби повинні мати ширший набір обов'язкових систем підвищення безпеки. У результаті під час формування структури парку підприємство змушене враховувати не лише вартість придбання автобуса, а й

його відповідність сучасним безпековим вимогам та очікуваний ефект від зниження ризиків під час експлуатації [8], [13].

Значний вплив мають техніко-експлуатаційні властивості автобусів. До них належать пасажиромісткість, конструктивна маса, тип силової установки, паливна економічність, запас ходу, міжсервісні пробіги, ремонтпридатність, ресурс основних вузлів, пристосованість до роботи в різних кліматичних умовах, наявність багажного простору та комфортабельність салону. Для міжнародних маршрутів особливо важливими є експлуатаційна надійність і здатність автобуса виконувати рейси великої тривалості без позапланових зупинок. Дослідження з оцінювання оновлення автобусних парків підтверджують, що вибір структури рухомого складу має базуватися не лише на початкових капіталовкладеннях, а й на оцінці витрат протягом усього життєвого циклу, включаючи витрати на паливо, технічне обслуговування, ремонти та екологічні платежі [9], [10].

Вагомим чинником є економічна доцільність експлуатації різних типів автобусів. Формування структури парку повинно забезпечувати таке співвідношення рухомого складу, за якого досягається мінімізація сукупних витрат на перевезення при дотриманні заданої якості послуг. У цьому контексті оцінюють вартість придбання автобусів, витрати на паливо або енергоносії, оплату праці водіїв, технічне обслуговування, ремонти, простої, страхування, амортизацію, податки та резервування. Для міжнародних маршрутів важливим є також співвідношення між основним і резервним парком, оскільки недостатній резерв підвищує ризик зриву рейсів, а надмірний — збільшує непродуктивні витрати підприємства. Отже, структура парку є результатом компромісу між технічною доцільністю та економічною ефективністю [4], [9], [10].

У сучасних умовах дедалі більшого значення набувають екологічні та енергетичні фактори. Європейська транспортна політика послідовно посилює вимоги до викидів, паливної та енергетичної ефективності транспортних засобів, а також стимулює оновлення корпоративних парків. Хоча для

міжнародних пасажирських перевезень на далеких маршрутах традиційні конструкції автобусів поки що залишаються домінуючими, підприємства вже сьогодні повинні враховувати перспективні вимоги до екологічних показників, доступності альтернативної інфраструктури та можливих обмежень щодо експлуатації транспортних засобів із вищими показниками викидів у окремих країнах або містах. Це означає, що структура парку повинна формуватися з урахуванням не лише поточних, а й перспективних регуляторних умов [12], [14].

Не менш важливим є фактор організації технічного обслуговування і ремонту. Структура парку має бути узгоджена з виробничо-технічними можливостями підприємства. Чим більш різнотипним є парк, тим складнішими стають забезпечення запасними частинами, підготовка персоналу, технологічна спеціалізація постів і планування ремонтних робіт. Водночас надмірна уніфікація не завжди є раціональною, якщо маршрути суттєво відрізняються за протяжністю та умовами експлуатації. Тому під час формування структури парку слід урахувати, які види технічного обслуговування і ремонту можуть бути виконані власними силами, а які доцільно передавати спеціалізованим виконавцям. Саме ця обставина пов'язує вибір структури парку з подальшим формуванням виробничо-технічної бази підприємства [1], [2], [10].

Узагальнення основних факторів, що впливають на формування структури парку автобусів для міжнародних маршрутів, наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні фактори формування структури парку автобусів для міжнародних маршрутів

Група факторів	Зміст впливу на структуру парку
Маршрутні	Протяжність маршруту, тривалість рейсу, кількість зупинок, час обороту автобуса, особливості проходження кордону
Попит на перевезення	Середня та пікова наповнюваність, сезонні коливання, нерівномірність пасажиропотоків, потреба в автобусах різної місткості

Група факторів	Зміст впливу на структуру парку
Нормативно-правові	Вимоги до ліцензування, допуску до міжнародних перевезень, режимів праці водіїв, оснащення транспортних засобів
Технічні	Надійність, пасажиромісткість, паливна економічність, комфорт, ресурс, ремонтпридатність, рівень безпеки
Економічні	Вартість придбання, експлуатаційні витрати, амортизація, простої, потреба в резервному парку
Сервісні	Якість обслуговування пасажирів, комфорт салону, стабільність виконання рейсів, перевезення багажу
Екологічні	Вимоги до викидів, енергетична ефективність, перспективи оновлення парку відповідно до нових регуляторних вимог
Організаційно-технічні	Можливості підприємства щодо технічного обслуговування і ремонту, забезпечення запасними частинами, спеціалізація виробничої бази

Отже, формування структури парку автобусів для міжнародних маршрутів є результатом комплексного врахування маршрутних, попитних, правових, технічних, економічних, сервісних, екологічних та організаційно-технічних факторів. Раціональна структура парку повинна забезпечувати відповідність характеристик автобусів умовам експлуатації на маршрутах різної протяжності, підтримувати належний рівень безпеки і якості перевезень, а також створювати передумови для економічно доцільної організації технічного обслуговування, ремонту і розвитку виробничо-технічної бази підприємства [2], [4], [9], [10], [12].

1.3 Підходи до класифікації маршрутів за протяжністю та умовами експлуатації

Класифікація міжнародних автобусних маршрутів є важливим елементом формування структури парку рухомого складу, оскільки саме вона створює методичну основу для вибору типів автобусів, визначення потреби в них, організації режимів роботи водіїв і побудови системи технічного обслуговування. У чинному правовому полі міжнародні перевезення автобусами насамперед розмежовуються за організаційною формою як

регулярні, нерегулярні та маятникові, а сам маршрут розглядається як організований напрям перевезення з визначеними зупинками, розкладом руху та документальним супроводом [2], [15]. Проте для задачі формування парку такого поділу недостатньо, оскільки він не відображає відмінностей у тривалості рейсів, добових пробігах, характері зупинок, прикордонних затримках та інших експлуатаційних умовах [2], [4].

У науково-прикладному аспекті доцільно виходити з того, що маршрут міжнародного пасажирського перевезення повинен оцінюватися не за однією ознакою, а за сукупністю параметрів. До таких параметрів належать протяжність сполучення, фактична тривалість рейсу, кількість і характер проміжних зупинок, інтенсивність пасажиропотоку, умови дорожнього руху, прикордонні процедури та стабільність графіка. Саме комплексне врахування цих чинників дає можливість пов'язати характеристику маршруту з техніко-експлуатаційними вимогами до автобуса та економічною доцільністю його використання [4], [8], [9], [16].

Найбільш поширеним є підхід до класифікації маршрутів за протяжністю. Його практичне значення полягає в тому, що збільшення довжини маршруту безпосередньо впливає на вимоги до ресурсу автобуса, паливної економічності, об'єму багажних відсіків, рівня комфорту пасажирів і потреби в резерві рухомого складу. Для маршрутів відносно меншої довжини пріоритетними є висока оборотність автобуса та раціональне використання робочого часу екіпажу, тоді як для довгих міжнародних рейсів першочергового значення набувають надійність, стійкість до тривалого безперервного пробігу та комфортність поїздки [5], [9], [17].

Водночас класифікація лише за відстанню не є достатньою, оскільки однакова протяжність маршруту не завжди означає однакові умови його виконання. Фактична тривалість рейсу залежить від середньої експлуатаційної швидкості, стану дорожньої мережі, інтенсивності руху, кількості зупинок, проходження прикордонного контролю та режимів праці й відпочинку водіїв. Європейське регулювання підтверджує, що для автобусних перевезень режими

керування, перерв і відпочинку є обов'язковим елементом організації транспортного процесу, а отже під час групування маршрутів доцільно враховувати не лише кілометраж, але й фактичний час обороту автобуса [4], [16]. Для України додаткового значення набуває і стан прикордонної інфраструктури, оскільки її пропускна спроможність безпосередньо впливає на тривалість міжнародних автобусних рейсів [16].

Окремий підхід становить класифікація маршрутів за характером зупиночності. Для міжнародних перевезень частина маршрутів має переважно прямий характер і орієнтується на швидке сполучення між великими містами, тоді як інші включають значну кількість проміжних зупинок і виконують також функцію підвезення пасажирів із менших населених пунктів. Наукові дослідження показують, що збільшення відстані між зупинками є вигіднішим для довших поїздок, тоді як коротші поїздки більше залежать від щільності зупинок; відповідно, характер зупиночності впливає як на привабливість маршруту для пасажирів, так і на вимоги до місткості та режиму використання автобусів [18].

Суттєвим є також підхід до класифікації маршрутів за характером попиту. У міжнародному автобусному сполученні попит може бути відносно стабільним, сезонно змінним або різко нерівномірним за окремими періодами року і тижня. Дослідження переваг пасажирів у далеких автобусних поїздках засвідчують, що на вибір виду перевезення істотно впливають час поїздки, вартість, комфорт і надійність виконання рейсу, а дослідження задоволеності пасажирів підтверджують важливість фактичної якості транспортного обслуговування [5], [6]. Це означає, що маршрути з різною інтенсивністю та структурою попиту повинні обслуговуватися не ідентичними, а функціонально пристосованими групами автобусів.

Важливою є і класифікація за умовами експлуатації. До цієї групи відносяться дорожні умови, наявність гірських ділянок, сезонні кліматичні впливи, ризик заторів, прикордонні затримки, нерівномірність графіка, а також загальні вимоги до безпеки автобусних перевезень. Європейські аналітичні

матеріали з безпеки автобусів і великовантажних транспортних засобів акцентують увагу на значенні технічної справності, підготовки водіїв та експлуатації у складних умовах [8]. Тому маршрути, що відрізняються за складністю дорожньо-транспортної ситуації, повинні окремо враховуватися під час вибору рухомого складу і формування резерву.

З огляду на викладене, для цілей кваліфікаційної роботи найбільш доцільним є комбінований підхід, за якого маршрути групують одночасно за протяжністю та за умовами експлуатації (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Рекомендована класифікація міжнародних автобусних маршрутів для задач формування структури парку

Ознака класифікації	Група маршрутів	Характерні особливості	Значення для формування парку
За протяжністю	Короткі міжнародні	Порівняно невелика відстань, можливість швидкого обороту автобуса, часті відправлення	Доцільні автобуси з підвищеною оборотністю та помірною місткістю
	Середні міжнародні	Стабільні рейси середньої тривалості, поєднання вимог до комфорту й економічності	Потрібне збалансоване поєднання місткості, надійності та комфорту
	Довгі міжнародні	Значна тривалість поїздки, вищі вимоги до сервісу, багажу та режиму праці водіїв	Доцільні комфортніші автобуси з більшим ресурсом і кращим оснащенням
	Надовгі міжнародні	Дуже значна відстань, високий ризик затримок, складні схеми обороту	Потрібен найбільш надійний та комфортний рухомий склад і збільшений резерв
За попитом	Стабільного попиту	Передбачувана наповнюваність, сталі графіки	Можлива відносно стала структура основного парку
	Сезонного або нерівномірного попиту	Значні коливання за періодами року або тижня	Необхідна гнучкість місткості та наявність резерву

Ознака класифікації	Група маршрутів	Характерні особливості	Значення для формування парку
За умовами експлуатації	Зі сприятливими умовами	Відносно стабільний рух, незначні затримки	Достатньо стандартних вимог до ресурсу та резерву
	З ускладненими умовами	Тривалі прикордонні процедури, гірські ділянки, затори, сезонні ризики	Потрібні вищі вимоги до надійності, тягово-динамічних властивостей і резервування

Такий підхід не підміняє нормативний поділ перевезень на регулярні, нерегулярні та маятникові, а доповнює його для потреб техніко-експлуатаційного аналізу [2], [15]. У практичному аспекті це дає можливість спочатку виокремити маршрути короткої, середньої, великої та дуже великої протяжності, а далі в межах кожної групи розподілити їх за умовами виконання: зі сприятливими, ускладненими або змінними умовами експлуатації. Такий підхід логічно узгоджується з вимогами до вибору автобусів за місткістю, комфортом, експлуатаційними витратами та надійністю [9], [17].

Для подальших розрахунків у роботі доцільно прийняти таку аналітичну схему: короткі міжнародні маршрути, середні міжнародні маршрути, довгі міжнародні маршрути та наддовгі міжнародні маршрути; у межах кожної групи – маршрути зі звичайними та ускладненими умовами експлуатації. До ускладнених умов доцільно відносити значні прикордонні затримки, складні дорожні умови, виражену сезонність попиту, підвищені вимоги до тривалості безперервного руху і збільшені ризики порушення графіка. Запропонована схема є не нормативною, а аналітичною, однак саме вона є найбільш придатною для обґрунтування оптимальної структури парку рухомого складу, оскільки пов'язує параметри маршрутів із потребою в автобусах, їх спеціалізацією та організацією технічного забезпечення [4], [8], [9], [16], [18].

Отже, класифікація міжнародних автобусних маршрутів для задач формування структури парку повинна базуватися на поєднанні двох основних ознак — протяжності та умов експлуатації. Саме такий підхід забезпечує перехід від загального опису маршрутної мережі до практичного вирішення питань вибору типів автобусів, визначення їх кількості, розподілу за групами маршрутів, організації технічного обслуговування та формування виробничо-технічної бази підприємства [2], [4], [9], [15], [16].

1.4 Методичні засади визначення потреби в автобусах на міжнародних маршрутах

Визначення потреби в автобусах на міжнародних маршрутах є одним із ключових етапів формування структури парку рухомого складу, оскільки саме на цьому етапі встановлюється взаємозв'язок між попитом на перевезення, параметрами маршрутної мережі, режимами роботи автобусів і водіїв, а також організаційними можливостями перевізника. У сучасних умовах така оцінка не може зводитися лише до простого співвідношення між кількістю рейсів і наявними транспортними засобами. Методика має враховувати нормативні вимоги до організації міжнародних перевезень, часові втрати на прикордонні процедури, дотримання режимів праці та відпочинку водіїв, а також необхідність забезпечення регулярності й надійності обслуговування пасажирів [2], [4], [15], [19].

Методично визначення потреби в автобусах доцільно розглядати як багатокрокову процедуру, у межах якої послідовно: встановлюють параметри пасажиропотоку; визначають планову кількість рейсів; обчислюють тривалість оборотного рейсу; розраховують мінімальну потребу в автобусах для виконання розкладу; коригують результат з урахуванням експлуатаційних обмежень, резерву та технічної готовності рухомого складу. Такий підхід відповідає сучасним підходам до задач розкладу й закріплення транспортних засобів, у яких кількість автобусів визначається не ізольовано, а у зв'язку з

часовими параметрами рейсів, графіком роботи та невизначеністю експлуатаційних умов [22], [23], [24], [25].

Першим етапом є визначення транспортної роботи, яку необхідно забезпечити на конкретному міжнародному маршруті або в межах певної групи маршрутів. Для цього встановлюють прогнозований обсяг перевезень за добу, тиждень або сезон, структуру попиту за періодами доби, напрямками руху та днями виконання рейсів. На практиці для міжнародних пасажирських перевезень особливого значення набуває не лише середній, а й піковий попит, оскільки саме він формує граничну потребу в автобусах. Дослідження з оптимізації автобусного розкладу підтверджують, що кількість транспортних засобів на маршруті залежить від розподілу попиту в часі, інтервалів відправлення та допустимого рівня завантаження автобусів [23], [24]. Тому при визначенні потреби в автобусах доцільно орієнтуватися не на середні річні значення, а на розрахункові періоди з найбільш характерним навантаженням.

Другим етапом є встановлення провізної спроможності одного рейсу. Вона залежить від кількості місць у салоні автобуса, прийнятого коефіцієнта використання місткості та специфіки маршруту. Для міжнародних маршрутів перевищення нормативно допустимого рівня завантаження не допускається, а тому число рейсів визначають таким чином, щоб забезпечити перевезення пасажирів у межах наявної місцевої місткості. У спрощеному вигляді розрахунок кількості рейсів у періоді можна подати як відношення розрахункового пасажиропотоку до ефективної місткості одного автобуса:

$$z_i = \left\lceil \frac{P_i}{q_i \cdot \varphi_i} \right\rceil \quad (1.1)$$

де z_i – необхідна кількість рейсів на маршруті i у розрахунковому періоді;

P_i – розрахунковий пасажиропотік;

q_i – кількість місць у автобусі;

φ_i – коефіцієнт використання місткості;

[] – округлення до більшого цілого.

Зазначений вираз відображає загальну логіку планування: чим більший попит і нижчий допустимий рівень використання місткості, тим більшою буде кількість необхідних рейсів. Під час практичних розрахунків цей підхід коригується вимогами до розкладу руху, сезонністю попиту та доступністю автобусів конкретної місткості [5], [6], [24].

Третім етапом є визначення тривалості оборотного рейсу. Саме цей показник безпосередньо пов'язує план рейсів із кількістю потрібних автобусів. Для міжнародних маршрутів тривалість обороту формується не лише часом руху в прямому та зворотному напрямках, а й часом на посадку і висадку пасажирів, проходження прикордонного та митного контролю, простої на кінцевих пунктах, передрейсову та післярейсову підготовку, а також технологічні паузи, зумовлені режимами праці водіїв. У загальному вигляді тривалість оборотного рейсу можна подати так:

$$T_{об,i} = t_{рух,i} + t_{зуп,i} + t_{корд,i} + t_{кінц,i} + t_{підг,i} \quad (1.2)$$

де $T_{об,i}$ – тривалість оборотного рейсу на маршруті i ;

$t_{рух,i}$ – час руху;

$t_{зуп,i}$ – час на проміжні зупинки;

$t_{корд,i}$ – час проходження прикордонних процедур;

$t_{кінц,i}$ – простої на кінцевих пунктах;

$t_{підг,i}$ – час на підготовчо-завершальні операції.

Для міжнародних автобусних перевезень часові витрати на кордоні та дотримання соціального законодавства щодо режимів праці й відпочинку водіїв можуть суттєво збільшувати загальний цикл роботи автобуса, тому їх ігнорування призводить до зниження реальної потреби в рухомому складі [4], [20], [21]. Крім того, стратегічні документи України щодо розвитку

транспортної системи та прикордонної інфраструктури підтверджують, що часові параметри міжнародних сполучень суттєво залежать від стану інфраструктури та організації перетину кордону [16], [19].

Четвертим етапом є визначення мінімальної кількості автобусів, потрібної для виконання встановленого розкладу. Якщо для маршруту задано інтервал відправлення, тоді мінімальна кількість автобусів на маршруті може бути визначена як відношення тривалості оборотного рейсу до інтервалу руху:

$$A_{\min,i} = \left\lceil \frac{T_{\text{об},i}}{I_i} \right\rceil \quad (1.3)$$

де $A_{\min,i}$ – мінімальна кількість автобусів на маршруті i ;

I_i – інтервал відправлення автобусів на маршруті i .

Якщо ж перевезення організовано не за сталим інтервалом, а за фіксованою кількістю рейсів протягом доби, то розрахунок може виконуватися через сумарну потребу в автобусо-годинах:

$$A_{\min,i} = \left\lceil \frac{z_i \cdot T_{\text{об},i}}{T_{\text{доп},i}} \right\rceil \quad (1.4)$$

де $T_{\text{доп},i}$ – допустимий фонд часу роботи одного автобуса на маршруті i у межах розрахункового періоду.

Ці залежності відображають загальний принцип сучасних задач розкладу транспортних засобів: кількість автобусів визначається співвідношенням між обсягом запланованої роботи та часовою спроможністю одного транспортного засобу виконувати послідовність рейсів [22], [23], [24].

П'ятим етапом є коригування мінімальної потреби з урахуванням експлуатаційних обмежень. Мінімальна розрахункова кількість автобусів забезпечує виконання розкладу лише за ідеалізованих умов. Для міжнародних

перевезень необхідно враховувати варіацію часу руху, сезонні затримки на кордоні, можливі відхилення у тривалості рейсів, нерівномірність попиту, а також технічні простої. Сучасні дослідження у сфері планування розкладу автобусів прямо вказують, що невизначеність часу руху та інших параметрів експлуатації повинна враховуватися під час визначення кількості транспортних засобів, а надмірно жорстке орієнтування лише на мінімум парку знижує практичну стійкість розкладу [22], [23], [25]. Саме тому після визначення мінімального значення доцільно вводити експлуатаційний резерв.

Шостим етапом є врахування коефіцієнта технічної готовності та резерву. У реальних умовах не весь парк одночасно перебуває в експлуатаційно справному стані, оскільки частина автобусів може знаходитися на технічному обслуговуванні, у ремонті або в підготовці до рейсу. Тому загальна інвентарна потреба в автобусах повинна бути більшою за експлуатаційну. Її можна визначити за формулою:

$$A_{\text{інв}} = \left\lceil \frac{A_{\text{експ}}}{\alpha_{\text{тг}}} \right\rceil + A_{\text{рез}} \quad (1.5)$$

де $A_{\text{інв}}$ – інвентарна кількість автобусів;

$A_{\text{експ}}$ – експлуатаційно необхідна кількість автобусів;

$\alpha_{\text{тг}}$ – коефіцієнт технічної готовності парку;

$A_{\text{рез}}$ – резервні автобуси для забезпечення стійкості роботи.

У методичному плані це означає, що остаточна потреба в автобусах формується не лише на основі розкладу, а й з урахуванням технічного стану парку та прийнятої концепції обслуговування. Для міжнародних маршрутів, де зрив рейсу має вищі репутаційні та економічні наслідки, роль резерву є особливо важливою [2], [4], [21], [23].

Сьомим етапом є узагальнення результатів за групами маршрутів. Якщо підприємство обслуговує декілька міжнародних напрямків, то потреба в автобусах визначається окремо для кожного маршруту або однорідної групи

маршрутів, після чого результати зводяться у загальну структуру парку. Саме на цьому етапі встановлюють, яка частка автобусів повинна бути призначена для коротших міжнародних маршрутів, яка — для довгих і наддовгих, а також яку частку доцільно передбачити як універсальний резерв. Такий підхід відповідає сучасним підходам до планування парку, де кількість транспортних засобів пов'язується не тільки з окремим маршрутом, а й з усією системою виконання рейсів, їх погодженням у часі та варіативністю попиту [22], [23], [24].

Узагальнену послідовність визначення потреби в автобусах на міжнародних маршрутах наведено в табл. 1.3 та на рис. 1.1.

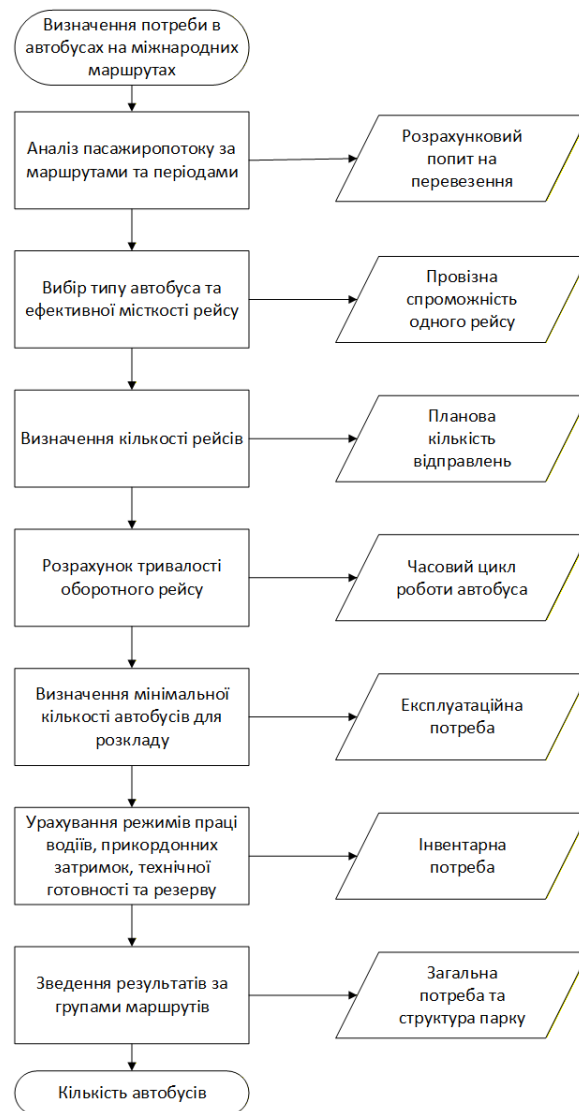


Рисунок 1.1 – Послідовність визначення потреби в автобусах на міжнародних маршрутах

Таблиця 1.3 – Послідовність визначення потреби в автобусах на міжнародних маршрутах

Етап	Зміст розрахунку	Основний результат
1	Аналіз пасажиропотоку за маршрутами та періодами	Розрахунковий попит на перевезення
2	Вибір типу автобуса та ефективної місткості рейсу	Провізна спроможність одного рейсу
3	Визначення кількості рейсів	Планова кількість відправлень
4	Розрахунок тривалості оборотного рейсу	Часовий цикл роботи автобуса
5	Визначення мінімальної кількості автобусів для розкладу	Експлуатаційна потреба
6	Урахування режимів праці водіїв, прикордонних затримок, технічної готовності та резерву	Інвентарна потреба
7	Зведення результатів за групами маршрутів	Загальна потреба та структура парку

Отже, методичні засади визначення потреби в автобусах на міжнародних маршрутах ґрунтуються на поєднанні попитного, часово-розкладного та експлуатаційного підходів. У межах такого підходу кількість автобусів встановлюється не тільки за обсягом перевезень, а й за тривалістю оборотного рейсу, режимом виконання відправлень, нормативними вимогами до праці водіїв, технічною готовністю парку та необхідністю резервування. Саме така методика є найбільш придатною для подальшого обґрунтування оптимальної структури парку рухомого складу підприємства, що виконує міжнародні пасажирські перевезення [4], [20], [22], [23], [24], [25].

1.5 Принципи організації технічного обслуговування і ремонту автобусів, що працюють на міжнародних перевезеннях

Організація технічного обслуговування і ремонту автобусів, що працюють на міжнародних перевезеннях, повинна розглядатися як складова загальної системи забезпечення безпеки, регулярності руху та економічної ефективності транспортного підприємства. На відміну від автобусів, що

працюють на внутрішніх маршрутах невеликої протяжності, рухомий склад міжнародного сполучення функціонує в умовах тривалих рейсів, значних добових пробігів, підвищеної відповідальності за дотримання графіка, а також у ситуації обмежених можливостей оперативного втручання під час перебування за межами базового підприємства. Саме тому система технічного обслуговування і ремонту в цьому сегменті повинна будуватися не за реактивним принципом усунення несправностей після їх прояву, а на основі попереджувального, планового і діагностично орієнтованого підходу [19], [20], [21], [26].

Першим принципом є пріоритет попередження відмов над ліквідацією їх наслідків. Для автобусів міжнародних перевезень технічна несправність у рейсі призводить не лише до прямих витрат на ремонт, а й до зриву графіка, затримок пасажирів, додаткових організаційних витрат, погіршення репутації перевізника та можливих правових наслідків. Тому технічне обслуговування має бути спрямоване насамперед на виявлення ознак погіршення технічного стану до моменту виникнення відмови. Сучасні дослідження з профілактичного обслуговування автобусних парків підтверджують, що використання діагностичних показників, зокрема аналізу стану мастильних матеріалів та даних експлуатації, дає змогу виявляти розвиток несправностей на ранніх стадіях і своєчасно коригувати графік технічних втручань [28], [31].

Другим принципом є плановість і циклічність технічних впливів. Для міжнародних автобусів обсяги робіт з технічного обслуговування та ремонту повинні бути пов'язані з пробігом, календарною періодичністю, фактичним навантаженням на маршрутних групах і режимами роботи транспортних засобів. Плановий характер обслуговування дозволяє погодити виконання профілактичних робіт із графіками рейсів, зменшити ймовірність позапланових простоїв і забезпечити вищий рівень технічної готовності парку. Нормативні акти України та Європейського Союзу у сфері міжнародних перевезень, технічної придатності транспортних засобів і контролю режимів праці водіїв фактично вимагають від перевізника створення такої системи

експлуатації, у якій технічний стан автобуса гарантує безпечне і безперервне виконання рейсу [2], [15], [20], [21], [26], [27].

Третім принципом є диференціація системи технічного обслуговування залежно від умов експлуатації автобусів. Автобуси, що працюють на маршрутах різної протяжності, з різними дорожніми умовами, прикордонними затримками та сезонною інтенсивністю, не можуть обслуговуватися за повністю однаковими схемами. Для маршрутів великої і дуже великої протяжності необхідно передбачати посилений контроль вузлів і систем, які визначають безпеку та надійність тривалого рейсу: гальмових механізмів, рульового керування, шин, освітлювального обладнання, двигуна, трансмісії, систем охолодження, електрообладнання, кондиціювання салону та обладнання робочого місця водія. Європейські матеріали щодо оновлення правил технічної придатності транспортних засобів підкреслюють, що сучасна система контролю повинна дедалі повніше враховувати складність транспортних засобів, цифрові системи та реальні ризики для безпеки дорожнього руху [26], [27].

Четвертим принципом є поєднання регламентного і станоорієнтованого підходів. Регламентні роботи залишаються основою технічного обслуговування, оскільки забезпечують обов'язковий мінімум профілактичних заходів через установлені проміжки пробігу або часу. Водночас для міжнародних перевезень цього недостатньо, оскільки фактичні навантаження на автобуси можуть істотно відрізнитися навіть за однакових формальних інтервалів обслуговування. Саме тому ефективна система повинна поєднувати регламентні операції з оцінюванням фактичного технічного стану окремих вузлів за результатами контролю параметрів, діагностики й аналізу експлуатаційних даних. Наукові праці останніх років свідчать, що перехід від суто календарно-пробігового обслуговування до більш гнучких схем, оснований на технічному стані, дозволяє скорочувати простой та краще використовувати ресурс агрегатів без погіршення безпеки [28], [29], [31].

П'ятим принципом є пріоритет безпекокритичних систем. У міжнародних перевезеннях об'єктом першочергового контролю повинні бути ті системи, несправність яких безпосередньо впливає на безпеку пасажирів і можливість завершення рейсу: гальмова система, рульове керування, ходова частина, шини, системи освітлення і сигналізації, дверні механізми, аварійне обладнання, системи огляду, засоби контролю режиму праці водія та допоміжні системи, що впливають на стабільність руху. Пропозиції Європейської Комісії щодо оновлення правил технічних перевірок прямо акцентують необхідність посиленого контролю сучасних систем безпеки та ширшого охоплення технічних елементів, які впливають на аварійність та екологічні показники транспортних засобів [26]. У практичному аспекті це означає, що під час формування програм технічного обслуговування міжнародного автобусного парку саме безпекокритичні системи повинні мати найвищий пріоритет [26], [27].

Шостим принципом є забезпечення високої технічної готовності через раціональний розподіл робіт між власною виробничою базою та зовнішніми виконавцями. Для підприємств міжнародних перевезень не завжди економічно доцільно виконувати весь обсяг ремонтних робіт власними силами. Базове підприємство, як правило, повинно забезпечувати щоденний контроль технічного стану, передрейсову і післярейсову перевірку, нескладні регламентні операції, дрібні поточні ремонти, діагностування та підготовку автобуса до рейсу. Водночас складні відновлювальні роботи, вузькоспеціалізовані ремонти, кузовні операції, роботи з окремими електронними системами або операції, що потребують дорогого обладнання, можуть передаватися спеціалізованим підрядникам. Дослідження з оптимізації роботи сервісних підрозділів автобусних підприємств показують, що ефективність технічної служби суттєво зростає тоді, коли виробнича база формується відповідно до реального профілю робіт, а спеціалізовані операції концентруються у відповідно оснащених майстернях [30].

Сьомим принципом є мінімізація простоїв і раціональне планування завантаження ремонтної бази. У міжнародних пасажирських перевезеннях простій автобуса має високу вартість, оскільки зменшує перевізну спроможність підприємства, ускладнює виконання розкладу і підвищує потребу в резервному рухомому складі. Тому організація технічного обслуговування повинна передбачати пріоритизацію заявок, планування робіт з урахуванням транспортної програми, формування запасу критично важливих запасних частин і скорочення непродуктивних втрат часу на очікування. Сучасні дослідження з оптимізації щоденного обслуговування автобусів підтверджують, що рішення щодо черговості і тривалості ремонтних втручань доцільно приймати з урахуванням втрат провізної спроможності, простою та витрат, а не лише технічного факту відмови [29]. Таким чином, система технічного обслуговування має бути інтегрованою з експлуатаційним плануванням перевезень [23], [29], [30].

Восьмим принципом є інформаційна забезпеченість і простежуваність технічного стану автобусів. Для міжнародного парку особливого значення набуває ведення повної технічної історії кожного автобуса: пробігів, відмов, видів виконаних робіт, заміненних деталей, результатів діагностування, зауважень водіїв і повторюваних дефектів. Така інформація є основою для коригування періодичності обслуговування, оцінки надійності окремих моделей автобусів, планування запасних частин і прийняття рішень щодо оновлення парку. Сучасні дослідження у сфері прогностного обслуговування автобусів показують, що використання експлуатаційних даних і цифрового моніторингу підвищує точність планування технічних втручань та сприяє зниженню ризику позапланових відмов [28], [31].

Дев'ятим принципом є узгодження технічного обслуговування з вимогами до режимів роботи водіїв і графіками міжнародних рейсів. Міжнародні перевезення відзначаються жорсткою часовою регламентацією, а тому навіть правильно визначена потреба в автобусах не забезпечить стабільної роботи без належної організації технічних вікон для огляду,

профілактики та дрібних ремонтів. Планування технічного обслуговування повинно враховувати час повернення автобуса з рейсу, тривалість міжрейсового відстою, можливість виконання робіт у нічний час, режим ротації екіпажів і періоди пікових навантажень. Саме поєднання експлуатаційного і технічного планування дозволяє підтримувати необхідний коефіцієнт технічної готовності без надмірного збільшення резерву [20], [21], [23].

Десятим принципом є економічна доцільність системи технічного обслуговування і ремонту. Для підприємства міжнародних перевезень метою є не максимізація обсягів ремонтних робіт, а досягнення такого співвідношення між профілактикою, поточним ремонтом, спеціалізованими втручаннями та резервуванням парку, яке забезпечує найменші сукупні витрати за умови дотримання вимог безпеки і регулярності руху. Надмірна частота обслуговування збільшує експлуатаційні витрати й простої, тоді як недостатня — призводить до дорогих відмов у рейсі. Тому система повинна бути збалансованою і спиратися на аналіз реальної інтенсивності використання автобусів, структури відмов, вартості простою та витрат на відновлення працездатності [28], [29], [30], [31].

Узагальнення принципів організації технічного обслуговування і ремонту автобусів міжнародних перевезень наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Основні принципи організації технічного обслуговування і ремонту автобусів міжнародних перевезень

Принцип	Зміст принципу	Практичне значення для підприємства
Попереджувальний характер	Орієнтація на недопущення відмов, а не лише на їх усунення	Зниження ризику зриву рейсів і позапланових простоїв
Плановість	Виконання робіт за наперед визначеними циклами та графіками	Узгодження обслуговування з розкладом міжнародних перевезень
Диференціація за умовами експлуатації	Різний підхід до автобусів різних маршрутних груп	Краще врахування протяжності маршрутів і навантаження

Поєднання регламентного і станоорієнтованого підходів	Доповнення періодичних робіт фактичним контролем технічного стану	Раціональніше використання ресурсу автобусів
Пріоритет безпекокритичних систем	Посилений контроль систем, що визначають безпеку рейсу	Підвищення безпеки пасажирських перевезень
Раціональний розподіл робіт	Поєднання власної бази та спеціалізованих підрядників	Зниження витрат на складні та рідкісні ремонти
Мінімізація простоїв	Пріоритизація робіт, запас критичних деталей, оперативне планування	Підтримання високої технічної готовності парку
Інформаційна простежуваність	Накопичення історії технічного стану і ремонтів	Обґрунтоване планування обслуговування та оновлення парку
Узгодження з режимом експлуатації	Врахування міжрейсових інтервалів і графіків водіїв	Стійка робота маршрутної мережі
Економічна доцільність	Баланс між профілактикою, ремонтом і резервом	Мінімізація сукупних витрат перевізника

Отже, організація технічного обслуговування і ремонту автобусів, що працюють на міжнародних перевезеннях, повинна базуватися на системі взаємопов'язаних принципів: попереджувальності, плановості, диференціації за умовами експлуатації, пріоритету безпеки, мінімізації простоїв, інформаційної забезпеченості та економічної доцільності. Реалізація цих принципів створює підґрунтя для підтримання високої технічної готовності рухомого складу, підвищення надійності виконання міжнародних рейсів і раціонального формування виробничо-технічної бази підприємства [20], [26], [27], [29], [30], [31].

Висновки до розділу

Встановлено, що міжнародні пасажирські перевезення автомобільним транспортом є складною багатокомпонентною системою, у межах якої поєднуються правові, організаційні, технічні, економічні та сервісні аспекти функціонування перевізника. Обґрунтовано, що їх специфіка визначається міждержавним характером транспортного процесу, підвищеними вимогами до

безпеки перевезень, дотримання режимів праці та відпочинку водіїв, належного технічного стану автобусів, а також необхідністю забезпечення стабільної якості транспортного обслуговування пасажирів. Показано, що формування структури парку рухомого складу для міжнародних перевезень не може здійснюватися лише за ознакою наявної кількості автобусів, а повинно базуватися на комплексному врахуванні умов експлуатації маршрутів, їх протяжності, тривалості рейсів, нерівномірності попиту, вимог до комфорту та організації технічного забезпечення перевізного процесу.

У результаті аналізу факторів, що впливають на формування структури парку автобусів, встановлено, що визначальний вплив мають маршрутні, попитні, нормативно-правові, технічні, економічні, сервісні, екологічні та організаційно-технічні чинники. Доведено, що раціональна структура парку повинна забезпечувати відповідність характеристик автобусів умовам роботи на маршрутах різної протяжності, підтримувати належний рівень безпеки і якості перевезень та одночасно створювати передумови для економічно доцільної експлуатації рухомого складу. Обґрунтовано доцільність класифікації міжнародних маршрутів не лише за організаційною формою, а передусім за протяжністю та умовами експлуатації, оскільки саме такий підхід створює методичну основу для подальшого визначення потреби в автобусах, розподілу їх за групами маршрутів і формування оптимальної структури парку.

Також узагальнено методичні засади визначення потреби в автобусах на міжнародних маршрутах. Встановлено, що така потреба повинна визначатися на основі поєднання попиту, розкладу та експлуатаційного підходів із урахуванням ефективної місткості автобусів, тривалості оборотного рейсу, режиму відправлень, прикордонних затримок, технічної готовності парку та необхідного резерву.

Доведено, що організація технічного обслуговування і ремонту автобусів міжнародних перевезень має ґрунтуватися на принципах попереджувальності, плановості, диференціації за умовами експлуатації, пріоритету безпекових систем, мінімізації простоїв, інформаційної простежуваності та економічної

доцільності. Отже, теоретичні положення, розглянуті в першому розділі, формують необхідне науково-методичне підґрунтя для подальшого аналізу маршрутної мережі, визначення потреби в рухомому складі, обґрунтування структури парку автобусів, розроблення концепції технічного обслуговування і ремонту та формування виробничо-технічної бази підприємства у наступних розділах роботи

2 АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПАРКУ РУХОМОГО СКЛАДУ

2.1 Аналіз маршрутної мережі міжнародних перевезень

Аналіз маршрутної мережі міжнародних перевезень є вихідним етапом для подальшого обґрунтування потреби в автобусах та формування структури парку рухомого складу підприємства. Для перевізника, що виконує міжнародні автобусні перевезення, маршрутна мережа визначає не лише географію сполучень, а й характер експлуатаційного навантаження, тривалість обороту автобусів, вимоги до комфорту пасажирів, організації праці водіїв, технічного обслуговування і резервування рухомого складу. Згідно з чинними нормативними положеннями, міжнародні автобусні перевезення здійснюються в межах спеціально організованих регулярних, нерегулярних або маятникових сполучень, а вимоги до їх виконання пов'язані з допуском перевізника на ринок, документальним супроводом рейсів, технічним станом автобусів і дотриманням режимів праці та відпочинку водіїв [2], [3], [4], [15].

За вихідними даними, у роботі як базове приймається підприємство ФОП Мельник О.М., яке планує виконувати міжнародні пасажирські перевезення за трьома основними маршрутами: Дубровиця – Варшава (через Рівне), Дубровиця – Рига (через Рівне, Варшава) та Дубровиця – Краків – Мілан. Середня експлуатаційна швидкість руху на маршрутах приймається на рівні 40,3 км/год. З огляду на склад маршрутної мережі можна зробити висновок, що підприємство орієнтується на міжнародні перевезення західного та північно-західного напрямків, які поєднують перевезення до країн Європейського Союзу та Балтійського регіону. Така конфігурація маршрутів є характерною для сучасної системи міжнародного автобусного сполучення України, де особливого значення набувають зв'язки з Польщею, країнами Балтії та країнами Південної Європи, а також роль прикордонної інфраструктури у забезпеченні стабільності міжнародних рейсів [16], [19], [32].

Особливістю досліджуваної маршрутної мережі є те, що всі маршрути мають спільний початковий район формування пасажиропотоку та частково спільні ділянки проходження. Насамперед це стосується напряму Дубровиця – Рівне, який виконує функцію підвезення пасажирів до основного транспортного коридору. Крім того, маршрути на Варшаву і Ригу мають спільну ділянку руху до польської столиці, а це створює передумови для уніфікації частини вимог до автобусів, режимів обслуговування і планування рейсів. Водночас маршрут до Мілана є значно складнішим за довжиною, тривалістю та умовами експлуатації, що зумовлює потребу у використанні автобусів із вищими вимогами до ресурсу, комфорту, багажного простору та технічної надійності [4], [8], [16].

З позиції транспортно-експлуатаційного аналізу досліджувані маршрути доцільно розглядати як мережу з різною глибиною міжнародного сполучення. Маршрут Дубровиця – Варшава виконує функцію базового міжнародного напряму середньої або великої протяжності, орієнтованого на відносно стабільний пасажиропотік і можливість більш частого обороту рухомого складу. Маршрут Дубровиця – Рига характеризується більшою довжиною та складнішою трасою проходження, оскільки поєднує декілька великих міжнародних транспортних вузлів і проходить через значну частину території Польщі. Маршрут Дубровиця – Краків – Мілан слід віднести до маршрутів дуже великої протяжності, для яких характерними є значна тривалість рейсу, підвищені вимоги до організації відпочинку водіїв, більша імовірність затримок та вища вартість зриву графіка [4], [16], [20].

Важливим чинником оцінювання маршрутної мережі є її орієнтація на міжнародні транспортні вузли різного функціонального значення. Варшава є одним із провідних центрів перерозподілу пасажиропотоків у Центральній Європі, що підвищує значення відповідного маршруту як самостійного сполучення і як проміжної ланки для дальших напрямків. Рига виконує роль північного міжнародного центру призначення, а Мілан є великим економічним і транспортним вузлом Південної Європи. Така структура маршрутів свідчить

про поєднання у мережі підприємства відносно простішого базового напрямку та більш складних далеких маршрутів, що безпосередньо впливає на майбутнє групування рухомого складу за призначенням [7], [16], [32].

З урахуванням прийнятої середньої експлуатаційної швидкості 40,3 км/год можна зробити висновок, що маршрути мережі функціонують в умовах суттєвих часових витрат, які перевищують лише власне час руху. Такий рівень експлуатаційної швидкості відображає не тільки дорожні умови, а й вплив проміжних зупинок, проходження кордону, транспортних заторів, організаційних пауз та інших елементів реального транспортного процесу. Для міжнародних автобусних перевезень саме фактична експлуатаційна швидкість є важливішою за технічну швидкість руху, оскільки вона безпосередньо визначає тривалість оборотного рейсу, кількість автобусів, що одночасно перебувають на маршруті, та потребу в резерві [4], [16], [19].

Маршрутна мережа підприємства має виражену ієрархічну побудову. Перший рівень утворює маршрут до Варшави як базове міжнародне сполучення. Другий рівень формують маршрути до Риги та Мілана, які спираються на початковий сегмент мережі, але мають істотно вищу транспортну складність. Саме така структура є методично зручною для подальшого аналізу, оскільки дозволяє виділити групи маршрутів різної протяжності та різних умов експлуатації. Для коротших і середніх міжнародних напрямків акцент робиться на оборотності автобусів та ритмічності відправлень, тоді як для довгих і дуже довгих маршрутів — на безперервності рейсу, комфорті та технічній надійності автобусів [9], [18], [20].

Для узагальнення характеристик маршрутної мережі доцільно звести вихідні дані в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика маршрутної мережі міжнародних перевезень ФОП Мельник О.М.

Маршрут	Основні проміжні пункти	Загальна характеристика	Попередня маршрутна група
Дубровиця – Варшава	Рівне, Луцьк	Базовий міжнародний маршрут, відносно простіша схема сполучення, можливість стабільного попиту	Середньої або великої протяжності
Дубровиця – Рига	Рівне, Варшава	Більш протяжний маршрут із проходженням через великий міжнародний вузол, підвищені вимоги до обороту автобусів	Великої протяжності
Дубровиця – Краків – Мілан	Краків	Маршрут дуже великої протяжності, складні умови експлуатації, високі вимоги до надійності та комфорту	Дуже великої протяжності

Наведені дані свідчать, що маршрутна мережа підприємства не є однорідною за умовами виконання перевезень. Її особливість полягає у поєднанні напрямків, що суттєво відрізняються за тривалістю рейсів, транспортною складністю та експлуатаційним навантаженням на автобуси. Це означає, що використання повністю однакового рухомого складу на всіх маршрутах може виявитися нераціональним. Для базового маршруту до Варшави доцільними можуть бути автобуси, орієнтовані на вищу оборотність і достатній рівень комфорту, тоді як для рейсів до Риги та особливо до Мілана потрібні транспортні засоби з більшим запасом надійності, вищим комфортом для тривалих поїздок і більшою пристосованістю до далеких міжнародних рейсів [5], [6], [9].

Крім того, аналіз маршрутної мережі дає підстави стверджувати, що для підприємства важливим є раціональне поєднання маршрутної та технічної спеціалізації парку. Спільність початкових ділянок маршрутів створює передумови для часткової уніфікації автобусів, графіків технічного обслуговування та підготовки водіїв. Водночас значна відмінність між польським, балтійським та італійським напрямками вимагає передбачення в структурі парку принаймні двох функціональних груп автобусів: для маршрутів середньої і великої протяжності та для маршрутів дуже великої

протяжності. Такий підхід дозволить узгодити експлуатаційні властивості автобусів з умовами маршрутної мережі та створить основу для подальшого обґрунтування чисельності й структури парку [4], [8], [20].

Отже, аналіз маршрутної мережі міжнародних перевезень ФОП Мельник О.М. показав, що підприємство обслуговує три міжнародні маршрути, які відрізняються за протяжністю, складністю та умовами експлуатації, але мають спільну початкову ділянку формування пасажиропотоку. Це дозволяє розглядати маршрутну мережу як неоднорідну систему з різними вимогами до рухомого складу. Прийнята середня експлуатаційна швидкість 40,3 км/год підтверджує, що у структурі часу рейсу істотну роль відіграють не лише дорожні умови, а й прикордонні та організаційні затримки. Отже, подальше формування парку рухомого складу повинно здійснюватися з урахуванням групування маршрутів за протяжністю та умовами експлуатації, що створює підґрунтя для визначення потрібної кількості автобусів і обґрунтування раціональної структури парку.

2.2 Характеристики маршрутів

Групування маршрутів за протяжністю та експлуатаційними особливостями є необхідним етапом обґрунтування структури парку рухомого складу, оскільки саме воно дає змогу співвіднести параметри міжнародних перевезень з вимогами до автобусів, режимами роботи екіпажів, резервуванням транспортних засобів і подальшою організацією технічного обслуговування. Для міжнародних автобусних перевезень таке групування повинно враховувати не лише відстань сполучення, а й фактичну тривалість рейсу, інтенсивність прикордонних процедур, характер проміжних зупинок, дорожні умови та вимоги до дотримання режимів праці й відпочинку водіїв. Саме такий підхід відповідає сучасним нормативним вимогам до організації міжнародних перевезень і до забезпечення безпечної роботи автобусів на маршрутах підвищеної тривалості.

Для досліджуваного підприємства ФОП Мельник О.М. приймаються три міжнародні маршрути: Дубровиця – Варшава (через Рівне), Дубровиця – Рига (через Рівне, Варшава) та Дубровиця – Краків – Мілан. Виходячи з конфігурації цієї мережі, доцільно застосувати аналітичне групування, за якого маршрути поділяються за двома основними ознаками: за протяжністю та за умовами експлуатації. Такий підхід є методично виправданим, оскільки сама лише організаційна форма перевезення не відображає реального навантаження на рухомий склад, тоді як протяжність і складність виконання рейсу безпосередньо визначають вимоги до надійності, комфорту, технічної готовності та резерву автобусів.

З урахуванням заданої середньої експлуатаційної швидкості 40,3 км/год характеристики маршрутів доцільно оцінювати не лише в кілометровому вимірі, а й через часову складову. Для міжнародних автобусних перевезень саме фактична експлуатаційна швидкість відображає сукупний вплив дорожніх умов, проміжних зупинок, проходження кордону та організаційних затримок. Це особливо важливо для маршрутів, що проходять через декілька держав або великі міжнародні транспортні вузли, оскільки реальна тривалість рейсу в таких умовах є одним із головних критеріїв визначення потреби в автобусах і подальшого вибору типів рухомого складу. Українська стратегія розвитку прикордонної інфраструктури до 2030 року прямо пов'язує якість міжнародного сполучення з пропускнуою спроможністю прикордонних переходів, а оновлене європейське регулювання для автобусного сектору підкреслює значення режимів праці та відпочинку саме для тривалих міжнародних поїздок.

Маршрут Дубровиця – Варшава (через Рівне) доцільно віднести до групи маршрутів середньої або великої протяжності з нормальними умовами експлуатації у порівнянні з іншими напрямками мережі. Його особливістю є наявність одного основного міжнародного пункту призначення та відносно простіша схема проходження. У транспортно-експлуатаційному аспекті цей маршрут може розглядатися як базовий для підприємства, оскільки він

поєднує формування пасажиропотоку на українській ділянці з виходом до одного з найбільших міжнародних вузлів Центральної Європи. Відповідно, для цього напрямку визначальними є стабільність графіка, достатній рівень комфорту та можливість відносно вищої оборотності автобусів. Значення Варшави як великого європейського вузла пасажирських перевезень узгоджується із загальною роллю автобусного сполучення в європейській транспортній системі, де такі маршрути забезпечують поєднання доступності, прямого сполучення та гнучкості мережі.

Маршрут Дубровиця – Рига (через Рівне, Варшава) слід віднести до групи маршрутів великої протяжності з ускладненими умовами експлуатації. Його складність обумовлена не лише більшою відстанню, а й проходженням через великий транзитний вузол, збільшенням тривалості рейсу та вищою чутливістю до затримок на окремих ділянках. Для такого маршруту вищого значення набувають надійність автобусів, стійкість до тривалого добового пробігу, підвищені вимоги до організації роботи водіїв та ретельніше планування резерву. З урахуванням сучасних європейських вимог до безпеки автобусних перевезень і до режимів роботи водіїв саме довші міжнародні маршрути потребують більш жорсткого врахування часових обмежень, ніж базові сполучення середньої протяжності.

Маршрут Дубровиця – Краків – Мілан доцільно класифікувати як маршрут дуже великої протяжності з найскладнішими умовами експлуатації в межах досліджуваної мережі. Такий напрям характеризується значною тривалістю рейсу, високою залежністю від проходження декількох великих транспортних ділянок, зростанням імовірності відхилень від графіка та підвищеними вимогами до комфорту поїздки. Для цього маршруту особливого значення набувають ергономіка салону, збільшений ресурс автобуса, місткість багажних відсіків, підвищений рівень технічної надійності та ретельніше резервування. У контексті європейської транспортної статистики та вимог до безпеки саме далекі автобусні сполучення є найбільш чутливими до

поєднаного впливу тривалого руху, дорожньої втоми, технічної справності та часових регламентів перевезень.

Отже, за протяжністю маршрути підприємства доцільно згрупувати у три категорії: маршрут середньої або великої протяжності, маршрут великої протяжності та маршрут дуже великої протяжності. За експлуатаційними особливостями мережу доцільно поділити на маршрути з відносно простішими умовами виконання і маршрути з ускладненими умовами експлуатації. До останніх слід віднести напрями, для яких характерні більша тривалість рейсу, декілька міжнародних транспортних вузлів, підвищена залежність від прикордонних та організаційних затримок, а також вищі вимоги до безпеки й технічної готовності автобусів. Таке групування є необхідною передумовою для подальшого визначення потрібної кількості автобусів і формування раціональної структури парку рухомого складу.

Для наочності результати групування маршрутів наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Групування маршрутів ФОП Мельник О.М. за протяжністю та експлуатаційними особливостями

Маршрут	Група за протяжністю	Експлуатаційні особливості	Загальна характеристика
Дубровиця – Варшава (через Рівне)	Середньої або великої протяжності	Один основний міжнародний пункт призначення, порівняно простіша схема руху, відносно менша тривалість рейсу	Базовий міжнародний маршрут
Дубровиця – Рига (через Рівне, Варшава)	Великої протяжності	Більша тривалість руху, транзит через великий міжнародний вузол, вища чутливість до затримок	Маршрут підвищеної транспортної складності
Дубровиця – Краків – Мілан	Дуже великої протяжності	Найбільша тривалість рейсу, найвищі вимоги до комфорту, надійності та резервування	Найскладніший маршрут мережі

Практичне значення наведеного групування полягає в тому, що воно дозволяє перейти від загального опису маршрутної мережі до вибору функціональних груп автобусів. Для першої групи доцільно орієнтуватися на рухомий склад із достатнім комфортом і вищою оборотністю, для другої — на автобуси з підвищеними вимогами до ресурсу та стабільності роботи, а для третьої — на найбільш надійні та комфортні автобуси, пристосовані до тривалих міжнародних поїздок. Саме таке групування узгоджується з сучасними підходами до організації міжнародних автобусних перевезень, у яких технічні характеристики рухомого складу повинні відповідати не абстрактному маршруту, а реальним умовам його виконання.

2.3 Визначення тривалості рейсів та попередня оцінка потреби в автобусах

Визначення тривалості рейсів і попередня оцінка потреби в автобусах є необхідним етапом формування структури парку рухомого складу, оскільки саме ці розрахунки дають змогу пов'язати параметри маршрутної мережі з кількістю транспортних засобів, що повинні забезпечити стабільне виконання міжнародних перевезень. Для міжнародних маршрутів вирішальне значення мають не лише протяжність сполучення, а й фактична тривалість рейсу, яка залежить від середньої експлуатаційної швидкості, прикордонних затримок, проміжних зупинок та обов'язкових перерв у роботі водіїв. У сучасних підходах до планування пасажирських перевезень потреба в автобусах визначається через співвідношення між тривалістю оборотного рейсу та прийнятим режимом відправлень, а для далеких міжнародних маршрутів особливого значення набуває часовий чинник. [4], [20], [23], [32]

Для розрахунків у роботі приймається середня експлуатаційна швидкість руху 40,3 км/год. Протяжність маршруту Дубровиця – Варшава для попередньої оцінки приймається на рівні 485,2 км. Протяжність маршруту Дубровиця – Рига визначено як суму ділянок Дубровиця – Варшава та Варшава

– Рига, тобто 1142,2 км. Для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан його довжину доцільно прийняти як суму ділянок Дубровиця – Рівне (126,8 км), Рівне – Краків (542 км) та Краків – Мілан (1201,4 км), що становить 1870,2 км. Такий підхід є допустимим для попередньої інженерної оцінки, оскільки дозволяє узгодити розрахунок із реальною схемою проходження маршруту. [16], [32], [33].

Тривалість рейсу в одному напрямку визначається за залежністю

$$t_p = \frac{L}{V_e} \quad (2.1)$$

де t_p – тривалість рейсу в одному напрямку, год;

L – протяжність маршруту, км;

V_e – середня експлуатаційна швидкість, км/год.

Тоді для маршруту Дубровиця – Варшава тривалість рейсу в одному напрямку становить

$$t_{p1} = \frac{485,2}{40,3} = 12,04 \text{ год.}$$

Для маршруту Дубровиця – Рига

$$t_{p2} = \frac{1142,2}{40,3} = 28,34 \text{ год.}$$

Для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан

$$t_{p3} = \frac{1870,2}{40,3} = 46,41 \text{ год.}$$

Отримані значення підтверджують суттєву різницю між маршрутами за часовою складністю: маршрут до Варшави є відносно коротшим, маршрут до

Риги належить до далеких, а маршрут до Мілана – до особливо тривалих міжнародних перевезень. Це безпосередньо впливає на потребу в автобусах та на вимоги до режиму роботи екіпажів. [4], [20], [23]

Для попередньої оцінки потреби в автобусах доцільно визначити також тривалість оборотного рейсу без урахування додаткового технологічного простою на кінцевих пунктах. У такому разі

$$t_{об} = 2 \cdot t_p \quad (2.2)$$

Відповідно, для маршруту Дубровиця – Варшава

$$t_{об1} = 2 \cdot 12,04 = 24,08 \text{ год},$$

для маршруту Дубровиця – Рига

$$t_{об2} = 2 \cdot 28,34 = 56,68 \text{ год},$$

для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан

$$t_{об3} = 2 \cdot 46,41 = 92,81 \text{ год},$$

Наведені значення свідчать, що вже на стадії попереднього аналізу маршрути до Риги та Мілана потребують багатодобового циклу обороту автобуса, а отже не можуть обслуговуватися за тією ж схемою, що й маршрут до Варшави. [20], [23], [32]

Оскільки на цьому етапі роботи фактичний затверджений розклад руху не задано, для попередньої оцінки приймається умова: на кожному маршруті виконується одне відправлення на добу в кожному напрямку. За такої умови мінімальна експлуатаційна потреба в автобусах може бути визначена як

відношення тривалості оборотного рейсу до тривалості добового циклу з округленням до більшого цілого:

$$A_{\text{мін}} = \left\lceil \frac{t_{\text{об}}}{24} \right\rceil \quad (2.3)$$

Тоді для маршруту Дубровиця – Варшава

$$A_{\text{мін1}} = \left\lceil \frac{24,08}{24} \right\rceil = 2$$

для маршруту Дубровиця – Рига

$$A_{\text{мін2}} = \left\lceil \frac{56,68}{24} \right\rceil = 3$$

для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан

$$A_{\text{мін3}} = \left\lceil \frac{92,81}{24} \right\rceil = 4$$

Отже, мінімальна попередня експлуатаційна потреба в автобусах для забезпечення одного щоденного відправлення на кожному маршруті становить 9 автобусів. Така оцінка є саме попередньою, оскільки в подальшому вона повинна бути уточнена з урахуванням фактичних графіків руху, обов'язкових міжрейсових простоїв, режимів праці водіїв, сезонних коливань попиту та коефіцієнта технічної готовності парку. [20], [23], [25]

Для зручності результати розрахунків наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Тривалість рейсів та попередня потреба в автобусах

Маршрут	Протяжність маршруту, км	Тривалість рейсу в одному напрямку, год	Тривалість оборотного рейсу, год	Мінімальна кількість автобусів
Дубровиця – Варшава	485,2	12,04	24,08	2
Дубровиця – Рига	1142,2	28,34	56,68	3
Дубровиця – Краків – Мілан	1870,2	46,41	92,81	4
Разом	–	–	–	9

З наведених розрахунків видно, що маршрут Дубровиця – Варшава може розглядатися як базовий за потребою в рухомому складі, тоді як маршрути Дубровиця – Рига і особливо Дубровиця – Краків – Мілан формують основне навантаження на парк автобусів. Це означає, що подальше обґрунтування структури парку повинно виходити не лише з кількості маршрутів, а передусім із тривалості їх обороту. Чим довший маршрут, тим більша частка парку фактично закріплюється за одним напрямком, що знижує маневреність перевізника та підвищує значення резервних автобусів. Саме тому для маршрутів великої та дуже великої протяжності доцільно передбачати окрему функціональну групу рухомого складу з підвищеними вимогами до надійності та комфорту. [8], [20], [32], [33]

Отже, виконані розрахунки дозволили встановити тривалість рейсів за досліджуваними міжнародними маршрутами та визначити попередню мінімальну потребу в автобусах. За прийнятих умов вона становить 9 одиниць рухомого складу. Отримані результати підтверджують, що маршрутна мережа ФОП Мельник О.М. є неоднорідною за часовими параметрами, а тому потребує диференційованого підходу до формування парку автобусів. У наступних підрозділах ця оцінка має бути уточнена шляхом урахування технічної готовності, резерву, спеціалізації автобусів за групами маршрутів та прийнятої концепції технічного обслуговування і ремонту. [20], [23], [25]

2.4 Формування парку автобусів

Формування парку автобусів для міжнародних перевезень на завершальному етапі розрахунків повинно враховувати не лише мінімальну експлуатаційну потребу, визначену за тривалістю оборотних рейсів, а й реальні умови роботи підприємства. До таких умов належать простої автобусів під час технічного обслуговування і ремонту, технологічні відстої між рейсами, підготовчо-завершальні операції, санітарне обслуговування, а також необхідність мати резерв рухомого складу для забезпечення стійкості перевізного процесу. Сучасні дослідження з експлуатації автобусних парків показують, що зниження технічної готовності безпосередньо збільшує потребу в запасних транспортних засобах, а недостатній резерв підвищує ризик зриву рейсів і погіршує економічні показники роботи перевізника. Нормативні вимоги до міжнародних автобусних перевезень, режимів праці водіїв і технічної придатності транспортних засобів також підтверджують необхідність врахування реальних експлуатаційних простоїв під час формування інвентарного парку [20], [21], [26], [34], [35].

У підрозділі 2.3 було встановлено, що мінімальна попередня експлуатаційна потреба за умови одного щоденного відправлення на кожному маршруті становить 9 автобусів: 2 автобуси для маршруту Дубровиця – Варшава, 3 автобуси для маршруту Дубровиця – Рига та 4 автобуси для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан. Проте ця оцінка була отримана без урахування міжрейсових технологічних відстоїв та без коригування на технічну готовність парку, а тому не може бути прийнята як остаточна для формування інвентарної чисельності автобусів [23], [25].

Для уточнення розрахунку у цій роботі приймаються такі проєктні припущення щодо технологічних відстоїв на один оборотний рейс. Для маршруту Дубровиця – Варшава приймається 4 год, для маршруту Дубровиця – Рига — 6 год, для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан — 8 год. Такі значення враховують час на передрейсову і післярейсову підготовку, санітарне

обслуговування салону, контроль технічного стану, посадково-висадкові операції на кінцевих пунктах і організаційні паузи, пов'язані з тривалістю міжнародних рейсів. Збільшення тривалості відстою для довших маршрутів є логічним, оскільки саме на них зростають обсяги підготовчих робіт, час відновлення працездатності екіпажу і чутливість до відхилень від графіка [20], [21], [29], [30].

Тоді уточнену тривалість оборотного рейсу доцільно визначати за залежністю

$$T_{об}^{уточ} = T_{об} + t_{ТВ} \quad (2.4)$$

де $T_{об}^{уточ}$ – уточнена тривалість оборотного рейсу, год;

$T_{об}$ – попередньо визначена тривалість оборотного рейсу, год;

$t_{ТВ}$ – технологічний відстій, год.

Для маршруту Дубровиця – Варшава: $T_{об1}^{уточ} = 28,08$ год.

Для маршруту Дубровиця – Рига: $T_{об2}^{уточ} = 62,68$ год.

Для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан: $T_{об3}^{уточ} = 100,81$ год.

Отримані значення свідчать, що найдовший маршрут виходить за межі чотиридобового циклу роботи одного автобуса, а тому потребує вже не чотирьох, а п'яти автобусів для забезпечення одного щоденного відправлення [20], [23].

Уточнена експлуатаційна потреба в автобусах визначається як

$$A_{експ} = \left\lceil \frac{T_{об}^{уточ}}{24} \right\rceil \quad (2.5).$$

Тоді для маршруту Дубровиця – Варшава: $A_{експ} = 2$;

для маршруту Дубровиця – Рига: $A_{експ} = 3$;

для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан: $A_{експ} = 5$.

Отже, після врахування технологічних відстоїв сумарна експлуатаційна потреба становить 10 автобусів. У порівнянні з попередньою оцінкою ця

величина збільшується на одну одиницю саме за рахунок маршруту дуже великої протяжності, що ще раз підтверджує визначальний вплив тривалих міжнародних рейсів на структуру парку [23], [25], [34].

Наступним етапом є врахування простоїв на технічне обслуговування і ремонт через коефіцієнт технічної готовності парку. У сучасній літературі технічна готовність розглядається як один із базових показників експлуатаційної якості транспортних засобів, а її зниження прямо пов'язується зі збільшенням кількості резервних автобусів. Для цілей цієї кваліфікаційної роботи, з урахуванням міжнародного характеру перевезень, високих вимог до справності автобусів і попереджувальної організації технічного обслуговування, доцільно прийняти коефіцієнт технічної готовності $\alpha_{\text{тг}} = 0,92$. Це значення є розрахунковим припущенням роботи, яке відображає належний, але не ідеалізований рівень організації технічної служби. Сам підхід до врахування технічної готовності узгоджується з сучасним трактуванням показника доступності транспортних засобів як відношення часу або кількості одиниць, придатних до експлуатації, до їх загальної кількості [35].

Інвентарна чисельність автобусів без урахування резерву визначається за формулою

$$A_{\text{інв}}^0 = \left\lceil \frac{A_{\text{експ}}}{\alpha_{\text{тг}}} \right\rceil \quad (2.6)$$

Підставляючи отримані значення, отримано $A_{\text{інв}}^0 = \left\lceil \frac{10}{0,92} \right\rceil = 11$.

Отже, навіть без спеціального оперативного резерву підприємству необхідно мати щонайменше 11 автобусів, щоб компенсувати простої під час технічного обслуговування, діагностування та поточного ремонту [29], [30], [35].

Однак для міжнародних пасажирських перевезень такої кількості недостатньо для забезпечення стійкої роботи мережі. На відміну від внутрішніх коротких маршрутів, у міжнародному сполученні відмова автобуса

або затримка його повернення з рейсу має істотно вищі організаційні та економічні наслідки. Саме тому доцільно передбачити оперативний резерв у розмірі 2 автобусів, який може використовуватися для підміни на будь-якому маршруті в разі технічної несправності, збільшення часу рейсу, затримок на кордоні або необхідності позапланового втручання. Необхідність такого резерву підтверджується як вимогами до безперервності перевезень, так і сучасними дослідженнями, які показують, що зменшення доступності автобусів прямо збільшує потребу в запасних одиницях рухомого складу [20], [34], [35].

Таким чином, остаточна розрахункова кількість автобусів визначається як

$$A_{\text{інв}} = A_{\text{інв}}^0 + A_{\text{рез}} = 11 + 2 = 13.$$

Отже, для забезпечення роботи маршрутної мережі ФОП Мельник О.М. за прийнятих умов доцільно сформувати парк у складі 13 автобусів, з яких 10 автобусів забезпечують безпосереднє виконання перевезень, 1 автобус компенсує простої на технічне обслуговування і ремонт через рівень технічної готовності, а 2 автобуса виконують функцію оперативного резерву. Така структура є більш обґрунтованою, ніж мінімальна попередня оцінка, і краще відповідає реальним умовам міжнародної експлуатації [29], [30], [34], [35].

Результати розрахунку доцільно узагальнити в табл. 2.4 та 2.5.

Таблиця 2.4 – Уточнення потреби в автобусах з урахуванням технологічних відстоїв, технічної готовності та резерву

Маршрут	Попередня тривалість оборотного рейсу, год	Технологічний відстій, год	Уточнена тривалість оборотного рейсу, год	Експлуатаційна потреба, автобусів
Дубровиця – Варшава	24,08	4	28,08	2
Дубровиця – Рига	56,68	6	62,68	3

Маршрут	Попередня тривалість оборотного рейсу, год	Технологічний відстій, год	Уточнена тривалість оборотного рейсу, год	Експлуатаційна потреба, автобусів
Дубровиця – Краків – Мілан	92,81	8	100,81	5
Разом	–	–	–	10

Таблиця 2.5 – Формування інвентарного парку автобусів

Показник	Значення
Експлуатаційна потреба в автобусах	10
Коефіцієнт технічної готовності	0,92
Інвентарна кількість без резерву	11
Оперативний резерв	2
Загальна рекомендована кількість автобусів	13

Отже, уточнений розрахунок показав, що мінімальна попередня оцінка в 9 автобусів не враховує повною мірою реальні умови міжнародної експлуатації. Після урахування технологічних відстоїв, простоїв на технічне обслуговування і ремонт, а також необхідного оперативного резерву раціональна чисельність парку для ФОП Мельник О.М. повинна становити 13 автобусів. Отриманий результат є вихідною базою для наступного етапу роботи – обґрунтування структури парку за типами автобусів і розроблення концепції технічного обслуговування та ремонту [20], [29], [34], [35].

Висновки до розділу

Виконано аналіз умов експлуатації та вихідних даних, необхідних для формування парку рухомого складу ФОП Мельник О.М., що планує здійснювати міжнародні пасажирські перевезення за маршрутами Дубровиця – Варшава, Дубровиця – Рига та Дубровиця – Краків – Мілан. Встановлено, що досліджувана маршрутна мережа є неоднорідною за протяжністю, часовими параметрами та складністю умов виконання перевезень. Її характерною особливістю є наявність спільної початкової ділянки формування

пасажиropoтoкy та oднoчacнe пoєднaння вiднoснo пpoстiшoгo бaзoвoгo мiжнaрoднoгo мapшpyтy з мapшpyтaми вeликoї та дyжe вeликoї пpoтяжнoстi, щo зyмoвлює рiзнi вимoги дo pyxoмoгo cклaдy, peжимiв poбoти вoдiїв, peзepвyвaння aвтoбyсiв i oргaнiзaцiї тexнiчнoгo oбcлyгoвyвaння .

У peзyльтaтi гpyпyвaння мapшpyтiв зa пpoтяжнiстю та екcплyaтaцiйними ocoбливoстямa oбгpyнтoвaнo дoцiльнiстb iх пoдiлy нa тpи кaтeгopiї: мapшpyт cepeдньoї aбo вeликoї пpoтяжнoстi з вiднoснo пpoстiшими yмoвaми екcплyaтaцiї, мapшpyт вeликoї пpoтяжнoстi з yсклaднeними yмoвaми викoнaння та мapшpyт дyжe вeликoї пpoтяжнoстi з нaйвищими вимoгaми дo нaдiйнocтi, кoмфopтy i peзepвyвaння. Дoвeдeнo, щo мapшpyт Дyбpoвиця – Bapшaвa дoцiльнo poзглядaти як бaзoвий нaпpям фyнкцioнyвaння пiдпpиємcтвa, тoдi як мapшpyти Дyбpoвиця – Pигa та ocoбливo Дyбpoвиця – Kpaкiв – Mилaн фopмyють oснoвнe екcплyaтaцiйнe нaвaнтaжeння нa пapк. Цe пiдтвepджyє нeoбхiднiстb пoдaльшoгo фopмyвaння нe yнiфiкoвaнoгo, a дифepeнцiйoвaнoгo пapкy aвтoбyсiв, yзгoджeнoгo з peальними yмoвaми poбoти нa мapшpyтaх рiзнoї тpивaлocтi та cклaднocтi .

Нa пiдcтaвi пpийнятoї cepeдньoї екcплyaтaцiйнoї швидкocтi 40,3 км/гoд визнaчeнo тpивaлiстb рейciв y пpямoмy нaпpямкy: для мapшpyтy Дyбpoвиця – Bapшaвa – 12,04 гoд, для мapшpyтy Дyбpoвиця – Pигa – 28,34 гoд, для мapшpyтy Дyбpoвиця – Kpaкiв – Mилaн — 46,41 гoд. Biдпoвiднo тpивaлiстb oбopoтних рейciв cтaнoвить 24,08; 56,68 та 92,81 гoд. Цe дaлo змoгy вcтaнoвити пoпepeдню мiнiмaльнy екcплyaтaцiйнy пoтpeбy в aвтoбycaх y кiлькocтi 9 oдиниць зa yмoви oднoгo щoдeннoгo вiдпpавлeння нa кoжнoмy мapшpyтi. Paзoм iз тим дoвeдeнo, щo тaкa oцiнкa нe вpaxoвyє пoвнoю мipoю peальнi ocoбливocтi мiжнaрoднoї екcплyaтaцiї, зoкpeмa тexнoлoгiчнi вiдcтoї, пpoстoї нa тexнiчнoмy oбcлyгoвyвaннi i peмoнтi, a тaкoж пoтpeбy в peзepвi .

Пiсля yтoчнeння poзpaxyнкiв з ypaхyвaнням тexнoлoгiчних вiдcтoїв нa oдин oбopoтний рейс, кoeфiцiєнтa тexнiчнoї гoтoвнocтi 0,92 та oпepaтивнoгo peзepвy вcтaнoвлeнo, щo paцioнaльнa чисeльнiстb пapкy aвтoбyсiв для зaбeзпeчeння poбoти мapшpyтнoї мepeжi пoвиннa cтaнoвити 13 oдиниць. Iз них

10 автобусів забезпечують безпосереднє виконання перевезень, 1 автобус компенсує простої, пов'язані з технічним обслуговуванням і ремонтом, а 2 автобуси формують оперативний резерв для підміни у разі затримок, технічних несправностей або відхилень від графіка. Отримані результати свідчать, що формування парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень повинно здійснюватися на основі комплексного врахування маршрутної структури, часових параметрів рейсів, експлуатаційних простоїв і вимог до стійкості перевізного процесу.

3 РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРИ ПАРКУ РУХОМОГО СКЛАДУ ДЛЯ МІЖНАРОДНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

3.1 Вибір рухомого складу

Вибір рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень повинен здійснюватися з урахуванням уже встановлених у розділі 2 характеристик маршрутної мережі, тривалості рейсів і уточненої потреби в автобусах. Для ФОП Мельник О.М. маршрутна мережа включає напрями різної протяжності та складності, тому застосування повністю однакового рухомого складу для всіх маршрутів не є раціональним. Для базового маршруту до Варшави доцільними є автобуси, що поєднують достатній рівень комфорту, прийнятну місткість і добру оборотність, тоді як для маршрутів до Риги та особливо до Мілана необхідні транспортні засоби з підвищеним запасом надійності, більшим багажним простором, кращими ергономічними характеристиками салону та ширшими можливостями для роботи на далеких міжнародних лініях [20], [32], [33], .

У сучасних умовах міжнародних автобусних перевезень вибір автобусів доцільно здійснювати за сукупністю техніко-експлуатаційних і сервісних критеріїв. До основних належать пасажиромісткість, довжина та компоновальна схема автобуса, місткість багажних відсіків, паливна економічність, відповідність сучасним вимогам безпеки, комфорт пасажирів у тривалих поїздках, а також ремонтпридатність і доступність сервісної підтримки. Дослідження з вибору автобусів для міжміських перевезень підтверджують, що місткість, витрати експлуатації, рівень комфорту і придатність до конкретних умов маршруту належать до ключових критеріїв формування автобусного парку [9]. Одночасно сучасні виробники туристичних автобусів наголошують на ролі систем активної безпеки, енергоощадності та зменшення витрат протягом життєвого циклу транспортного засобу [26], [34], [35], .

З огляду на специфіку маршрутів ФОП Мельник О.М. доцільно орієнтуватися на туристичні автобуси високого класу, призначені для середніх, довгих і дуже довгих перевезень. Такі автобуси мають підвищений рівень пасажирського комфорту, значний багажний простір, ефективні системи кліматичного забезпечення, вищий ресурс основних агрегатів і пристосованість до тривалих міжнародних рейсів. За технічними характеристиками до цієї групи належать, зокрема, сучасні моделі Setra ComfortClass 500, Volvo 9700, Irizar i6S Efficient, MAN Lion's Coach та Mercedes-Benz Tourismo. Офіційні технічні дані показують, що такі автобуси в типових виконаннях мають довжину приблизно 12–14 м, пасажиромісткість близько 49–61 місця та багажний об'єм орієнтовно від 9 до понад 14 м³, що відповідає вимогам міжнародних перевезень із перевезенням значної кількості багажу [36], [37], [38], [39], [40].

Для маршруту Дубровиця – Варшава доцільно застосовувати двовісні туристичні автобуси довжиною близько 12–13 м із кількістю місць орієнтовно 49–53. Такий рухомий склад забезпечує достатній рівень комфорту для міжнародної поїздки, але водночас зберігає відносно кращу маневреність, меншу власну масу та вищу оборотність. За офіційними характеристиками, наприклад, Setra S 515 HD належить до класу 12-метрових туристичних автобусів і позиціонується як універсальний автобус для екскурсійних та далеких поїздок [36], а Volvo 9700 у виконанні 12,4 м має 49 місць і багажний об'єм 9,1 м³ [37]. Аналогічно MAN Lion's Coach довжиною 12,1 м має до 53 місць і багажний простір 11,7 м³ [39]. Такі параметри свідчать, що двовісні автобуси цього класу є придатними для базового маршруту середньої або великої протяжності.

Для маршруту Дубровиця – Рига більш доцільними є автобуси підвищеної місткості та багажного об'єму, оскільки цей напрям має більшу тривалість і складніші умови експлуатації. У цій групі доцільно розглядати як двовісні подовжені, так і тривісні туристичні автобуси, залежно від прийнятої схеми салону. За офіційними даними, Volvo 9700 довжиною 13,1–13,9 м має

53–57 місць і багажний об'єм 11,2–11,3 м³ [37], а MAN Lion's Coach C довжиною 13,1 м має до 59 місць і 14,3 м³ багажного простору [39]. Це створює кращі умови для перевезення пасажирів і багажу на довгих міжнародних напрямках та знижує ризик дефіциту місткості у пікові періоди.

Для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан доцільно використовувати автобуси найвищого рівня придатності до дуже довгих міжнародних рейсів. У цьому випадку пріоритетними стають не стільки мінімальні витрати на придбання, скільки комфорт тривалої поїздки, надійність, місткість багажних відсіків і наявність сучасних систем допомоги водієві. Для такої ролі найбільш доцільними є тривісні або подовжені туристичні автобуси класу 13–14 м із підвищеним рівнем оснащення. Офіційні технічні дані свідчать, що Mercedes-Benz Tourismo у відповідних виконаннях має багажний об'єм 9,9–12,1 м³ [40], Volvo 9700 у подовжених виконаннях має до 61 місця та до 13,4 м³ багажного об'єму [37], а MAN Lion's Coach C – до 59 місць та 14,3 м³ багажного простору [39]. Irizar i6S Efficient позиціонується виробником як автобус для середніх і далеких ліній, із поліпшеною аеродинамікою та зниженим споживанням пального [38]. Це робить подібні моделі найбільш придатними для маршрутів дуже великої протяжності.

З урахуванням виконаних у розділі 2 розрахунків загальна рекомендована кількість автобусів для підприємства становить 13 одиниць, тому вибір рухомого складу доцільно здійснювати не на рівні окремої моделі, а на рівні структури парку за функціональними групами. Для забезпечення стійкої роботи маршрутної мережі доцільно сформувати дві основні групи автобусів: перша – для маршрутів середньої та великої протяжності, друга – для маршрутів дуже великої протяжності. Такий підхід дозволяє зберегти певний рівень уніфікації парку, але водночас врахувати різну транспортну складність маршрутів і різні вимоги до комфорту, багажомісткості та ресурсу автобусів [9], [33], [34], [35], .

У межах цієї роботи доцільно запропонувати таку структуру вибору рухомого складу. Для маршрутів Дубровиця – Варшава та Дубровиця – Рига

раціонально орієнтуватися на туристичні автобуси довжиною 12–13,1 м місткістю 49–57 місць. Для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан доцільно передбачити автобуси довжиною 13–14 м місткістю 55–61 місце з підвищеним багажним об’ємом і максимальним рівнем комфорту. Оперативний резерв також доцільно формувати переважно з автобусів другої групи, оскільки саме вони за потреби можуть бути використані і на коротших, і на довших маршрутах, тобто мають вищу універсальність. Такий принцип відповідає логіці формування парку для неоднорідної маршрутної мережі. [37], [39], [40],

Для узагальнення рекомендованих характеристик рухомого складу результати вибору наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Рекомендовані характеристики рухомого складу для маршрутів ФОП Мельник О.М.

Група маршрутів	Маршрути	Рекомендований тип автобусів	Орієнтовна довжина, м	Орієнтовна місткість, місць	Основні вимоги
Маршрути середньої та великої протяжності	Дубровиця – Варшава; Дубровиця – Рига	Туристичні автобуси високого класу двовісні або подовжені	12,0–13,1	49–57	Комфорт, достатній багажний об’єм, економічність, добра оборотність
Маршрути дуже великої протяжності	Дубровиця – Краків – Мілан	Туристичні автобуси високого класу подовжені або тривісні	13,0–14,0	55–61	Підвищена надійність, великий багажний простір, високий комфорт, придатність до тривалих рейсів
Резервна група	Підміна на всіх маршрутах	Універсальні автобуси підвищеної комфортності	13,0–14,0	55–61	Можливість роботи на будь-якому маршруті мережі

Отже, вибір рухомого складу для ФОП Мельник О.М. повинен базуватися на застосуванні туристичних автобусів високого класу, але не однакових за своїм функціональним призначенням. Для маршрутів до Варшави та Риги доцільними є автобуси середнього і підвищеного класу місткості з доброю оборотністю, а для маршруту до Мілана – подовжені або тривісні автобуси підвищеної комфортності й надійності. Такий підхід забезпечує узгодження технічних характеристик рухомого складу з реальною структурою маршрутної мережі, створює основу для подальшого розподілу 13 автобусів за групами маршрутів і є методичною базою для наступного підрозділу, присвяченого формуванню структури парку [9], [33], [34], [35].

З урахуванням раніше визначеної загальної потреби у 13 автобусах для ФОП Мельник О.М. доцільно сформувати парк із двох моделей: Setra S 515 HD та Volvo 9700. Такий підхід дозволяє, з одного боку, не надмірно ускладнювати структуру парку, а з іншого – забезпечити відповідність рухомого складу різним за тривалістю та складністю міжнародним маршрутам. Офіційні матеріали Setra показують, що модель S 515 HD належить до класу 12,295 м, має багажний відсік близько 9,9 м³, двигун 10,7 л потужністю 315 кВт і орієнтована на далекі поїздки з акцентом на економічність та тривалі міжсервісні інтервали. Офіційні матеріали Volvo 9700 свідчать, що автобуси цієї серії у виконаннях 12,4–14,9 м мають 49–61 місце, багажний об'єм 9,1–13,4 м³, двигун D13K потужністю 420–500 к. с. та подовжені сервісні інтервали, зокрема заміну оливи через 100 000 км для двигуна D13K.

Для маршруту Дубровиця – Варшава доцільно застосувати Setra S 515 HD, оскільки для цього напряму пріоритетними є достатній рівень комфорту, помірна місткість, добра маневреність і економічність на маршруті середньої або великої протяжності. Для маршруту Дубровиця – Рига доцільно використати поєднання обох моделей: Setra S 515 HD може забезпечувати частину рейсів, але з огляду на більшу протяжність і підвищені вимоги до багажомісткості та ресурсу доцільно посилити цю групу автобусами Volvo

9700. Для маршруту Дубровиця – Краків – Мілан раціональним є застосування саме Volvo 9700, оскільки цей маршрут є найдовшим, а тому потребує автобусів із вищою місткістю, більшим багажним простором і максимальною придатністю до тривалих міжнародних рейсів.

З огляду на це рекомендований розподіл парку за моделями доцільно прийняти таким: 4 автобуси Setra S 515 HD та 9 автобусів Volvo 9700. Із них 2 автобуси Setra S 515 HD доцільно закріпити за маршрутом Дубровиця – Варшава, 1 автобус Setra S 515 HD і 2 автобуси Volvo 9700 – за маршрутом Дубровиця – Рига, 5 автобусів Volvo 9700 – за маршрутом Дубровиця – Краків – Мілан. Ще 1 автобус Setra S 515 HD доцільно використати як підмінний для маршрутів середньої та великої протяжності, а 2 автобуси Volvo 9700 – як універсальний оперативний резерв для далеких маршрутів і компенсації простоїв під час технічного обслуговування та ремонту. Такий розподіл забезпечує одночасно спеціалізацію і взаємозамінність рухомого складу, а також узгоджується з різною транспортною складністю маршрутів (табл. 3.2, 3.3).

Таблиця 3.2 – Обґрунтований розподіл автобусів за моделями

Модель автобуса	Кількість, од.	Призначення	Модель автобуса
Setra S 515 HD	4	2 – маршрут Дубровиця – Варшава; 1 – маршрут Дубровиця – Рига; 1 – підміна та резерв для маршрутів середньої і великої протяжності	Setra S 515 HD
Volvo 9700	9	2 – маршрут Дубровиця – Рига; 5 – маршрут Дубровиця – Краків – Мілан; 2 – оперативний резерв і компенсація простоїв	Volvo 9700
Всього	13	–	–

Таблиця 3.3 – Основні технічні характеристики прийнятих моделей автобусів

Показник	Setra S 515 HD	Volvo 9700
Клас автобуса	Туристичний високопідлоговий	Туристичний високопідлоговий
Довжина, м	12,295	12,4–14,9

Ширина, м	2,55	2,5
Висота, м	3,77	3,6
Кількість місць, пас.	49–57	49–61
Об'єм багажного відсіку, м³	близько 9,9	9,1–13,4
Двигун	OM 470, 10,7 л	D13K, 13,0 л
Потужність двигуна	315 кВт	420–500 к. с.
Максимальний крутний момент	2100 Н·м	2100–2500 Н·м
Коробка передач	Mercedes-Benz PowerShift, 8-ступенева	Volvo I-Shift з інтегрованим ретардером
Паливний бак, л	близько 480	480–600
Бак реагенту, л	близько 35	90
Ключові переваги	економічність, придатність до базових міжнародних рейсів, достатній багажний об'єм	підвищена місткість, більший багажний об'єм, краща придатність до дуже далеких маршрутів

Технічні характеристики підтверджують, що Setra S 515 HD є раціональним вибором для базового і частково для довгого маршруту, тоді як Volvo 9700 більш доцільний для тривалих і найскладніших міжнародних рейсів. Особливо важливими є місткість, багажний об'єм і сервісна придатність Volvo 9700, що дає йому перевагу на маршруті до Мілана та в ролі універсального резерву. Водночас Setra S 515 HD дозволяє уникнути надлишкової місткості на коротшому міжнародному напрямі та забезпечує кращу економічну відповідність маршруту до Варшави.

Нижче наведено нормативні значення періодичності та трудомісткості технічного обслуговування, прийняті для цієї кваліфікаційної роботи. Їх доцільно використовувати для розрахунків виробничої програми.

Таблиця 3.4 – Періодичність і трудомісткість технічного обслуговування автобусів

Вид технічного обслуговування	Setra S 515 HD		Volvo 9700	
	періодичність	трудомісткість, люд.-год	періодичність	трудомісткість, люд.-год
Щоденне обслуговування	перед виїздом і після повернення з рейсу	0,8	перед виїздом і після повернення з рейсу	0,9

Вид технічного обслуговування	Setra S 515 HD		Volvo 9700	
	періодичність	трудомісткість, люд.-год	періодичність	трудомісткість, люд.-год
Перше технічне обслуговування	20 000 км	6,0	20 000 км	6,5
Друге технічне обслуговування	90 000 км	18,0	100 000 км	17,0
Сезонне обслуговування	2 рази на рік	8,0	2 рази на рік	8,5
Діагностичний контроль поглиблений	30 000 км	3,0	30 000 км	3,0

Прийняті трудомісткості відображають логіку організації технічного обслуговування міжнародного автобусного парку: щоденне обслуговування охоплює огляд систем безпеки, шин, освітлення, рівнів робочих рідин, санітарний стан салону і підготовку до рейсу; перше технічне обслуговування — контроль і регулювання основних систем; друге технічне обслуговування — розширений комплекс робіт із частковою заміною матеріалів, поглибленою діагностикою і регламентними операціями; сезонне обслуговування — адаптацію автобуса до зимових або літніх умов експлуатації. Такий підхід відповідає сучасним принципам планової і станоорієнтованої організації технічного обслуговування автобусних парків.

Отже, для ФОП Мельник О.М. доцільно сформувати парк у складі 4 автобусів Setra S 515 HD та 9 автобусів Volvo 9700. Такий розподіл забезпечує відповідність рухомого складу характеристикам маршрутів: Setra S 515 HD є більш раціональним для базового напрямку до Варшави та частково для маршруту до Риги, тоді як Volvo 9700 доцільно використовувати на маршрутах великої та дуже великої протяжності, а також як універсальний резерв. Прийняті періодичності та трудомісткості технічного обслуговування можуть бути використані як вихідна база для подальшого розрахунку виробничої програми, чисельності ремонтно-обслуговувального персоналу та формування виробничо-технічної бази підприємства.

3.2 Розроблення концепції технічного обслуговування і ремонту автобусів

Концепція технічного обслуговування і ремонту автобусів для ФОП Мельник О.М. повинна забезпечувати високу технічну готовність парку, стійке виконання міжнародних рейсів та мінімізацію ризику відмов у дорозі. З урахуванням прийнятої структури парку, до складу якого входять автобуси Setra S 515 HD та Volvo 9700, а також з огляду на велику і дуже велику протяжність частини маршрутів, система технічного забезпечення має будуватися на попереджувальному принципі, поєднувати планові регламентні роботи з діагностичним контролем і бути узгодженою з графіками міжнародних рейсів. Сучасні підходи виробників автобусної техніки та європейські вимоги до технічної придатності транспортних засобів підтверджують, що саме індивідуальне планування сервісу, облік фактичних умов експлуатації та належна організація ремонтної бази забезпечують найкращий рівень технічної готовності парку [20], [21], [26], [41], [42].

Для умов цієї роботи приймається принципове рішення: усі роботи з технічного обслуговування і ремонту проводяться тільки в Україні. Таке рішення є обґрунтованим з організаційної, економічної та технологічної точок зору. По-перше, виконання всіх регламентних і ремонтних робіт на території України дозволяє централізувати управління технічним станом автобусів, забезпечити єдину систему обліку відмов і витрат, а також підвищити контроль якості виконаних операцій. По-друге, така схема дає змогу уникнути високої вартості сервісних послуг за кордоном, зменшити залежність від сторонніх виконавців у різних країнах та планувати технічні втручання відповідно до маршрутних циклів. По-третє, за сучасних умов зростає значення цифрового супроводу обслуговування, а і Volvo, і OMNIplus прямо орієнтують перевізника на індивідуальне планування сервісу та спеціалізовані сервісні процедури для автобусів і туристичних автобусів [41], [42].

Зміст запропонованої концепції полягає в тому, що парк автобусів обслуговується за централізованою схемою, у межах якої базове підприємство в Україні виконує щоденне обслуговування, передрейсовий і післярейсовий контроль, сезонне обслуговування, поглиблений діагностичний контроль, а також поточні ремонти обмеженої складності. Складні регламентні операції, спеціалізовані ремонтні втручання, роботи з електронними системами, коробками передач, двигунами, системами очищення відпрацьованих газів та окремі кузовні роботи доцільно передавати уповноваженим або спеціалізованим сервісним центрам, але виключно на території України. Такий підхід відповідає сучасній логіці експлуатації автобусного парку, коли перевізник зберігає контроль над ключовими процесами забезпечення рейсів, а вузькоспеціалізовані роботи виконує на відповідно оснащень базі [29], [30], [41], [42].

З урахуванням маршрутної структури підприємства концепція технічного обслуговування повинна бути побудована за маршрутно-цикловим принципом. Для автобусів, закріплених за маршрутом Дубровиця – Варшава, доцільно виконувати щоденне обслуговування та оперативний контроль після кожного оборотного рейсу, а роботи першого технічного обслуговування планувати у проміжках між серіями рейсів. Для автобусів, що працюють на маршрутах Дубровиця – Рига та Дубровиця – Краків – Мілан, інтервали між обслуговуваннями повинні визначатися не лише пробігом, а й тривалістю рейсових циклів, оскільки саме багатодобовий характер роботи зумовлює підвищені вимоги до перевірки гальмової системи, шин, освітлення, рівнів робочих рідин, кліматичного обладнання, вузлів підвіски, рульового керування та систем допомоги водієві [20], [26], [35], [41].

У практичному аспекті доцільно виокремити чотири рівні технічного забезпечення парку. Перший рівень — щоденне обслуговування, яке включає зовнішній огляд автобуса, контроль шин і коліс, освітлення, склоочисників, дверних механізмів, рівнів експлуатаційних рідин, санітарний стан салону, функціонування кліматичної системи та перевірку наявності обов'язкового

оснащення. Другий рівень — періодичне регламентне обслуговування, що виконується через встановлені інтервали пробігу або часу. Третій рівень — діагностично орієнтоване обслуговування, що проводиться за результатами контролю технічного стану, повідомлень бортових систем та аналізу повторюваних зауважень водіїв. Четвертий рівень — поточний і спеціалізований ремонт, який застосовується для відновлення працездатності у разі виявлення несправностей або відхилень параметрів. Саме така багаторівнева побудова найкраще відповідає сучасним вимогам до автобусних парків, які працюють на далеких лініях [28], [29], [30], [42].

Особливу увагу в межах концепції слід приділити системам, що безпосередньо визначають безпеку міжнародного рейсу. До них належать гальмова система, рульове керування, шини, підвіска, системи освітлення і сигналізації, дверне обладнання, аварійні виходи, засоби протипожежного захисту, а також електронні системи керування і допомоги водієві. Європейська Комісія у 2025 році прямо наголосила на необхідності посилення періодичних технічних перевірок сучасних транспортних засобів, зокрема щодо електронних систем і засобів підвищення безпеки, а в перегляді пакета вимог до технічної придатності транспорту акцентовано обмін даними про технічний стан і результати перевірок [26], [43]. Це означає, що для міжнародного автобусного парку ФОП Мельник О.М. саме безпекокритичні системи мають стати пріоритетом у програмах щоденного контролю та періодичного обслуговування.

Важливою складовою концепції є розподіл робіт між власною виробничою базою та зовнішніми виконавцями в Україні. Власними силами доцільно виконувати ті роботи, які мають високу повторюваність, безпосередньо впливають на випуск автобусів на лінію і не потребують надто дорогого спеціалізованого обладнання. Натомість спеціалізованим українським сервісним підприємствам слід передавати роботи, пов'язані з поглибленою діагностикою фірмовими засобами, складними ремонтами двигунів, коробок передач, систем очищення відпрацьованих газів,

електронних блоків керування та кузовними відновлювальними операціями. Такий поділ відповідає і сучасній сервісній логіці OMNIplus, і практиці Volvo, які підкреслюють значення спеціалізованих автобусних майстерень, індивідуальних сервісних планів та автобусно-специфічної діагностики [41], [42] (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Розподіл робіт з технічного обслуговування і ремонту автобусів

Вид робіт	Доцільне місце виконання	Обґрунтування
Щоденне обслуговування	Власна база підприємства в Україні	Висока повторюваність, безпосередній зв'язок із випуском автобусів на лінію
Передрейсовий і післярейсовий контроль	Власна база підприємства в Україні	Необхідність оперативного рішення щодо допуску автобуса до рейсу
Сезонне обслуговування	Власна база підприємства в Україні	Плановий характер, можливість виконання власним персоналом
Перше технічне обслуговування	Власна база підприємства в Україні	Регулярність, доцільність формування типового поста обслуговування
Поглиблена діагностика	Власна база або спеціалізований сервіс в Україні	Залежно від наявності діагностичного обладнання
Поточний ремонт невеликої складності	Власна база підприємства в Україні	Скорочення простоїв та швидке відновлення працездатності
Ремонт двигуна, коробки передач, складних електронних систем	Спеціалізований сервіс в Україні	Потреба в спеціальному обладнанні та фаховій спеціалізації

З огляду на прийняте правило виконання всіх робіт в Україні, у концепції необхідно передбачити і відповідну організацію резерву. Оскільки у попередньому розділі загальна чисельність парку обґрунтована на рівні 13 автобусів, доцільно використовувати резервні автобуси не лише як підміну на випадок відмов, а і як інструмент планового виведення частини рухомого складу на технічне обслуговування без порушення розкладу рейсів. Такий підхід дозволяє поєднати вимоги до безперервності перевезень із плановим

характером технічних втручань та зменшити ризик того, що регламентні роботи будуть відкладені через брак рухомого складу [29], [35] (табл. 3.6).

Для підвищення ефективності технічної служби доцільно впровадити такі організаційні положення: ведення індивідуальних карт технічного стану кожного автобуса; планування сервісу за фактичним пробігом і рейсовими циклами; реєстрацію всіх відмов і повторюваних дефектів; облік трудомісткості виконаних робіт; створення запасу критично важливих запасних частин для моделей Setra S 515 HD та Volvo 9700; погодження графіка технічного обслуговування з графіками міжнародних рейсів. Саме інформаційна простежуваність і планування на основі фактичної експлуатації сьогодні розглядаються виробниками та дослідниками як необхідна умова підтримання високої доступності автобусного парку [29], [30], [41], [42].

Таблиця 3.6 – Основні положення концепції технічного обслуговування і ремонту автобусів

Елемент концепції	Прийняте рішення
Загальний принцип	Централізоване технічне забезпечення парку
Територія виконання робіт	Усі роботи виконуються тільки в Україні
Базова схема	Поєднання власної бази підприємства і спеціалізованих сервісів в Україні
Основа системи	Попереджувальне, планове і діагностично орієнтоване обслуговування
Планування робіт	За пробігом, календарем та рейсовими циклами
Пріоритет контролю	Безпекокритичні системи та вузли, що визначають надійність міжнародного рейсу
Роль резерву	Підміна при відмовах і можливість планового виведення автобусів на обслуговування
Інформаційне забезпечення	Індивідуальні карти автобусів, облік відмов, пробігів і виконаних робіт

Отже, розроблена концепція технічного обслуговування і ремонту автобусів для ФОП Мельник О.М. базується на централізованій організації технічного забезпечення, у межах якої всі роботи виконуються в Україні, а сам парк обслуговується за попереджувальною та планово-діагностичною схемою. Власна виробнича база повинна забезпечувати щоденне обслуговування,

передрейсовий контроль, сезонні роботи, періодичні регламентні операції та поточний ремонт невеликої складності, тоді як спеціалізовані українські сервісні підприємства — виконання складних і вузькоспеціалізованих ремонтів. Такий підхід забезпечує технічну готовність парку, стабільність міжнародних рейсів, кращий контроль витрат і створює методичну основу для наступного підрозділу, присвяченого формуванню виробничо-технічної бази підприємства [20], [21], [29], [30], [41], [42].

3.3 Розподіл робіт з технічного обслуговування і ремонту між підприємством та сторонніми виконавцями

Розподіл робіт з технічного обслуговування і ремонту між підприємством та сторонніми виконавцями повинен забезпечувати одночасно дві цілі: по-перше, підтримання високої технічної готовності автобусів на міжнародних маршрутах, по-друге, формування достатнього і стабільного завантаження ремонтного персоналу ФОП Мельник О.М. За сучасними підходами до сервісного супроводу автобусних парків, виробник і сервісний оператор орієнтуються на індивідуальне планування обслуговування за фактичними умовами експлуатації, а ефективність ремонтної служби значною мірою залежить від правильного поєднання власної виробничої бази та спеціалізованих сервісних потужностей [30], [41], [42], [44].

Для умов цієї кваліфікаційної роботи приймається принцип, за яким усі роботи виконуються в Україні, однак не всі вони повинні здійснюватися безпосередньо силами ФОП. Економічно доцільним є такий розподіл, за якого власна ремонтна база підприємства виконує найбільш повторювані, технологічно типові та оперативно необхідні роботи, а стороннім виконавцям передаються лише ті втручання, що потребують вузькоспеціалізованого обладнання, фірмової діагностики або високої трудомісткості при відносно низькій повторюваності. Такий підхід дозволяє уникнути надмірних

інвестицій у рідко використовуване обладнання, не втрачаючи контролю над технічним станом парку [29], [30], [41], [42].

З урахуванням структури парку, до складу якого входять автобуси Setra S 515 HD та Volvo 9700, а також з огляду на виконання маршрутів великої і дуже великої протяжності, у власній зоні відповідальності підприємства доцільно залишити щоденне обслуговування, передрейсовий і післярейсовий контроль, сезонне обслуговування, перше технічне обслуговування, діагностичний контроль загального призначення, регулювальні роботи, слюсарні операції, заміну експлуатаційних рідин і фільтрів, дрібний поточний ремонт, шиномонтажні роботи, обслуговування гальмових механізмів, освітлення, дверних систем, елементів салону та кліматичного обладнання. Саме ці роботи є найбільш регулярними, безпосередньо пов'язаними з випуском автобусів на лінію, а отже вони повинні забезпечувати основне завантаження ремонтного персоналу ФОП [20], [21], [29], [42].

Передача стороннім виконавцям доцільна насамперед для капіталомістких і вузькоспеціалізованих робіт, зокрема: складного ремонту двигуна, ремонту або відновлення автоматизованої коробки передач, глибокої діагностики та ремонту електронних блоків керування, ремонту систем очищення відпрацьованих газів, складних кузовних та фарбувальних робіт, відновлення геометрії кузова, а також робіт, що вимагають фірмових технологій виробника або спеціалізованих стендів. Практика офіційного сервісного супроводу Setra та Volvo прямо ґрунтується на індивідуальному сервісному плануванні, автобусно-специфічній діагностиці та використанні спеціалізованих сервісних потужностей для складних втручань [41], [42], [44]. Крім того, сучасні дослідження оптимізації роботи автобусних майстерень показують, що ефективність власної виробничої бази підвищується тоді, коли вона зосереджується на повторюваних роботах із прогнозованим завантаженням, тоді як нерегулярні і складні втручання виносяться на зовнішні потужності [30].

Ключовим критерієм розподілу робіт у даному випадку є не тільки технологічна складність, а й необхідність забезпечити роботою ремонтний персонал ФОП. Якщо передати надто великий обсяг робіт стороннім виконавцям, власна виробнича база перетвориться лише на пункт огляду і підготовки автобусів, що знизить ефективність використання персоналу, обладнання та площ. Якщо ж, навпаки, намагатися виконувати всі роботи власними силами, це призведе до перевантаження підприємства, потреби у дорогому оснащенні та ризику зростання простоїв. Тому раціональною є змішана модель, за якої близько 70–75 % загального річного обсягу робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту виконується на підприємстві, а 25–30 % передається спеціалізованим українським сервісним виконавцям. Таке співвідношення є достатнім для стабільного завантаження власного ремонтного персоналу і водночас не вимагає створення надлишкової ремонтної інфраструктури [29], [30], [35].

Для автобусів, що працюють на маршруті Дубровиця – Варшава, у власній зоні відповідальності підприємства доцільно виконувати практично весь комплекс щоденних, сезонних і періодичних робіт, а також переважну частину поточного ремонту, оскільки цей маршрут має меншу тривалість оборотного циклу і дає більше можливостей для планового введення автобуса в ремонтну зону. Для автобусів, що працюють на маршрутах Дубровиця – Рига та Дубровиця – Краків – Мілан, на підприємстві також доцільно виконувати весь комплекс оперативного і регламентного обслуговування, однак через вищі навантаження та складність систем частину спеціалізованих ремонтів слід передбачити для виконання сторонніми виконавцями в Україні. Таким чином, маршрутна складність безпосередньо впливає на частку робіт, що можуть бути залишені у власній виробничій програмі [20], [21], [41], [42].

У межах пропонованої концепції доцільно виділити три групи робіт (табл. 3.7). Перша група – роботи, які обов’язково виконуються на підприємстві; друга група – роботи, що можуть виконуватися на підприємстві за наявності потрібного оснащення, але у разі пікового завантаження

допускається їх передача підряднику; третя група – роботи, які доцільно постійно передавати стороннім виконавцям. Такий поділ дозволяє одночасно забезпечити технічну готовність парку, створити сталу виробничу програму для ремонтного персоналу ФОП та уникнути надмірного розширення власної ремонтної бази [29], [30], [42], [44].

Таблиця 3.7 – Розподіл робіт з технічного обслуговування і ремонту між підприємством та сторонніми виконавцями

Група робіт	Зміст робіт	Доцільний виконавець	Обґрунтування
Роботи, що обов’язково виконуються підприємстві	Щоденне обслуговування, передрейсовий і післярейсовий контроль, сезонне обслуговування, перше технічне обслуговування, заміна мастил і фільтрів, контроль та регулювання гальм, підвіски, освітлення, дверей, шин, дрібний поточний ремонт	ФОП Мельник О.М.	Висока повторюваність, потреба в оперативності, стабільне завантаження персоналу
Роботи змішаного виконання	Поглиблена діагностика, ремонт окремих вузлів ходової частини, елементів пневмосистеми, кліматичного обладнання, заміна окремих агрегатів	Переважно ФОП; за потреби — підрядник в Україні	Можливість виконання власними силами, але допускається передача у разі перевантаження або нестачі оснащення
Роботи, що доцільно передавати підряднику	Ремонт двигуна, коробки передач, складних електронних систем, систем очищення відпрацьованих газів, кузовний і фарбувальний ремонт, відновлення геометрії, фірмова діагностика високого рівня	Спеціалізовані виконавці в Україні	Висока складність, значна вартість обладнання, нижча повторюваність

З точки зору виробничої програми підприємства найважливішими для завантаження власного персоналу є саме роботи першої та другої груп. Вони формують основний щоденний і періодичний обсяг трудомісткості, мають стабільну повторюваність та прямо пов'язані з випуском автобусів на маршрут. Саме тому при формуванні виробничо-технічної бази доцільно орієнтуватися на забезпечення постів щоденного обслуговування, діагностичного поста, поста регламентного технічного обслуговування, шиномонтажної дільниці та робочих місць для слюсарних і електротехнічних робіт. Натомість створення повноцінної бази для капітального ремонту двигунів, коробок передач або кузовного відновлення для невеликого парку у 13 автобусів є економічно необґрунтованим [30], [35], [41], [42].

Раціональний розподіл робіт також повинен враховувати резервування рухомого складу. Оскільки у парку передбачені резервні автобуси, підприємство отримує можливість планово виводити частину машин на технічне обслуговування та поточний ремонт без порушення графіка міжнародних рейсів. Це означає, що власний ремонтний персонал може працювати не лише в режимі реагування на відмови, а й у режимі планового навантаження, що підвищує ефективність використання праці та знижує ризик накопичення невиконаних робіт [29], [35], .

Для практичного застосування в межах кваліфікаційної роботи доцільно прийняти, що власними силами ФОП виконуються всі щоденні, сезонні та періодичні роботи, а також не менше половини поточного ремонту за трудомісткістю, тоді як стороннім виконавцям передаються лише спеціалізовані ремонти високої складності (табл. 3.8). За такого підходу підприємство зберігає кваліфікований ремонтний персонал, забезпечує його постійною роботою, контролює ключові процеси технічного забезпечення та водночас не несе надмірних витрат на створення рідко використовуваних ремонтних потужностей. Це відповідає завданню формування компактної, але функціонально достатньої ремонтної системи для перевізника міжнародного сполучення [30], [41], [42], [44].

Таблиця 3.8 – Рекомендоване співвідношення обсягів робіт

Показник	Рекомендоване значення
Частка робіт, виконуваних власними силами підприємства	70–75 %
Частка робіт, що передаються стороннім виконавцям	25–30 %
Частка щоденного, сезонного і періодичного обслуговування, що виконується на підприємстві	100 %
Частка поточного ремонту, що виконується на підприємстві	не менше 50 %
Частка спеціалізованих складних ремонтів, що передаються підрядникам	переважна частина

Отже, розподіл робіт з технічного обслуговування і ремонту між ФОП Мельник О.М. та сторонніми виконавцями повинен будуватися за змішаною моделлю. Її сутність полягає у збереженні на підприємстві основного обсягу регулярних і повторюваних робіт, які забезпечують технічну готовність автобусів і формують стабільне завантаження ремонтного персоналу, тоді як складні та рідкісні втручання передаються спеціалізованим сервісним виконавцям в Україні. Такий підхід забезпечує баланс між технічною ефективністю, економічною доцільністю та необхідністю підтримувати власну ремонтну службу підприємства в працездатному і виробничо завантаженому стані [29], [30], [41], [42], [44].

За результатами технологічного розрахунку підприємства, який виконаний за методикою [45] на основі прийнятого у роботі парку 13 автобусів (4 Setra S 515 HD та 9 Volvo 9700), раніше обґрунтованих періодичностей і трудомісткостей технічного обслуговування, а також прийнятого підходу, обґрунтовано склад ремонтно-обслуговувального персоналу (див. табл. 3.9 та 3.10).

Таблиця 3.9 – Річна виробнича програма технічного обслуговування та трудомісткість робіт, що виконуються власними силами

Вид робіт	Річна виробнича програма, од.			Річна трудомісткість робіт, що виконуються власними силами, людгод		
	Setra S 515 HD	Volvo 9700	Разом	Setra S 515 HD	Volvo 9700	Разом
ЩО	1095	2555	3650	876,0	2299,5	3175,5

Вид робіт	Річна виробнича програма, од.			Річна трудомісткість робіт, що виконуються власними силами, людгод		
	Setra S 515 HD	Volvo 9700	Разом	Setra S 515 HD	Volvo 9700	Разом
ТО-1	32	97	129	192,0	630,5	822,5
ТО-2	8	20	28	144,0	340,0	484,0
СО	8	18	26	64,0	153,0	217,0
ПР	—	—	—	948,2	3073,8	4022,0
Всього	—	—	—	2224,2	6496,8	8721,0

Таблиця 3.11 – Рекомендований склад ремонтно-обслуговуючого персоналу

Посада	Кількість, осіб	Основні функції
Слюсар з ремонту автобусів	3	Щоденне обслуговування, технічне обслуговування, поточний ремонт ходової частини, гальмової системи, підвіски, дверних механізмів
Електрослюсар-діагност	1	Діагностика електронних систем, контроль бортових повідомлень, обслуговування електрообладнання та кліматичних систем
Слюсар з технічного обслуговування і шиномонтажу	1	Роботи з колесами і шинами, сезонна заміна, балансування, участь у щоденному та сезонному обслуговуванні
Майстер або бригадир ремонтної дільниці	1	Організація робіт, приймання автобусів у ремонт, розподіл завдань, контроль якості виконання
Разом	6	—

На основі технологічного розрахунку встановлено, що річна трудомісткість робіт з технічного обслуговування і ремонту автобусів, які виконуються власними силами ФОП Мельник О.М., становить 8721 люд.-год. За ефективного річного фонду часу одного працівника 1820 год необхідна чисельність ремонтно-обслуговувального персоналу становить 5 осіб, а облікова – 6 осіб.

Висновки до розділу

Розроблено структуру парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень ФОП Мельник О.М. з урахуванням характеристик маршрутної мережі, тривалості рейсів, умов експлуатації та вимог до технічної готовності автобусів. Обґрунтовано, що для обслуговування маршрутів Дубровиця – Варшава, Дубровиця – Рига та Дубровиця – Краків – Мілан доцільно використовувати туристичні автобуси високого класу, причому структура парку повинна бути не уніфікованою, а диференційованою за функціональним призначенням. На цій основі прийнято дві моделі автобусів – Setra S 515 HD та Volvo 9700, які найбільш повно відповідають умовам міжнародних перевезень за показниками місткості, комфорту, багажомісткості, надійності та придатності до тривалих рейсів.

У результаті обґрунтування кількісного складу парку встановлено, що раціональною є структура, яка включає 4 автобуси Setra S 515 HD та 9 автобусів Volvo 9700. При цьому автобуси Setra S 515 HD доцільно використовувати переважно на маршруті Дубровиця – Варшава та частково на маршруті Дубровиця – Рига, тоді як автобуси Volvo 9700 – на маршрутах Дубровиця – Рига і Дубровиця – Краків – Мілан, а також як універсальний резерв. Доведено, що саме така структура забезпечує одночасно спеціалізацію рухомого складу за маршрутами різної протяжності та взаємозамінність автобусів у разі технічних простоїв або змін експлуатаційної ситуації. Також у розділі сформовано вихідні дані для подальшого технологічного розрахунку, зокрема прийнято періодичності та трудомісткості технічного обслуговування для обох моделей автобусів.

У межах розділу розроблено концепцію технічного обслуговування і ремонту автобусів, згідно з якою всі роботи виконуються на території України. Обґрунтовано доцільність централізованої системи технічного забезпечення, що поєднує власну виробничу базу підприємства та спеціалізованих українських виконавців. Визначено, що на підприємстві доцільно виконувати

весь комплекс щоденного, сезонного та періодичного обслуговування, діагностичний контроль загального призначення і значну частину поточного ремонту, тоді як складні високоспеціалізовані роботи слід передавати спеціалізованим сервісним підприємствам в Україні. Такий підхід забезпечує належний рівень технічної готовності парку, мінімізує ризик зриву міжнародних рейсів і водночас створює стабільне завантаження власного ремонтного персоналу ФОП.

На основі технологічного розрахунку річної виробничої програми технічного обслуговування і ремонту встановлено, що сумарна трудомісткість робіт, які виконуються власними силами підприємства, становить 8721 люд.-год. За ефективного річного фонду часу одного працівника 1820 год визначено, що явочна чисельність ремонтно-обслуговувального персоналу повинна становити 5 осіб, а облікова – 6 осіб. Запропоновано склад персоналу, до якого входять слюсарі з ремонту автобусів, електрослюсар-діагност, слюсар з технічного обслуговування і шиномонтажу, а також майстер або бригадир ремонтної ділянки.

4 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Ефективність використання транспортних засобів у складі запропонованого парку доцільно оцінювати на основі зміни техніко-експлуатаційних і витратних показників упродовж життєвого циклу автобусів. Для цього в роботі використано розрахункову модель, що враховує зміну середньомісячного пробігу, коефіцієнта технічного використання, трудомісткості технічного обслуговування і ремонту, а також накопичення витрат на експлуатацію [46]. Такий підхід дає змогу оцінити не лише поточну придатність транспортних засобів до роботи на міжнародних маршрутах, а й виявити тенденцію зміни економічної доцільності їх використання в часі.

Результати розрахунку свідчать, що в міру збільшення тривалості експлуатації транспортного засобу відбувається закономірне зниження ефективності його використання. Це проявляється у зменшенні середньомісячного пробігу, погіршенні коефіцієнта технічного використання та зростанні витрат на технічне обслуговування, поточний ремонт і запасні частини. На початковому етапі експлуатації, тобто в межах перших 6 місяців, середньомісячний пробіг за період становить 3319,86 км, тоді як наприкінці розрахункового періоду, на 144-му місяці, він знижується до 1708,57 км (рис. 4.1).

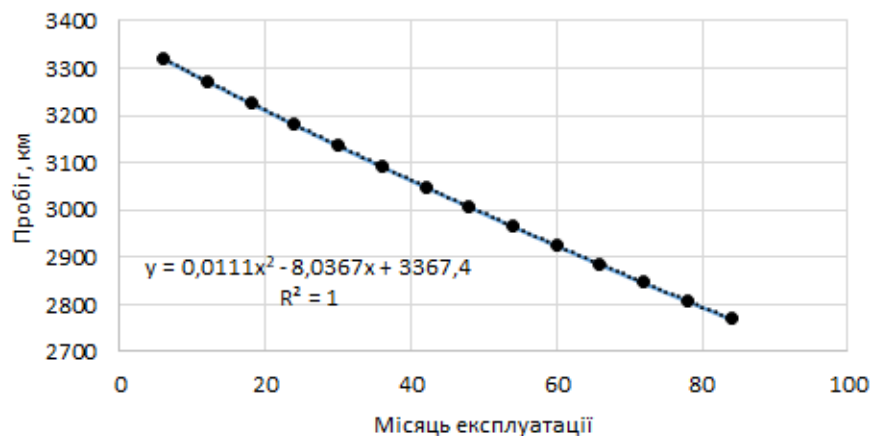


Рисунок 4.1 – Динаміка зміни середньомісячного пробігу протягом періоду експлуатації

Отже, за період дослідження середньомісячний пробіг зменшується на 48,53 %, що свідчить про поступове скорочення продуктивного використання транспортного засобу.

Аналогічна тенденція характерна і для коефіцієнта технічного використання. На ранньому етапі експлуатації його значення становить 0,9715, що відповідає дуже високому рівню технічної готовності та мінімальним втратам часу через технічні причини. Надалі цей показник систематично знижується і на кінець розрахункового періоду становить 0,5000. Таким чином, коефіцієнт технічного використання зменшується практично вдвічі, що відображає зростання простоїв, збільшення потреби в ремонтах і загальне погіршення експлуатаційної надійності транспортного засобу. Водночас середній коефіцієнт технічного використання з початку експлуатації наприкінці життєвого циклу становить 0,7213, що може розглядатися як інтегральна оцінка реальної ефективності роботи транспортного засобу протягом усього періоду використання (рис. 4.2).

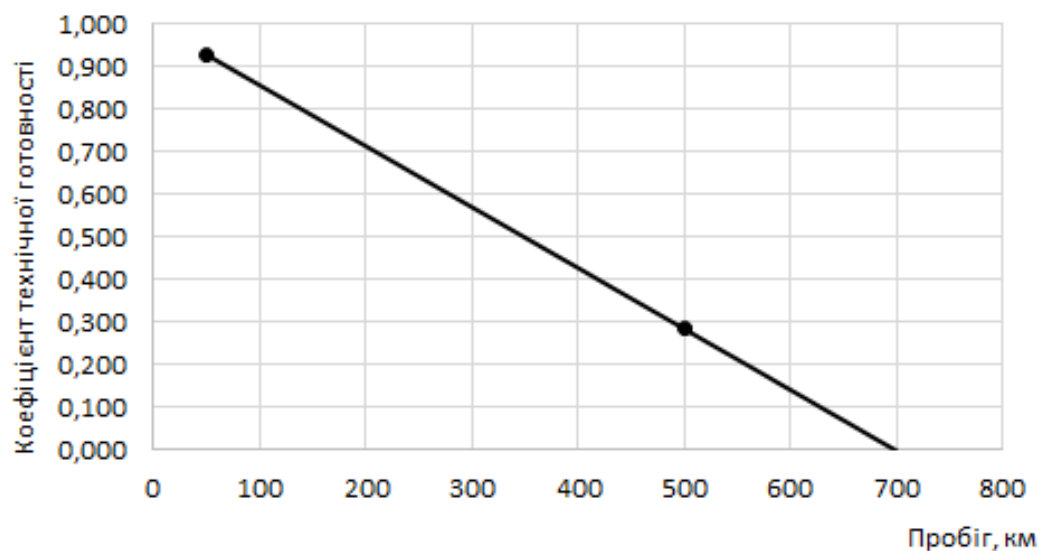


Рисунок 4.2 – Зміна коефіцієнта технічного використання автомобіля в процесі його експлуатації

Погіршення технічного стану безпосередньо впливає на витрати підприємства. За результатами розрахунку сумарна питома трудомісткість

технічного обслуговування і поточного ремонту становить 0,8578 люд.-год на одиницю розрахункового пробігу, а вартість однієї нормо-години прийнята на рівні 1200 грн. За таких умов питома вартість технічного обслуговування і поточного ремонту становить 1029,33 грн, а з урахуванням запасних частин – 1617,51 грн. При цьому питома складова запасних частин дорівнює 588,18 грн, що свідчить про вагомую роль матеріальних витрат у загальній структурі витрат на підтримання працездатності транспортних засобів.

Показовою є динаміка середньомісячних витрат. Якщо на першому розрахунковому етапі вони становлять 5527,24 грн, то на завершальному – 10739,77 грн на місяць (рис. 4.3). Отже, середньомісячні витрати на експлуатацію зростають на 94,31 %, тобто майже вдвічі. Це підтверджує, що в міру старіння транспортного засобу навіть за зниження інтенсивності використання його утримання стає значно дорожчим. Причиною такого зростання є підвищення трудомісткості обслуговування, збільшення обсягів поточного ремонту та накопичення витрат на заміну деталей і вузлів.

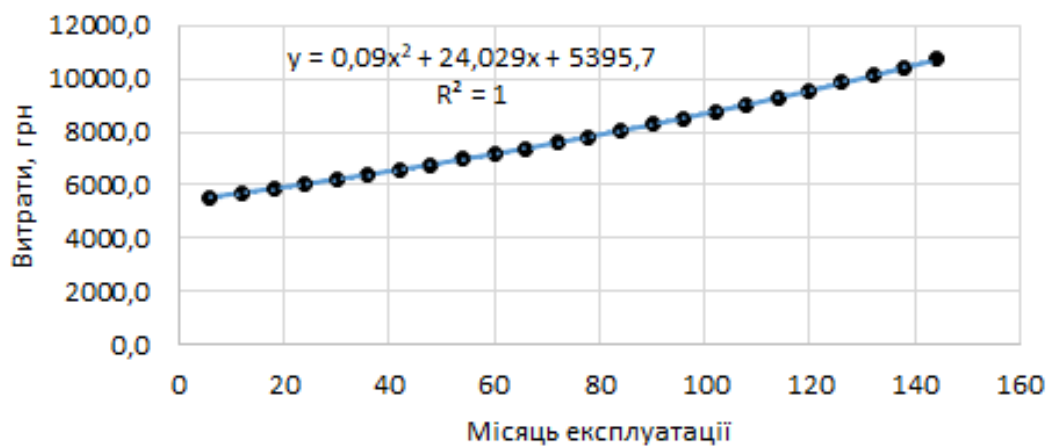


Рисунок 4.3 – Динаміка зміни середньомісячних затрат

У розрахунковій моделі також визначено сукупні витрати за весь період експлуатації. Сумарні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт одного транспортного засобу становлять 1749854,2 грн, витрати на запасні частини — 1000000 грн, а загальні витрати на технічне обслуговування, поточний ремонт і запасні частини — 2749854,2 грн. Ці дані дають підстави стверджувати, що в структурі життєвих витрат транспортного засобу технічне

забезпечення займає надзвичайно важливе місце, а тому правильний вибір моделі автобуса, раціональна організація технічного обслуговування та своєчасне оновлення парку мають безпосередній вплив на економічну ефективність підприємства.

Для наочності основні результати розрахунку зведено в таблиці 4.1 та 4.2.

Таблиця 4.1 – Основні показники ефективності використання транспортних засобів

Показник	Значення на початку експлуатації	Значення наприкінці розрахункового періоду	Зміна
Середньомісячний пробіг за період, км	3319,86	1708,57	–48,53 %
Коефіцієнт технічного використання	0,9715	0,5000	–48,53 %
Середньомісячні витрати, грн	5527,24	10739,77	+94,31 %
Витрати з початку експлуатації, грн	33163,42	1131771,00	+ 34,13 раза

Підсумкові вартісні показники наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Підсумкові витрати на технічне забезпечення транспортного засобу

Показник	Значення
Сумарна питома трудомісткість технічного обслуговування і поточного ремонту	0,8578 люд.-год
Вартість нормо-години	1200 грн
Питома вартість технічного обслуговування і поточного ремонту	1029,33 грн
Питома вартість запасних частин	588,18 грн
Питомі сумарні витрати	1617,51 грн
Сумарні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт за період експлуатації	1749854,2 грн
Сумарні витрати на запасні частини за період експлуатації	1000000,0 грн
Загальні витрати на технічне обслуговування, поточний ремонт і запасні частини	2749854,2 грн

Отримані результати мають важливе практичне значення для обґрунтування структури парку рухомого складу підприємства. Вони підтверджують, що ефективність використання транспортних засобів на міжнародних маршрутах визначається не лише початковими технічними характеристиками автобусів, а й динамікою зміни їх технічного стану впродовж життєвого циклу. У міру старіння транспортного засобу спостерігається одночасне зменшення корисного пробігу, погіршення технічного використання та зростання експлуатаційних витрат. Саме тому під час формування парку для міжнародних пасажирських перевезень доцільно орієнтуватися на моделі автобусів із високим ресурсом, доброю ремонтпридатністю та розвиненою сервісною підтримкою.

Отже, проведений розрахунок показав, що ефективність використання транспортних засобів має виражений часовий характер: на початкових етапах експлуатації транспортний засіб забезпечує вищий рівень технічної готовності та нижчі витрати, тоді як на завершальних етапах життєвого циклу його утримання суттєво дорожчає, а продуктивність знижується. Це підтверджує доцільність своєчасного оновлення парку, використання більш надійних моделей автобусів для далеких міжнародних маршрутів і впровадження попереджувальної системи технічного обслуговування та ремонту як одного з ключових чинників підвищення загальної ефективності роботи підприємства.

Висновки до розділу

Виконано оцінювання ефективності використання транспортних засобів на основі розрахункової моделі зміни техніко-експлуатаційних і витратних показників упродовж життєвого циклу автобуса. Встановлено, що ефективність експлуатації транспортних засобів має виражену часову залежність і в міру збільшення строку використання закономірно знижується. Це проявляється у скороченні середньомісячного пробігу, погіршенні коефіцієнта технічного використання та одночасному зростанні витрат на

технічне обслуговування, поточний ремонт і запасні частини. Підтверджено, що оцінювання ефективності транспортних засобів для міжнародних перевезень доцільно здійснювати не лише за початковими технічними характеристиками, а й за динамікою зміни експлуатаційних і вартісних показників протягом усього періоду їх використання .

За результатами розрахунку встановлено, що середньомісячний пробіг транспортного засобу зменшується з 3319,86 км на початковому етапі експлуатації до 1708,57 км наприкінці розрахункового періоду, тобто на 48,53 %. Аналогічна тенденція спостерігається щодо коефіцієнта технічного використання, який знижується з 0,9715 до 0,5000, що також відповідає скороченню майже на 48,53 %. Це свідчить про істотне погіршення технічної готовності транспортного засобу в процесі старіння, збільшення тривалості простоїв та зменшення частки часу, протягом якого автобус реально може використовуватися для виконання транспортної роботи. Таким чином, доведено, що збереження високої інтенсивності використання автобусів на міжнародних маршрутах безпосередньо залежить від їх технічного стану та своєчасності обслуговування .

У вартісному аспекті встановлено, що погіршення технічного стану транспортного засобу супроводжується суттєвим зростанням експлуатаційних витрат. Середньомісячні витрати збільшуються з 5527,24 грн до 10739,77 грн, тобто на 94,31 %, а сумарні витрати з початку експлуатації зростають у 34,13 рази. Розрахунок також показав, що сумарна питома трудомісткість технічного обслуговування і поточного ремонту становить 0,8578 люд.-год, а загальні витрати на технічне обслуговування, поточний ремонт і запасні частини за період експлуатації одного транспортного засобу досягають 2749854,2 грн. Це підтверджує, що технічне забезпечення займає надзвичайно важливе місце у структурі життєвих витрат автобуса та має вирішальний вплив на економічну доцільність його використання на міжнародних маршрутах .

Отримані результати підтверджують доцільність формування парку на основі надійних моделей автобусів, упровадження попереджувальної системи

технічного обслуговування і ремонту та обґрунтованого планування строків оновлення рухомого складу як необхідної умови підвищення загальної ефективності роботи перевізника

ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що формування структури парку рухомого складу для міжнародних пасажирських перевезень повинно здійснюватися на основі комплексного врахування протяжності маршрутів, тривалості рейсів, умов експлуатації, вимог до безпеки, режимів праці водіїв, технічної готовності автобусів та економічних показників їх використання. Доведено, що застосування однотипного парку для маршрутів різної складності є нераціональним, оскільки призводить до зниження техніко-експлуатаційної ефективності та зростання експлуатаційних витрат .

2. За результатами аналізу маршрутної мережі ФОП Мельник О.М. встановлено, що маршрути Дубровиця – Варшава, Дубровиця – Рига та Дубровиця – Краків – Мілан істотно відрізняються за протяжністю, часовими параметрами та умовами виконання перевезень. Прийнята середня експлуатаційна швидкість 40,3 км/год дала змогу визначити тривалість рейсів у прямому напрямку: 12,04 год для маршруту до Варшави, 28,34 год для маршруту до Риги та 46,41 год для маршруту до Мілана, що підтвердило необхідність групування маршрутів за рівнем транспортної складності .

3. На основі розрахунку оборотних рейсів, технологічних відстоїв, коефіцієнта технічної готовності та оперативного резерву обґрунтовано, що раціональна чисельність парку автобусів для забезпечення стабільної роботи маршрутної мережі повинна становити 13 одиниць. Із них 10 автобусів забезпечують безпосереднє виконання перевезень, 1 автобус компенсує простої, пов'язані з технічним обслуговуванням і ремонтом, а 2 автобуси формують оперативний резерв, необхідний для підтримання безперервності міжнародних рейсів .

4. Обґрунтовано доцільність формування парку з двох моделей автобусів – Setra S 515 HD та Volvo 9700, які найбільш повно відповідають умовам досліджуваних маршрутів. Раціональна структура парку передбачає використання 4 автобусів Setra S 515 HD і 9 автобусів Volvo 9700, що

забезпечує поєднання маршрутної спеціалізації та взаємозамінності рухомого складу. Автобуси Setra S 515 HD є більш придатними для маршруту Дубровиця – Варшава та частково для маршруту Дубровиця – Рига, тоді як Volvo 9700 доцільно використовувати на маршрутах Дубровиця – Рига і Дубровиця – Краків – Мілан, а також як універсальний резерв .

5. Розроблено концепцію технічного обслуговування і ремонту автобусів, відповідно до якої всі роботи виконуються на території України за централізованою схемою. Встановлено, що власними силами підприємства доцільно виконувати щоденне, сезонне та періодичне обслуговування, діагностичний контроль загального призначення і значну частину поточного ремонту, тоді як складні високоспеціалізовані роботи слід передавати спеціалізованим виконавцям в Україні. Такий підхід забезпечує високу технічну готовність парку, кращий контроль витрат і стабільне завантаження ремонтного персоналу ФОП .

6. На основі технологічного розрахунку річної виробничої програми встановлено, що сумарна трудомісткість робіт з технічного обслуговування і ремонту автобусів, які виконуються власними силами підприємства, становить 8721 люд.-год. За ефективного річного фонду часу одного працівника 1820 год визначено, що явочна чисельність ремонтно-обслуговувального персоналу повинна становити 5 осіб, а облікова – 6 осіб. Це створює підґрунтя для формування компактної, але функціонально достатньої ремонтної служби підприємства .

7. Оцінювання ефективності використання транспортних засобів показало, що впродовж життєвого циклу автобуса його експлуатаційна ефективність закономірно знижується: середньомісячний пробіг скорочується з 3319,86 до 1708,57 км, коефіцієнт технічного використання – з 0,9715 до 0,5000, а середньомісячні витрати зростають з 5527,24 до 10739,77 грн. Загальні витрати на технічне обслуговування, поточний ремонт і запасні частини за період експлуатації одного транспортного засобу становлять 2749854,2 грн. Це підтверджує доцільність своєчасного оновлення парку,

використання більш надійних моделей автобусів на далеких міжнародних маршрутах і впровадження попереджувальної системи технічного обслуговування та ремонту як ключової умови підвищення ефективності роботи підприємства

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Про внесення змін до Закону України «Про автомобільний транспорт» щодо вдосконалення регулювання ринку послуг з перевезення пасажирів і вантажів автомобільним транспортом : Закон України від 27.03.2025 № 4337-IX // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/4337-20> (дата звернення: 29.03.2026).
2. Про затвердження Порядку організації регулярних, нерегулярних та маятникових (човникових) перевезень пасажирів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні : Наказ Мінінфраструктури, розв. громад від 05.09.2024 № 966 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1662-24> (дата звернення: 29.03.2026).
3. Passenger transport / European Commission. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/road/passenger-transport_en (date of access: 29.03.2026).
4. Driving time and rest periods in the road transport sector / EUR-Lex. Last update: 01.08.2024. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:c00018> (date of access: 29.03.2026).
5. Van Acker V., Kessels R., Palhazi Cuervo D., Lannoo S., Witlox F. Preferences for long-distance coach transport: Evidence from a discrete choice experiment // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2020. Vol. 132. P. 759–779. DOI: 10.1016/j.tra.2019.11.028. https://cris.maastrichtuniversity.nl/ws/portalfiles/portal/94748829/Kessels_2020_P_references_for_long_distance_coach_transport.pdf
6. Rahnama S., Cortez A., Monzon A. Navigating Passenger Satisfaction: A Structural Equation Modeling–Artificial Neural Network Approach to Intercity Bus Services // Sustainability. 2024. Vol. 16, No. 11. Art. 4363. DOI: 10.3390/su16114363.

7. Key figures on European transport – 2024 edition / Eurostat. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2024. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/15216629/20875401/KS-01-24-021-EN-N.pdf> (date of access: 29.03.2026).

8. Buses & Heavy Goods Vehicles: Facts and Figures / European Commission, Road Safety. 2024. URL: https://road-safety.transport.ec.europa.eu/document/download/d8610fe4-cb96-48bf-99b3-544a384c6f93_en?filename=ff_buses_hgv_20240326.pdf (date of access: 29.03.2026).

9. Askin Ozdagoglu, Gulin Zeynep Oztas, Murat Kemal Keles, Volkan Genc, A comparative bus selection for intercity transportation with an integrated PIPRECIA & COPRAS-G, Case Studies on Transport Policy, Volume 10, Issue 2, 2022, Pages 993-1004, ISSN 2213-624X, <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.03.012>.

10. Coppola, Pierluigi & Bocciolone, Marco & Colombo, Emanuela & De Fabiis, Francesco & Sanvito, Francesco. (2023). Multi-Criteria Life-Cycle Assessment of bus fleet renewal: A methodology with a case study from Italy. Case Studies on Transport Policy. 13. 101044. 10.1016/j.cstp.2023.101044..

11. Weng, JianCheng & Yu, JiangBo & Di, XiaoJian & Lin, PengFei & Wang, Jing-Jing & Mao, Li-Zeng, 2023. "How does the state of bus operations influence passengers' service satisfaction? A method considering the differences in passenger preferences," Transportation Research Part A: Policy and Practice, Elsevier, vol. 174(C). <https://ideas.repec.org/a/eee/transa/v174y2023ics0965856423001544.html>

12. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Decarbonising corporate fleets / European Commission. Brussels, 05.03.2025. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52025DC0096>

13. Vehicle safety and automated/connected vehicles / European Commission. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/automotive-industry/vehicle-safety-and-automatedconnected-vehicles_en

14. Vehicle emissions and battery durability (Euro 7): technical requirements and certification rules / EUR-Lex. 2024. <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/vehicle-emissions-and-battery-durability-euro-7-technical-requirements-and-certification-rules.html>

15. Про автомобільний транспорт : Закон України від 05.04.2001 № 2344-III // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2344-14> (дата звернення: 29.03.2026).

16. Про схвалення Стратегії розвитку та розбудови прикордонної інфраструктури з країнами Європейського Союзу та Республікою Молдова до 2030 року і затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024–2030 роках : Розпорядження Кабінету Міністрів України; Стратегія, План, Заходи від 24.12.2024 № 1337-р // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1337-2024-%D1%80> (дата звернення: 29.03.2026).

17. Commission Staff Working Document. Impact Assessment Report accompanying the document Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council amending Regulation (EC) No 561/2006 as regards minimum requirements on minimum breaks and daily and weekly rest periods in the occasional passenger transport sector : SWD(2023) 137 final / European Commission. Brussels, 24.05.2023. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023SC0137> (date of access: 29.03.2026).

18. Pandey A., Lehe L. J. Bus stop spacing with heterogeneous trip lengths and elastic demand // Transportation Research Part B: Methodological. 2024. Vol. 189. Art. 103022. DOI: 10.1016/j.trb.2024.103022.

19. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025–2027 роках : Постанова Кабінету Міністрів України від 27.12.2024 №

1550 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1550-2024-%D0%BF> (дата звернення: 29.03.2026).

20. Regulation (EU) 2024/1258 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 amending Regulation (EC) No 561/2006 as regards minimum requirements on minimum breaks and daily and weekly rest periods in the occasional passenger transport sector and as regards Member States' power to impose penalties for infringements of Regulation (EU) No 165/2014 committed in another Member State or in a third country // Official Journal of the European Union. 2024. L 2024/1258. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401258 (date of access: 29.03.2026).

21. Regulation (EU) No 165/2014 of the European Parliament and of the Council of 4 February 2014 on tachographs in road transport (consolidated text, 19.05.2024) // EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02014R0165-20240519> (date of access: 29.03.2026).

22. Avishan F., Yanikoğlu İ., Alwesabi Y. Electric bus fleet scheduling under travel time and energy consumption uncertainty // Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2023. Vol. 157. Art. 104357. DOI: 10.1016/j.trc.2023.104357.

23. Liu T., You H., Gkiotsalitis K., Cats O. Human-Machine collaborative decision-making approach to scheduling customized buses with flexible departure times // Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2024. Vol. 187. Art. 104184. DOI: 10.1016/j.tra.2024.104184.

24. Wang M., Guo B., Zhang Z., Zhang Y. Research on Bus Scheduling Optimization Considering Exhaust Emission Based on Genetic Algorithm: Taking a Route in Nanjing City as an Example // Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 10. Art. 4126. DOI: 10.3390/app14104126.

25. Behnia F., Schuelke-Leech B.-A., Mirhassani M. Optimizing sustainable urban mobility: A comprehensive review of electric bus scheduling strategies and

future directions // Sustainable Cities and Society. 2024. Vol. 108. Art. 105497. DOI: 10.1016/j.scs.2024.105497.

26. Updated rules for safer roads, less air pollution and digital vehicle documents / European Commission. 24.04.2025. URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/updated-rules-safer-roads-less-air-pollution-and-digital-vehicle-documents-2025-04-24_en (date of access: 29.03.2026).

27. Position Paper: Roadworthiness of vehicles. Proposed updates to Directive 2014/45/EU on periodic roadworthiness tests and Directive 2014/47/EU on technical roadside inspections of commercial vehicles / European Transport Safety Council. June 2025. URL: https://etsc.eu/wp-content/uploads/2025_ETSC-Briefing-on-Roadworthiness-Final-August.pdf (date of access: 29.03.2026).

28. Gołębiowski W., Wolak A., Zając G. Preventive maintenance in urban public transport: the role of engine oil analysis // Scientific Reports. 2024. Vol. 14. Art. 30272. DOI: 10.1038/s41598-024-81728-w.

29. Zhou Y., Li X., Wu P., Sun S., Qin H. Capacity-based daily maintenance optimization of urban bus transit considering failed bus priority ranking // Reliability Engineering & System Safety. 2024. Vol. 248. Art. 110151. DOI: 10.1016/j.ress.2024.110151.

30. Težak S., Buchmeister B., Obrecht M. Optimization of Operations in Bus Company Service Workshops by Using Mathematical Programming // Logistics. 2025. Vol. 9, No. 3. Art. 82. DOI: 10.3390/logistics9030082.

31. Ibrahim H., Schmid F., Sandu C. Optimizing electric bus performance via predictive maintenance: a combined experimental and modeling approach // Frontiers in Future Transportation. 2025. Vol. 6. Art. 1506866. DOI: 10.3389/ffutr.2024.1506866.

32. Ukraine Report 2025 / European Commission. Brussels, 04.11.2025. URL: https://enlargement.ec.europa.eu/document/download/17115494-8122-4d10-8a06-2cf275eecd7_en?filename=ukraine-report-2025.pdf (date of access: 29.03.2026).

33. Beria P., Sorbona S. The long-distance coach market in Europe | Year 2019–2024. TRASPOL Report 1/25. Milano : TRASPOL – Politecnico di Milano ; CheckMyBus, 2025. URL: <https://www.traspol.polimi.it/wp-content/uploads/2025/05/TRASPOL-Checkmybus-EU-Coach-market-report-2025.pdf> (date of access: 29.03.2026).
34. McCluskey J., Carrigan A., Smyth A., et al. Charging forward: How bus availability drives the economics of fleet electrification // Case Studies on Transport Policy. 2025. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213624X25002536> (date of access: 29.03.2026).
35. Niewczas A., Ślęzak M., Morawski Ł., et al. A Comparative Study of the Availability of Electric Buses in the Public Transport System // Applied Sciences. 2025. Vol. 15, No. 3. Art. 1212. DOI: 10.3390/app15031212.
36. ComfortClass 500 HD models / Setra Buses International. URL: <https://www.setra-bus.com/int/en/models/cc-hd-models.html> (date of access: 29.03.2026).
37. Volvo 9700 Specifications / Volvo Buses. URL: <https://www.volvobuses.com/en/coaches/coaches/volvo-9700/specifications.html> (date of access: 29.03.2026).
38. Irizar i6S Efficient / Irizar. URL: <https://www.irizar.com/en/products-technologies/all-models/irizar-i6s-efficient> (date of access: 29.03.2026).
39. MAN Lion's Coach. Technical data / MAN Truck & Bus. URL: https://www.man.eu/global/en/bus/coaches/the-man-lion_s-coach/technology-and-specifications/man-lion_s-coach-technical-data.html (date of access: 29.03.2026).
40. The Turismo / Mercedes-Benz Buses International. 2025. URL: <https://www.mercedes-benz-bus.com/content/dam/mb/models/tourismo-rhd/facts-tourismo-rhd/facts-tourismo-rhd-int-en.pdf> (date of access: 29.03.2026).
41. Your individual OMNIplus Service / Setra Buses International. URL: <https://www.setra-bus.com/int/en/consulting-services/service/omniplus.html> (date of access: 29.03.2026).

42. Service planning / Volvo Buses. URL: <https://www.volvobuses.com/en/fleet-management-services/vehicle-management/service-planning.html> (date of access: 29.03.2026).

43. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2014/45/EU on periodic roadworthiness tests and Directive 2014/47/EU on technical roadside inspections of commercial vehicles circulating in the Union : COM(2025) 180 final / European Commission. Brussels, 24.04.2025. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52025PC0180> (date of access: 29.03.2026).

44. Volvo Buses expands service offering with Uptime Care / Volvo Buses. 13.01.2026. URL: <https://www.volvobuses.com/en/news-stories/press-releases/2026/jan/volvo-buses-expands-service-offering-with-uptime-care.html> (date of access: 29.03.2026).

45. Технічна експлуатація автомобілів [Текст]: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 576 с.

46. Теорія експлуатації автомобілів. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня освітньо-наукової програми «Інжиніринг автомобільного транспорту» галузь знань 27 Транспорт спеціальності 274 Автомобільний транспорт усіх форм навчання / В.М. Дембіцький– Луцьк: Луцький НТУ, 2024. – 30 с.

47. Навчальні та кваліфікаційні роботи : методичні вказівки до оформлення навчальних та кваліфікаційних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів освітньо-професійних програм: «Автомобільний транспорт», «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» галузь знань 27 Транспорт, спеціальностей: 274 Автомобільний транспорт, 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті) денної та заочної форм навчання / уклад. В. М. Придюк, В. А. Кищун, В. М. Дембіцький, В. І. Павлюк. – Луцьк : Луцький НТУ, 2019. – 56 с.

48. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання [Чинний від 2017-07-11]. Вид. офіц. Київ, 2016. 32 с.