

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВСП «ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ЕКОНОМІКИ, ПРАВА ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗУНУ»**

Циклова комісія транспорту та інформаційних технологій

Марчак Вікторія Євгенівна

**АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ДОДАТКОВОГО
ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА МІСЬКОМУ МАРШРУТІ №18 У М.
ТЕРНОПІЛЬ / FEASIBILITY ANALYSIS OF THE USE OF AN
ADDITIONAL VEHICLE ON CITY ROUTE №18 IN TERNOPIL CITY**

спеціальність: 275 Транспортні технології (за видами)
освітньо-професійна програма: Транспортні технології

кваліфікаційна робота
за освітнім ступенем «фаховий молодший бакалавр»

Виконав студент групи ТТ-41
Марчак В.Є. _____
(підпис)

Науковий керівник:
к.т.н., викладач Станько А.І. _____
(підпис)

Кваліфікаційну роботу допущено до захисту
«__» _____ 20__ р.

Голова циклової комісії Юшко А.В. _____
(підпис)

Тернопіль – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСУ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ	5
1.1. Поняття та структура ресурсу транспортного засобу	5
1.2. Чинники, що впливають на ресурс автобусів в умовах міських перевезень.....	8
1.3. Огляд сучасних методів оцінки ефективності використання міських автобусів	12
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МІСЬКОГО МАРШРУТУ № 18 м. ТЕРНОПІЛЬ	14
2.1. Характеристика маршруту № 18 м. Тернопіль	14
2.2. Аналіз пасажиропотоку на маршруті № 18	17
2.3. Розробка інформаційного забезпечення для збору даних про експлуатацію транспорту.....	18
2.4. Алгоритм поточного технічного обслуговування (ПТО) автобусів	22
2.5. Моделювання роботи маршруту з урахуванням додаткового транспортного засобу	25
2.6. Визначення ресурсу міських автобусів	27
РОЗДІЛ 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ МАРШРУТУ № 18	30
3.1. Пропозиції щодо графіка руху з урахуванням пікових навантажень	30
3.2. Економічна оцінка ефективності використання додаткового транспортного засобу	32
3.3. Впровадження системи моніторингу та оптимізації маршрутів у міських перевезеннях	35
ВИСНОВКИ	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	41

ВСТУП

У багатьох містах світу центральні вулиці залишаються доступними лише для муніципального транспорту, який має здатність перевозити значну кількість пасажирів. Такий вид транспорту не потребує додаткових місць для паркування, що допомагає знижувати навантаження на центр міста та мінімізувати негативний вплив на довкілля через зменшення шкідливих викидів. Завдяки цьому досягається суттєве зниження транспортних заторів.

Під час організації або удосконалення транспортних мереж ключова увага приділяється муніципальному транспорту, зокрема автобусам великої пасажиромісткості.

Метою роботи є провести аналіз доцільності використання додаткового транспортного засобу на міському маршруті № 18 м. Тернопіль

Завдання:

Розробка моделі визначення ресурсу транспортного засобу

- Провести аналіз чинників, що впливають на ресурс автобусів;
- Розробити методичне забезпечення процесів визначення ресурсу на міському маршруті № 18 м. Тернопіль;
- Надати рекомендації з ефективного використання транспортного засобу на міському маршруті.

Предметом роботи є аналіз доцільності використання додаткового транспортного засобу на міському маршруті № 18 м. Тернопіль

Об'єктом роботи є транспортні засоби на міському маршруті № 18 м. Тернопіль

Методи дослідження:

- метод логічного узагальнення, який забезпечив проведення наукового дослідження;
- метод емпіричного дослідження проблеми, тобто постановка проблем, визначення мети і завдання;

- метод дедукції, тобто метод полягає в одержанні часткових висновків на основі знань загальних положень;

- метод індукції, тобто пізнання що ґрунтується на формально-логічному умовиводі.

Інформаційна база дослідження: періодична література, статистичні дані, монографії, інтернет-ресурси та наукові статті.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСУ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ

1.1. Поняття та структура ресурсу транспортного засобу

Термін служби визначається граничним станом об'єкта або системи в цілому, який об'єктивно визначається економічними факторами. Це включає витрати, пов'язані з моральним старінням і фізичним зносом автомобіля. Граничний стан - це стан вузла або деталі, подальша експлуатація яких повинна бути припинена внаслідок порушення вимог безпеки або неминучого способу компенсації низької ефективності використання. В сучасних ринкових умовах основними критеріями визначення ресурсу міського автобуса за певних умов експлуатації можуть бути операційний прибуток, вимоги безпеки дорожнього руху, моральний стан та знос.

Огляд існуючих методів визначення обґрунтованого строку корисного використання автомобілів та їх амортизації показує, що основним недоліком у сучасних умовах господарювання є неврахування операційних доходів від експлуатації автомобілів. Облік доходів від операційної діяльності є дуже важливим, оскільки дозволяє визначити розмір прибутку від операційної діяльності. Оскільки більшість організацій є приватними та працюють на основі самофінансування без державних дотацій, загальним ресурсним критерієм є операційний прибуток. В Україні одним із критеріїв терміну служби автобусів є відповідність вимогам Закону «Про дорожній рух», оскільки існують ДСТУ та нормативні документи, які забезпечують відповідність автобусів вимогам безпеки пасажирів.

Другим критерієм терміну служби автобуса є його моральна зношеність. Моральне старіння автобусів, в принципі, можна визначити у двох формах: перша форма - це зниження витрат на відтворення автобусів без зміни конструкції автобуса. При цьому доцільність своєчасної заміни відпрацьованих автобусів на нові визначається економією від зменшення амортизаційних витрат. Друга форма

– заміна відпрацьованих автобусів на нові, більш продуктивні та економічні, але, як правило, дорожчі в придбанні.

Критерії операційного прибутку є загальними і включають відповідність критеріям придатності до експлуатації та критеріям морального зносу. Це пов'язано з тим, що питомі витрати на підтримання автобусів у стані відповідності критеріям придатності до експлуатації збільшуються в міру тривалості експлуатації автобусів. Моральне старіння також відображається на операційному прибутку, оскільки експлуатаційні витрати включають амортизацію та ліквідаційну вартість, які зменшуються протягом терміну служби автомобіля. Подовження терміну служби автомобіля за певних умов експлуатації має бути досягнуто шляхом зменшення певних експлуатаційних витрат і збільшення певного операційного прибутку. Схематична теоретична модель для визначення терміну служби автобуса, придбаного з пробігом 700 тис. км, наведена на рис. 1.1.

На момент придбання питомі операційні витрати досить високі, а питомий операційний прибуток низький. Питомий операційний дохід зростає зі збільшенням годин роботи і поступово зменшується в міру погіршення технічного стану автобуса. І навпаки, експлуатаційні витрати спочатку зменшуються, а потім поступово зростають. Точкою перетину кривих експлуатаційних витрат і операційних доходів є точка, в якій рентабельність досягає нуля, а, отже, години роботи автобуса є точкою граничного стану, що визначає ресурси.

У загальному вигляді значення загального критерію визначення ресурсу автобусів можна представити у формі вираження цільової функції, грн. / км:

$$H(L) = D(L) - C(L) - H \geq 0 \quad (1.1)$$

де $P_{уд.}(L)$ є чистою питомою прибутку, що отриманий організацією за деякий проміжок часу;

$D_{уд.}(L)$ є доходом від реалізації послуг із перевезення пасажирів;

H є питомими витратами, що пов'язані з сплатою податків, відповідно до податкового законодавства;

$C_{уд.}(L)$ є питомими поточними експлуатаційними витратами, що несе організація під час виробничо-господарської й фінансової діяльності.

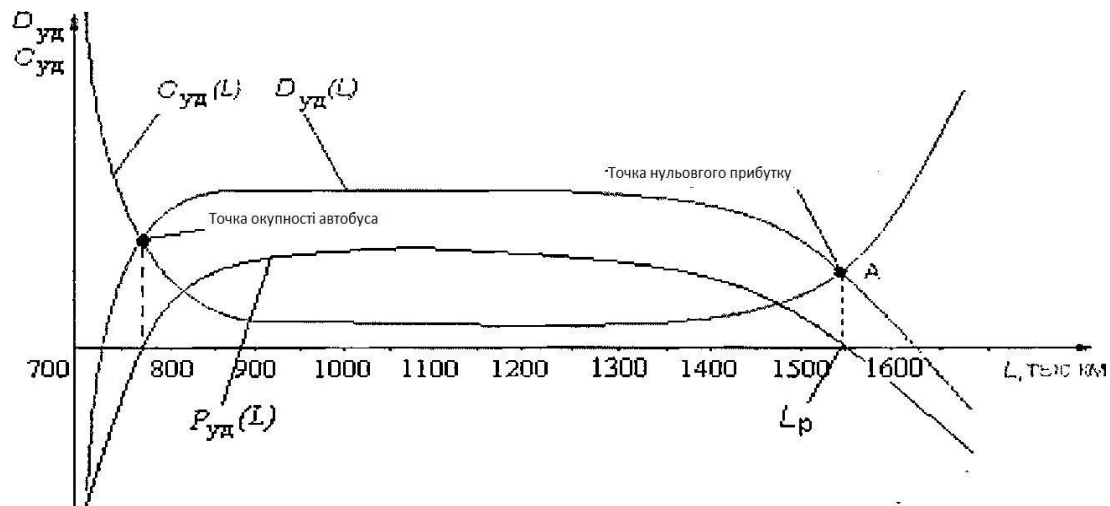


Рис. 1.1. Теоретична модель реалізації цільової функції визначення ресурсу транспорту

Відповідальність за збільшення питомих експлуатаційних доходів покладається на службу експлуатації, яка має забезпечити максимально ефективне використання маршрутних автобусів за провізною спроможністю з дотриманням встановлених стандартів комфорту пасажирів. За зниження питомих експлуатаційних витрат відповідає технічна служба підприємства. Експлуатаційні витрати є найбільш керованим елементом моделі життєвого циклу транспорту. Це пов'язано з тим, що розроблені методи підвищення операційних витрат можуть бути легко реалізовані в організації, на відміну від методу управління операційними доходами, які підлягають державному регулюванню.

1.2. Чинники, що впливають на ресурс автобусів в умовах міських перевезень

У результаті теоретичних досліджень встановлено, що формування технології управління подовженням ресурсу автобусів має дві складові:

а) науковець (наука), який розробляє технологію управління;

б) місце, де технологія управління реалізується (виробництво).

Усі елементи системи подовження ресурсу автобуса мають зворотний зв'язок. Це дозволяє оперативно контролювати якість контролю та розробляти нові технології для продовження терміну служби. Під час експлуатації автобусів можна виділити ряд комплексних факторів, які впливають на термін служби автобуса (рис. 1.2). Кожен комплексний фактор включає субфактори. Номенклатура факторів наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Чинники, які забезпечують функціонування автобусів до списання при експлуатації у умовах певної області

Назва чиннику	Позначення чинника
Працівники виробництва	C_{o1}
Забезпеченість працівниками	K_{1o1}^C
Кваліфікація працівників	K_{2o}^C
Стимулювання працівників	K_{3o1}^C
Умови й організація праці в організації	$K_1^{C_o}$
Інформатизація організації	C_{o2}
Наявність інформаційної бази в організації	$K_1^{C_{o2}}$
Наявність нормативної бази в організації	$K_2^{C_o}$
Забезпечення програмним забезпеченням	$K_1^{C_{o2}}$
Забезпеченість організації технологічним обладнанням й виробничими площами	C_{o3}

Забезпеченість організації технологічним обладнання	$K_1^{C_{o1}}$
Забезпеченість організації необхідним кількістю робочих постів	$K_2^{C_{o1}}$
Забезпеченість організації необхідними площами	$K_1^{C_{o1}}$
Рухомий склад організації	C_{o1}
Віковий склад парку	$K_1^{C_o}$
Інтенсивність експлуатації транспорту	$K_2^{C_o}$
Технічний стан транспорту	$K_3^{C_m}$
Структурний склад автотранспорту	$K_4^{C_m}$
Умови експлуатації автотранспорту	C_{o5}
Експлуатаційні матеріали	C_{o6}
Паливо	$K_1^{C_m}$
Технічні експлуатаційні матеріали, що використовуються в організації	$K_2^{C_m}$
Наявність в організації системи ТО, а так само оцінка її якості	C_{o7}

Важливим фактором підвищення наукового рівня управління є використання математичних методів і моделей при підготовці рішень. Проте повна математична постановка техніко-економічних питань, технологій, що забезпечують роботу автобуса та його амортизацію, неможлива через його складність. У зв'язку з цим все ширше використовуються експертні методи.

Під експертними методами розуміють сукупність логічних, математичних і статистичних методів і процедур, спрямованих на отримання від експертів інформації, необхідної для підготовки і вибору раціональних рішень. Експертні методи застосовуються в ситуаціях, коли на основі точних розрахунків неможливо вибрати, обґрунтувати та оцінити наслідки рішень. Для реалізації

зазначеного на основі попередніх досліджень науковців розроблено загальну методику проведення експертних опитувань в організації.

Ця методологія представлена на рисунку 1.3. На основі розробленої методології (рис. 1.3) розроблено комбіновану анкету (рис. 1.3) для аналізу факторів, зазначених на рис. 1.2. Анкета являє собою порядкову шкалу оцінювання. Кожен вид анкети призначений для вивчення окремої категорії. Кожна анкета містить дві категорії питань:



Рисунок 1.2- Чинники, які забезпечують функціонування автобусів до граничного стану.

Перший розряд включає у себе два загальних питання, 2-ий розряд складається з семи спеціальних питань. Загальні питання анкет призначені для формування резерву відсіву анкет даних розрядів під час підведення підсумків.

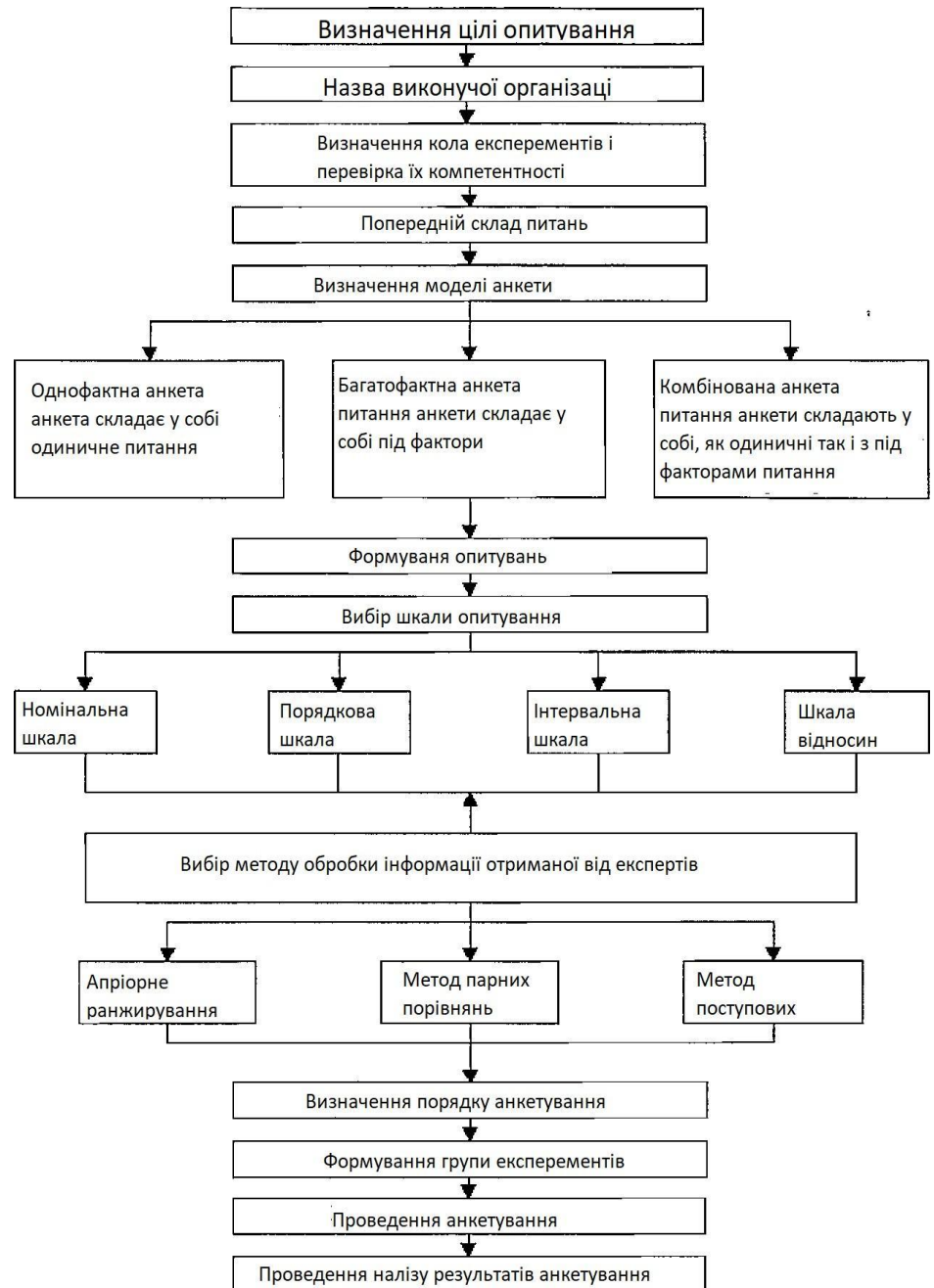


Рисунок 1.3- Методика проведення професійного опитування в організації

Багато приватних перевізників, насамперед у середніх містах нашої країни, організовуючи підприємство на пристосованих територіях, вкладають кошти у рухомий склад, а розвиток ВТБ, визначення оптимальних стратегій технічного обслуговування, збільшення рівня кваліфікації виробничого персоналу мають вторинний пріоритет

1.3. Огляд сучасних методів оцінки ефективності використання міських автобусів

У процесі управління міською маршрутною мережею важливу роль відіграє оцінка ефективності використання транспортних засобів. Це дозволяє оптимізувати графіки руху, підвищити рівень обслуговування пасажирів і забезпечити раціональне використання матеріально-технічних ресурсів. У сучасних умовах для оцінювання ефективності роботи міських автобусів застосовуються комплексні підходи, що охоплюють техніко-економічні, організаційні та інформаційні аспекти (Пшеничний, 2019). [14]

Найбільш поширеними серед показників є:

1. Коефіцієнт використання пробігу — визначає частку корисного пробігу в загальному обсязі руху;
2. Коефіцієнт використання пасажиромісткості — співвідношення фактичного навантаження до номінального;
3. Собівартість одного пасажиро-км — економічний показник ефективності перевезень;
4. Час простою на зупинках та інтервал руху — показники, що безпосередньо впливають на якість обслуговування населення (Стеценко, Розвадовська, 2020). [15]

Науковці зазначають, що саме поєднання технічних і економічних параметрів дає змогу здійснити повноцінну оцінку ефективності рухомого складу, з урахуванням як умов експлуатації, так і вимог споживачів транспортної послуги (Костюк, Лозинський, 2021). [10]

Сучасні методи оцінювання поділяються на декілька груп:

1. Класичні аналітичні методи, що базуються на статистичних спостереженнях і нормативних розрахунках;
2. Моделювання транспортних потоків, що дозволяє прогнозувати ефективність у різних умовах навантаження (Вдовіченко, 2004); [4]

3. Інформаційно-аналітичні системи (ІАС), які забезпечують автоматизоване збирання, обробку й аналіз даних у реальному часі (Черевко, 2023). [18]

Так, моделі, що використовуються для прогнозування ефективності використання автобусів, враховують не лише пасажиропотік, а й параметри інфраструктури, змінність дорожніх умов і часові коливання навантаження. Наприклад, підхід, описаний у праці Харченка та Литвиненка, передбачає впровадження адаптивного планування, що базується на аналізі історичних і поточних даних (Харченко, Литвиненко, 2022). [17]

Застосування цифрових рішень дозволяє здійснювати багаторівневу оцінку ефективності з урахуванням динаміки змін у реальному часі. GPS-моніторинг, системи автоматичного обліку пасажирів, телеметрія і цифрові карти — це основа для розробки інтелектуальних систем управління рухомим складом. Вони підвищують точність оцінки, скорочують час на прийняття рішень і сприяють зниженню витрат (Закон України «Про автомобільний транспорт», 2001). [9]

Оцінка ефективності використання міських автобусів є багатокомпонентним процесом, що поєднує технічні, економічні та соціальні аспекти. Сучасні методи передбачають застосування як класичних аналітичних інструментів, так і інноваційних цифрових технологій. Подальший розвиток методик у цій сфері має бути орієнтований на гнучкість, автоматизацію та комплексність аналізу, що дозволить підвищити якість пасажирських перевезень і знизити витрати перевізників.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ МІСЬКОГО МАРШРУТУ № 18 м. ТЕРНОПІЛЬ

2.1. Загальна структура методичного забезпечення визначення ресурсу на міському маршруті № 18 м. Тернопіль

Для визначення ресурсу міських автобусів на міському маршруті № 18 м. Тернопіль необхідно проаналізувати дані щодо надійності їх елементів, які перебувають в експлуатації.

Передусім, слід охарактеризувати структуру досліджуваного підприємства, а саме КП «МІСЬКАВТОТРАНС» проаналізувати факторний простір у конкретних умовах його роботи та визначити ключову мету, спрямовану на підвищення ефективності використання автобусів іноземного виробництва. При цьому враховуються особливості їх пробігу до початку експлуатації на міському маршруті № 18 м. Тернопіль.

Наступним етапом є збирання статистичних даних щодо напрацювання автобусних елементів, які обмежують їхню надійність, та аналіз причин простою через технічні фактори. Ці кроки є критично важливими для оцінки загального стану рухомого складу.

Також потрібно визначити можливості оперативного моніторингу технічного стану автобусів з урахуванням витрат на технічне обслуговування (ТО) та поточний ремонт (ПР). Для цього можуть бути використані сучасні методи діагностики та статистичний підхід до аналізу динаміки витрат.

На підставі узагальнення теоретичних і практичних досліджень слід створити базу для розроблення методики визначення ресурсу автобусів КП «МІСЬКАВТОТРАНС». Окрім цього, варто підготувати методики оцінки економічної ефективності управління їхнім ресурсом.

Для реалізації окреслених завдань необхідно оперативно виконувати такі дії:

- збір початкових даних щодо напрацювання до відмови, витрат палива, товарно-матеріальних цінностей (ТМЦ), видів простоїв і їхньої тривалості;

- обробку й аналіз отриманої інформації, впровадження підходів до раціонального використання пального, покращення процесів ТО та ПР (зокрема через застосування інноваційного обладнання, підвищення кваліфікації персоналу, оновлення технічної документації), а також управління терміном служби автобусів;

- облік елементів рухомого складу, зокрема номерних агрегатів, відповідності транспортних засобів ліцензійним та технічним вимогам.

Пасажирське автотранспортне підприємство компанії КП «МІСЬКАВТОТРАНС», засноване у 2007 році, експлуатує 80 одиниць рухомого складу. Автобуси, придбані переважно в Німеччині, мали середній пробіг 700-750 тис. км на момент ввезення до України в 2009–2012 роках. Наразі їхній пробіг становить близько 300 тис. км. Коефіцієнт технічної готовності автобусного парку коливається в межах 0,9–0,93.

Підприємство КП «МІСЬКАВТОТРАНС» обслуговує міський маршрут № 18 м. Тернопіль протяжністю 18.87 км..

Організаційно-структурна схема підприємства наведена в рисунку 2.1. Регулярність виконання рейсів досягає 85-90 %, однак її суттєво знижує незадовільний технічний стан окремих елементів автобуса. Цей фактор є ключовою проблемою для вирішення з метою забезпечення безперебійної роботи автопарку.

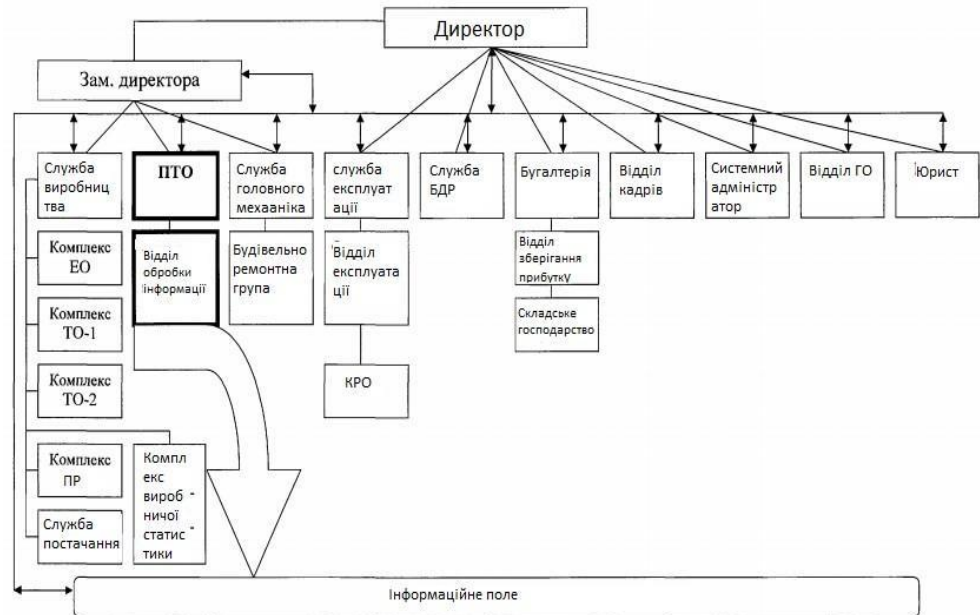


Рисунок 2.1 – Структурна схема КП «МІСЬКАВТОТРАНС»

Ряд показників роботи КП «МІСЬКАВТОТРАНС» наведена у таб. 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники роботи КП «МІСЬКАВТОТРАНС»

Показники	Од. виміру	2022	2023	2024
Кількість перевезених пасажирів	чол.	16630760	16950204	17966890
Загальний пробіг	км	355830	4359800	4641385
Кількість працюючих автобусів	автомобіле/дні	12395	14264	15772
Середньодобовий пробіг	км	192	204	197

Регулярність здійснення рейсів, що досягає рівня 85-90%, значною мірою залежить від технічного стану автобусів, який на цей момент залишається незадовільним. Як видно з таблиці 2.1, за останні три роки основні показники діяльності КП «МІСЬКАВТОТРАНС» демонструють ефективне зростання. Проте слід акцентувати увагу, що автобуси іноземного виробництва, які вже мали значний пробіг у країні-виробнику, продовжують ефективно функціонувати в Україні. Водночас вони вимагають не менш ефективної системи підтримки їх

технічного стану на належному рівні. Для досягнення цього необхідно реалізувати заходи, передбачені у межах проведеного дослідження.

2.2. Аналіз даних по оцінці ресурсу на міському маршруті № 18 м. Тернопіль

Міські та приміські автобусні перевезення в середніх містах України характеризуються низкою специфічних особливостей, які зумовлені різними об'єктивними причинами. До основних із них належать:

1. Зовнішні організаційні чинники, пов'язані з процесом перевезень:

- Компактна територія, що обслуговується;
- Чітко сплановані та протяжні маршрути з частими зупинками, маневрами (гальмування, повороти, прискорення) та інтенсивним рухом автотранспорту при стабільному середньому пасажиропотоці;
- Високе навантаження на автотранспорт (значні середньодобові пробіги, часте перемикання передач, висока частота роботи двигуна, нерівномірне завантаження протягом зміни);
- Низький рівень організації та регулювання дорожнього руху, а також незадовільний стан вулиць, доріг і залізничних переїздів;
- Експлуатація транспорту в умовах забрудненого довкілля, що є характерним для більшості великих міст.

2. Внутрішні організаційні та технічні аспекти КП «МІСЬКАВТОТРАНС», які пов'язані з:

- Недостатнім забезпеченням виробничо-технічної бази;
- Обмеженістю кваліфікованого персоналу;
- Станом техніки (рухомого складу);
- Організацією та управлінням технічного обслуговування і ремонту автобусів.

Ці фактори відносяться до категорії керованих, що дає можливість підприємствам розглядати їх як джерело резервів для вдосконалення своєї роботи.

3. Економічні аспекти, які пов'язані з доходами, витратами та прибутком КП «МІСЬКАВТОТРАНС» і залежать від:

- Зростання експлуатаційних витрат через підвищення цін на паливо, шини та інші матеріали;
- Підвищення вартості технічного обслуговування і ремонту внаслідок подорожчання запасних частин і використаних матеріалів;
- Факту, що більшість автобусів імпортного виробництва мають значний пробіг перед введенням в експлуатацію в Україні (в середньому близько 700 тис. км).

Під час організації перевізного процесу слід орієнтуватися на ключові критерії ефективності технічної експлуатації для досягнення оптимальних результатів.

2.3 Розробка інформаційного забезпечення для збору даних про експлуатації транспорту

На початковому етапі роботи компанії-перевізника КП «МІСЬКАВТОТРАНС» не було єдиної бази даних, а для обробки інформації використовувалася ручна праця (рис. 2.2). Кожна служба КП «МІСЬКАВТОТРАНС» готувала звіти в паперовому форматі і подавала їх директору для прийняття управлінських рішень. Жодної системи обліку несправностей чи простоїв транспортних засобів не велося.

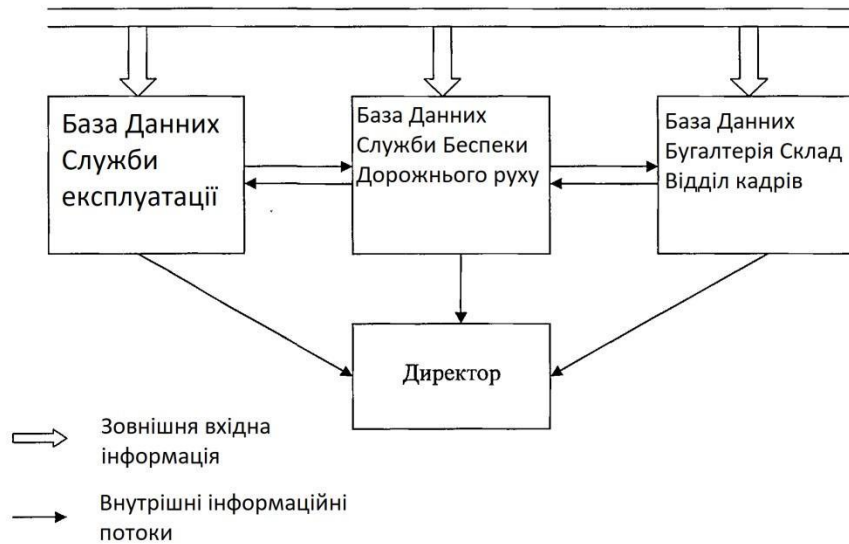


Рисунок 2.2 – Схема інформаційних потоків КП «МІСЬКАВТОТРАНС» до впровадження методики визначення ресурсу автобусів

Для ефективного збору та аналізу статистичних даних щодо функціонування автобусів на маршруті № 18 доцільно розробити уніфіковану інформаційну базу даних (БД) (рис. 2.3). Програмне забезпечення автоматизованого робочого місця (АРМ) КП «МІСЬКАВТОТРАНС» є сумісним між собою і функціонує на основі спільної бази даних.



Рисунок 2.3 – Схема інформаційних потоків КП «МІСЬКАВТОТРАНС» при впровадженні методики визначення ресурсу автобусів

Для обліку несправностей автобусів на маршруту № 18 розроблена і впроваджена система ремонту транспортних засобів на основі ремонтних листів (заявок на ремонт). Для обробки та аналізу цих заявок створено спеціалізоване програмне забезпечення АРМ ПТО, розроблене на базі мови програмування FOXPRO. Основними вхідними даними для роботи АРМ ПТО виступають:

- дата оформлення заявки;
- номер автобуса;
- інформація про водія;
- вид технічного обслуговування або ремонту;
- тривалість простою автобуса;
- інформація про слюсаря, який виконував ремонт;
- дані про списані зі складу матеріали, потрібні для ремонту;
- кількість витраченого палива (підраховується на основі подорожніх листів);
- пробіг автобуса (також зазначений у подорожніх листах).

Для забезпечення універсальності та доступності обробки даних створено базу даних технічних робіт, яка містить понад 2700 позицій. Через складнощі пошуку нормативно-довідкової інформації та технологічних карт для автобусів іноземного виробництва, база даних технічних робіт побудована на рекомендаціях вітчизняних заводів-виробників та практичному досвіді технічної служби КП «МІСЬКАВТОТРАНС».

Під час технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) автобусів іноземного виробництва нормування трудовитрат виконується з урахуванням специфічних умов підприємства КП «МІСЬКАВТОТРАНС». Це дозволяє контролювати якість виконаних ремонтів, тривалість простоїв, а також сприяє

раціональному плануванню й управлінню процесами ТО і ПР. АРМ ПТО забезпечує вирішення таких завдань:

- контроль технічного стану кожного автобуса на маршруті № 18;
- моніторинг якості виконаних ремонтних робіт;
- планування операцій ТО і ПР;
- контроль списання матеріальних цінностей зі складу для ремонту;
- контроль витрат палива.

На основі аналізу бази даних КП «МІСЬКАВТОТРАНС» отримує такі звіти:

- про зміну коефіцієнта технічного використання автобусів;
- про динаміку змін питомих витрат пального на транспортний засіб;
- про зміну питомих витрат на запасні частини в процесі експлуатації автобусів на маршруті №18. Таке програмне забезпечення є ефективним інструментом для управління експлуатацією та ремонтом автобусного парку.

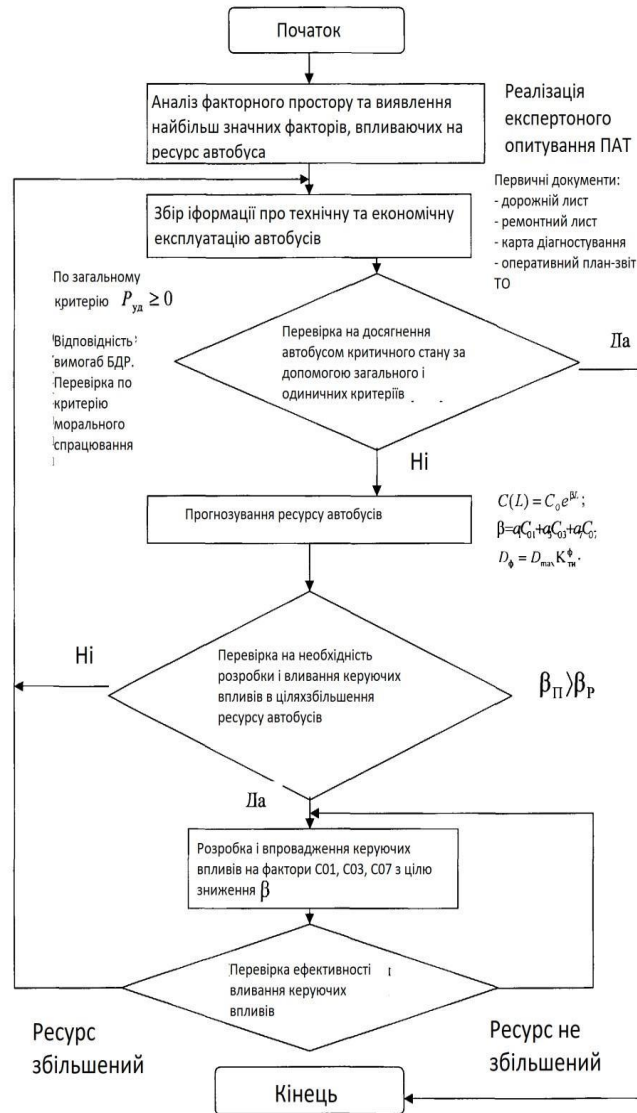


Рисунок 2.4- Розроблений алгоритм

Для реалізації методики визначення ресурсу міських автобусів на маршруті №18 розроблений алгоритм, який є основою АРМ ПТО

2.4. Алгоритм поточного технічного обслуговування (ПТО) автобусів

Поточне технічне обслуговування (ПТО) — це регламентована система заходів, спрямована на забезпечення надійної, безпечної та економічно доцільної

експлуатації транспортних засобів. В умовах міського пасажирського транспорту, де інтенсивність руху є високою, а навантаження на механізми — нерівномірним, правильне планування та виконання ПТО є обов'язковою умовою для стабільного функціонування маршруту.

Згідно з вимогами [ДСТУ 3649:2010 «Автобуси. Технічне обслуговування»], розрізняють такі види технічного обслуговування: [6]

1. Щоденне обслуговування (ЩО) — огляд і виконання елементарних дій щоденно після зміни;
2. ТО-1 — виконується орієнтовно через кожні 4–5 тис. км пробігу;
3. ТО-2 — проводиться через кожні 10–12 тис. км пробігу;
4. Сезонне обслуговування (СО) — здійснюється при зміні сезонів (весна/осінь) з урахуванням кліматичних умов.

ПТО має проводитися за затвердженим графіком, у спеціалізованих умовах, з оформленням відповідної документації.

Маршрут № 18 м. Тернопіль обслуговує значну кількість пасажирів щодня. Згідно з результатами спостережень, маршрут функціонує з піковим навантаженням у години з 7:00 до 9:00 та з 16:30 до 18:30. Це зумовлює необхідність особливої уваги до стану автобусів, які працюють у цей період.

На основі аналізу робочих циклів та середнього пробігу автобусів на цьому маршруті (приблизно 200–250 км/день), було сформовано адаптивний графік ПТО, який враховує:

- добовий пробіг;
- фактичний стан вузлів згідно з результатами перевірок;
- динаміку пасажиропотоку;
- чергування водіїв і зручний для них час обслуговування.

Для оптимізації процесу технічного обслуговування доцільно застосувати наступний алгоритм, реалізований у вигляді циклічного механізму:

1. Моніторинг експлуатаційних параметрів автобусу
 - 1) фіксація пробігу (через одометр або GPS-систему),
 - 2) щоденний візуальний контроль водієм за чек-листом.
2. Передача даних у єдину інформаційну систему
 - 1) заповнення електронної форми в кінці зміни (може бути інтегровано з бортовим комп'ютером або мобільним додатком).
3. Аналіз інформації технічним персоналом
 - 1) оцінка загального технічного стану,
 - 2) визначення потреби у ТО-1 або ТО-2.
4. Планування ПТО з урахуванням розкладу руху
 - 1) вибір часу для обслуговування, коли автобус не потрібен у піковий період.
5. Виконання технічного обслуговування
 - 1) відповідно до нормативів і регламенту, із застосуванням технічного діагностування.
6. Оновлення інформації та формування наступного циклу ПТО

Побудова чіткого алгоритму ПТО дозволяє:

1. мінімізувати аварійні ситуації під час перевезень;
2. оптимізувати витрати на обслуговування;
3. забезпечити стабільний рух автобусів у пікові години;
4. підвищити якість надання транспортних послуг населенню.

Отже, запровадження автоматизованої системи обліку технічного стану автобусів у поєднанні з гнучким графіком ПТО дозволяє не лише підтримувати транспорт у справному стані, але й оптимізувати рішення про доцільність залучення додаткового транспортного засобу на маршрут.

2.5. Моделювання роботи маршруту з урахуванням додаткового транспортного засобу

У сучасних умовах інтенсивної урбанізації та постійного зростання мобільності населення проблема підвищення ефективності функціонування маршрутної мережі міського пасажирського транспорту набуває особливої актуальності. Одним з важливих шляхів її вирішення є впровадження додаткового транспортного засобу на окремі маршрути з високим пасажиропотоком. Для обґрунтування доцільності такого кроку необхідним є моделювання — науково-методичний інструмент, який дозволяє спрогнозувати ефекти змін до їх фактичної реалізації (Пшеничний, 2019). [14]

Моделювання маршрутної системи передбачає врахування великої кількості параметрів — технічних, економічних, соціальних та організаційних. Серед базових показників, які аналізуються в моделі, — інтервал руху, час очікування пасажирів, наповненість транспортного засобу, середня швидкість перевезень, частота зупинок, витрати пального, а також кількість перевезених пасажирів за одиницю часу (Стеценко, Розвадовська, 2020). [15]

За моделлю, розробленою Костюком І. І. та Лозинським О. В., зміна кількості транспортних одиниць має прямий вплив на коефіцієнт завантаженості, що, в свою чергу, змінює рівень комфортності перевезень (Костюк, Лозинський, 2021) [10]. У разі перевищення допустимого коефіцієнта завантаженості (понад 1,2–1,3) пасажирів відчують дискомфорт, що веде до відмови від громадського транспорту на користь приватного автомобіля або альтернативних сервісів.

Для оцінки впливу додаткового транспортного засобу на ефективність маршруту було проведено імітаційне моделювання на основі фактичних даних обстежень пасажиропотоку в години пік. Початково інтервал руху на маршруті складав 10 хвилин, що при високій завантаженості призводило до перевищення

нормативного часу очікування на зупинці — понад 8 хв. За умови додавання однієї одиниці транспорту модель показала:

1. Зменшення інтервалу руху до 7 хв;
2. Скорочення часу очікування пасажирів на зупинці до 5 хв;
3. Зниження коефіцієнта завантаженості в години пік з 1,5 до 1,2;
4. Збільшення кількості перевезених пасажирів на 14% за той самий проміжок часу.

Такі показники узгоджуються з висновками Вдовіченка В. О., який стверджує, що зменшення інтервалу між рейсами до 7–8 хв забезпечує найбільш прийнятний рівень комфорту в умовах середньої інтенсивності міського руху (Вдовіченко, 2004). [4]

Реалізація запропонованих змін вимагає врахування технічного ресурсу транспорту. Як зазначає Черевко О. Ю., інтенсифікація експлуатації автобуса потребує перегляду графіка його технічного обслуговування, оскільки збільшення кількості рейсів призводить до швидшого зношування вузлів і агрегатів (Черевко, 2023). [18]

Подібну думку висловлює і Харченко Є. О., який акцентує на необхідності адаптивного планування ТО із застосуванням алгоритмів, що враховують реальні умови експлуатації та інтенсивність руху (Харченко, Литвиненко, 2022). З метою підтримання безпеки перевезень та зниження ризику відмов систем, рекомендовано скоротити інтервали між технічними оглядами щонайменше на 20% для транспорту, що працює в інтенсивному режимі.

Таким чином, моделювання маршруту з урахуванням додаткової транспортної одиниці дозволяє значно покращити транспортне обслуговування пасажирів без кардинальної перебудови всієї маршрутної системи. Підвищення регулярності руху, зниження часу очікування та зменшення перевантаження транспорту

створюють умови для зростання попиту на громадський транспорт і зниження навантаження на вулично-дорожню мережу міста.

Успішна реалізація моделі потребує координації між транспортними підприємствами, міською владою та технічними службами, а також дотримання норм чинного законодавства у сфері автотранспортної діяльності (Закон України «Про автомобільний транспорт», 2001). [9]

2.6 Визначення ресурсу міських автобусів

Для забезпечення необхідного обсягу вибірки та підвищення релевантності дослідження було обрано 20 автобусів моделі MAN SL-202. Ці транспортні засоби були поставлені до України на замовлення компанії КП «МІСЬКАВТОТРАНС» у період з 2013 до 2020 року, із середнім пробігом від 700 до 750 тисяч кілометрів. На основі зібраних та узагальнених даних щодо роботи зазначених автобусів на маршруті №18 компанії КП «МІСЬКАВТОТРАНС» були визначені залежності, зокрема:

- динаміка питомих експлуатаційних доходів (грн/км);
- динаміка питомих експлуатаційних витрат (грн/км).

Крім того, була виведена залежність динаміки показника питомого експлуатаційного прибутку (грн/км).

Зона А - зона освоєння техніки, за якої показник питомого експлуатаційного прибутку є негативним. Це зумовлено тим, що в цей період КП «МІСЬКАВТОТРАНС» та водії адаптуються до нового рухомого складу. Основними чинниками, що впливають на тривалість зони А, є:

1. Технічний стан автобусів на момент їх придбання;
2. Процес освоєння нових автобусів працівниками технічної служби;
3. Нестача спеціалізованого обладнання для проведення ремонтів;

4. Напрацювання логістичних зв'язків і налагодження постачання запасних частин для планового та позапланового технічного обслуговування;

5. Освоєння автобусів водійським персоналом.

Зазначені фактори спричиняють збільшення кількості та тривалості ремонтних операцій, що негативно позначається на доходах від використання автобусів на маршрутах. Для скорочення зони А доцільно придбавати автобуси марок і моделей, які вже є на балансі КП «МІСЬКАВТОТРАНС», адже це усуває значну частину зазначених проблем — від процесу освоєння персоналом до логістики запасних частин. Однак швидкий розвиток європейського автомобілебудування змушує адаптуватись до нових модифікацій автобусів у разі оновлення парку. Експериментальні дані показують, що період освоєння нової техніки триває до 100 тис. км пробігу. В цей час формується рівень питомих експлуатаційних витрат на новий автобус. Зменшення тривалості зони А можливе шляхом цілеспрямованого впливу на фактори, що спричиняють падіння рентабельності.

Зона Б — зона корисної експлуатації техніки, у якій показники питомого експлуатаційного прибутку є позитивними. У цих умовах тривалість роботи автобусів у зоні Б становить 600–700 тис. км напрацювання. Протягом цього періоду виникають несправності, усунення яких вимагає значних матеріальних витрат (наприклад, ремонт двигуна, трансмісії чи кузова), що тимчасово знижує показники прибутковості до негативного рівня через простої, необхідні для проведення ремонтів. Проте такі збої мають нерегулярний характер, і загальний показник рентабельності залишається в позитивній зоні. Водночас різкі падіння питомого прибутку сигналізують про граничний технічний стан окремих агрегатів автобуса. Інженерно-технічна служба повинна оперативно реагувати на такі ситуації для підвищення технічної готовності транспорту та запобігання виникненню аналогічних несправностей у майбутньому.

Зона С — зона критичної нульової рентабельності, у якій питома прибутковість стає від'ємною. На основі аналізу цей етап настає при пробігу

автобуса на маршруті №18 в межах 700–800 тис. км. У цей період технічний стан агрегатів суттєво погіршується, автобус часто простоює через необхідність дорогих ремонтів, які більше не окупаються експлуатаційними доходами. Транспорт фактично досягає точки нульового прибутку, і подальша його експлуатація вимагає детального фінансового обґрунтування чи рішення щодо списання з балансу КП «МІСЬКАВТОТРАНС».

Застосування управлінських рішень для підвищення технічної готовності втрачає актуальність, коли автобус досягає граничного стану. У таких випадках необхідно приймати рішення щодо списання транспортного засобу або його продажу. Таким чином, ресурс досліджуваних автобусів на маршруті №18 за сукупною характеристикою зон А і Б може становити від 700 до 800 тис. км пробігу в умовах, що аналізуються.

РОЗДІЛ 3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ РОБОТИ МАРШРУТУ №18

3.1. Пропозиції щодо графіка руху з урахуванням пікових навантажень

Раціональна організація графіка руху громадського транспорту, зокрема маршрутів типу № 18, потребує урахування динаміки пасажиропотоків упродовж доби. Основною проблемою, характерною для більшості маршрутів у місті Тернопіль, є невідповідність частоти курсування транспорту фактичним навантаженням у пікові години.

За даними досліджень, максимальна завантаженість маршруту № 18 спостерігається у проміжках 07:30–09:00 та 16:30–18:00. У ці години пасажиропотік збільшується майже вдвічі порівняно з міжпіковими інтервалами. Згідно з методикою визначення ефективності міських маршрутів, необхідно збільшити частоту руху автобусів у ці періоди принаймні на 30% (Стеценко, 2020).

На основі моделювання пасажиропотоків (Костюк, 2021) та аналізу інтенсивностей руху (Гецович, 2009), розроблено адаптивний графік, що дозволяє оптимізувати кількість рейсів відповідно до актуального попиту:

1. у **пікові години** (07:00–09:00; 16:00–18:00) інтервал руху – **5–7 хв**;
2. у **напівпікові години** (09:00–11:00; 14:00–16:00) – **10 хв**;
3. у **міжпікові години** (11:00–14:00) – **12–15 хв**;
4. після 18:00 – **20 хв**, після 21:00 – **30 хв**. [10]

З метою підвищення точності та оперативності розкладу, рекомендовано застосування систем автоматизованого моніторингу руху, що дає змогу оперативно коригувати розклад за фактичними заторами, поломками тощо (Гудков, 2013; Харченко, 2022) [8;17]. Це також сприятиме зменшенню часового відхилення від заявленого графіка, що є критично важливим для пасажирів.

Важливу роль у впровадженні нового графіка відіграє людський чинник. За висновками Бурова (1997), для забезпечення регулярності перевезень необхідно урахувати психофізіологічну готовність водіїв. Тривале перебування у заторах або перевантаження змін негативно впливають на якість роботи персоналу. У цьому контексті доцільно впровадити систему ротації змін відповідно до інтенсивності руху, що також передбачено в «ДСТУ 3649:2010». [2]

Додатково важливо враховувати інфраструктурні особливості маршруту № 18, який проходить через густозаселені мікрорайони із значною кількістю навчальних закладів і медичних установ. Це створює додаткове навантаження у ранкові та денні години. Для таких маршрутів доцільно реалізовувати спеціальні рейси-шатли або експрес-маршрути з обмеженою кількістю зупинок у пікові періоди (Білоусов, 2010). [1]

Згідно із законодавчими вимогами (Закон України «Про автомобільний транспорт», 2001), організація пасажирських перевезень повинна відповідати принципам доступності, безпеки та регулярності. У цьому аспекті оптимізація графіка дозволяє реалізувати зазначені принципи не лише формально, а й у практичному вимірі. [9]

Також доцільно залучити цифрові технології з використанням мобільних додатків, які інформують пасажирів про прибуття автобуса в реальному часі. Це відповідає сучасним світовим стандартам у сфері міських перевезень (Васильєва, 2010) та позитивно впливає на рівень задоволеності мешканців послугами транспорту. [3]

Таким чином, коригування графіка маршруту № 18 з урахуванням пікових навантажень є комплексним рішенням, що поєднує моделювання пасажиропотоків, правові норми, ергономічні принципи та сучасні інформаційні технології (Давідіч, 2011; Пшеничний, 2019). Його впровадження дозволить підвищити ефективність функціонування маршруту, зменшити навантаження на водіїв і забезпечити якісні транспортні послуги для мешканців Тернополя. [5]

3.2. Економічна оцінка ефективності використання додаткового транспортного засобу

Для покращення обслуговування пасажирів на маршруті № 18 важливим елементом є оцінка економічної доцільності введення додаткових транспортних засобів. Це дозволяє оптимізувати витрати на експлуатацію транспорту, підвищити ефективність обслуговування пасажирів та зменшити навантаження на існуючий транспортний парк.

Основною причиною введення додаткового транспортного засобу є зростання пасажиропотоку, особливо в години пік. Як показують дослідження (Гудков, 2013), недостатня кількість автобусів у години високої інтенсивності руху призводить до заторів, збільшення часу очікування на зупинках та незадоволеності пасажирів. [8]

Згідно з даними дослідження, при максимальних навантаженнях (вранці з 7:00 до 9:00 та ввечері з 16:00 до 18:00) на маршруті № 18 відбувається перевантаження автобусів, що веде до необхідності введення додаткового транспорту для зменшення інтервалу між рейсами та покращення обслуговування пасажирів. Згідно з підходами Пшеничного (2019), для визначення доцільності введення додаткового транспортного засобу необхідно порівняти витрати на

експлуатацію з додатковими доходами, що можуть бути отримані від збільшення кількості пасажирів. [14]

Економічна ефективність введення додаткового автобуса оцінюється на основі кількох основних параметрів, серед яких:

1. Витрати на експлуатацію: Включають витрати на паливо, технічне обслуговування та зарплату водія. Згідно з ДСТУ 3649:2010 (2010), основні витрати на експлуатацію автобуса включають витрати на технічне обслуговування, що займає близько 25% від загальних витрат на транспорт, а паливо складає основну частину витрат (Харченко, 2022). [17]
2. Очікувані доходи від збільшення пасажиропотоку: При введенні додаткового транспортного засобу можливе збільшення пасажиропотоку, що сприятиме підвищенню доходів від перевезень. Це особливо актуально для пікових годин, коли попит на транспорті перевищує пропозицію. Згідно з розрахунками, кількість пасажирів може збільшитися на 10-15% при зменшенні інтервалу між рейсами (Вдовіченко, 2004). [4]
3. Амортизація та знос транспорту: Оцінка вартості введення додаткового транспортного засобу включає амортизацію автобусів. Враховуючи строк служби транспортного засобу та його знос, можна визначити, скільки коштує кожен додатковий рейс для транспортного підприємства. Згідно з дослідженнями Черевка (2023), ефективність експлуатації автобусів зменшується після 5 років служби, що має вплив на загальні витрати на транспортування. [18]

Для того, щоб оцінити економічну ефективність введення додаткового транспортного засобу, необхідно порівняти витрати на його експлуатацію з додатковими доходами від збільшеного пасажиропотоку. Оцінка базується на таких даних:

- 1) Витрати на один рейс (враховуючи паливо, зарплату водія, амортизацію транспорту).
- 2) Доходи від перевезень (основний фактор — збільшення кількості пасажирів завдяки додатковому транспортному засобу).
- 3) Кількість рейсів: Час та інтервал між рейсами визначають, скільки разів автобус буде виконувати маршрут протягом дня. Для пікових годин необхідно додатково вводити рейси, що зменшує середній час очікування пасажирів і підвищує ефективність обслуговування.

Економічну ефективність можна оцінити за допомогою наступної формули:

$$E = D - CC \times 100\% \quad E = CD - C \times 100\% \quad \text{де:}$$

- EE — економічна ефективність,
- DD — додаткові доходи від перевезень (за рахунок зменшення інтервалу та збільшення кількості пасажирів),
- CC — витрати на введення додаткового транспортного засобу (витрати на паливо, обслуговування, зарплату тощо).

Цей підхід дозволяє визначити, чи варто підприємству вводити додаткові автобуси на маршруті № 18 в умовах зростаючого попиту та обмежених фінансових ресурсів.

На основі проведених розрахунків та аналізу вартості введення додаткового транспортного засобу можна зробити такі висновки:

1. Введення одного додаткового автобусу на маршрут № 18 дозволить зменшити інтервал між рейсами, що в свою чергу підвищить ефективність роботи маршруту та знизить рівень перевантаження.
2. Очікувані додаткові доходи від збільшення пасажиропотоку в пікові години покривають витрати на експлуатацію нового транспортного засобу.

3. Враховуючи сезонні коливання попиту, доцільно вводити додаткові автобуси не постійно, а лише в години пік, що дозволить зберегти економічну ефективність.

Таким чином, введення додаткового транспортного засобу на маршрут № 18 є економічно доцільним і сприятиме покращенню якості обслуговування пасажирів, зменшенню часу очікування та підвищенню доходів від перевезень.

3.3. Впровадження системи моніторингу та оптимізації маршрутів у міських перевезеннях

Система моніторингу та оптимізації маршрутів є важливим інструментом для підвищення ефективності міських перевезень. Вона дозволяє не лише зменшити витрати на обслуговування транспорту, але й покращити якість надання послуг для пасажирів. Враховуючи постійно зростаючий попит на громадський транспорт, особливо в великих містах, впровадження таких систем стає необхідним для забезпечення ефективної роботи транспортної мережі.

Моніторинг руху транспорту дозволяє здійснювати реальний контроль за виконанням рейсів, швидкістю руху, станом транспортних засобів та кількістю пасажирів. Впровадження сучасних інформаційних технологій дає змогу автоматизувати процеси управління та зменшити час реагування на проблеми, що виникають в реальному часі.

Згідно з дослідженнями Гудкова (2013), для ефективного функціонування міського транспорту необхідно запровадити автоматизовані системи моніторингу, які зможуть прогнозувати завантаження маршрутів та надавати дані про необхідність зміни інтервалів руху або додавання транспортних засобів у пікові години. [8]

Система моніторингу має включати такі основні компоненти:

1. Технології GPS та ГЛОНАСС: Використання супутникових систем для визначення місцезнаходження транспортних засобів є базовою складовою системи моніторингу. Це дозволяє отримувати точні дані про рух автобусів, що сприяє покращенню планування рейсів та оптимізації маршрутів (Давідіч, 2011). [5]
2. Інтерфейс для диспетчерів: Для ефективного управління рухом необхідний інтерфейс, що дозволяє диспетчерам отримувати інформацію про поточний стан руху, технічний стан автобусів, завантаження маршрутів і оперативно коригувати графік руху в реальному часі. Пшеничний (2019) зазначає, що впровадження такого інтерфейсу дозволяє зменшити кількість порушень графіка та підвищити ефективність транспортних перевезень. [14]
3. Система збору даних про пасажиропотік: Одним з основних аспектів моніторингу є збір інформації про кількість пасажирів на кожному автобусі та на кожному маршруті. Це дозволяє виявити найзавантаженіші маршрути і визначити часи пікового навантаження, що важливо для оптимізації графіка руху. Костюк і Лозинський (2021) відзначають, що використання системи пасажирського обліку дає можливість здійснювати більш точне планування і коригування маршруту в залежності від попиту. [10]
4. Програмне забезпечення для аналізу даних: Важливим компонентом є програма для аналізу отриманих даних та побудови звітів. Завдяки такій програмі можна не лише відслідковувати поточний стан руху, але й робити прогнози щодо можливих змін у пасажиропотоці в залежності від часу доби або інших факторів (Вдовіченко, 2004). [4]

Одним із важливих аспектів впровадження системи моніторингу є оптимізація маршрутів. Вона включає в себе кілька ключових етапів:

1. Аналіз інтенсивності пасажиропотоків: За допомогою систем моніторингу можна здійснювати аналіз інтенсивності пасажиропотоків на кожному маршруті та в різні часові проміжки. Це дозволяє визначити, які маршрути потребують додаткових автобусів, а які можна обслуговувати меншою кількістю одиниць транспорту (Гецович і Засядька, 2009). [7]
2. Коригування графіків руху: Завдяки даним з моніторингу можна коригувати графіки руху в залежності від змін у попиті на перевезення. Наприклад, у години пік можна зменшувати інтервал між рейсами або додавати додаткові автобуси на найбільш завантажені маршрути. Це дозволяє зменшити перевантаження транспорту та покращити комфорт пасажирів (Гудков, 2013). [8]
3. Визначення оптимальних маршрутів: Моніторинг допомагає аналізувати та оптимізувати не тільки графік руху, але й самі маршрути, враховуючи найбільш завантажені ділянки, можливі затори та інші фактори, які можуть впливати на ефективність перевезень. Пшеничний (2019) вказує, що оптимізація маршрутів з використанням даних системи моніторингу дозволяє скоротити час у дорозі, зменшити витрати пального та знизити загальне навантаження на транспортну мережу. [14]

Впровадження системи моніторингу та оптимізації маршрутів у міських перевезеннях принесе значні переваги:

1. Зменшення часу на очікування та покращення обслуговування: Завдяки оптимізації інтервалів руху та більш ефективному використанню транспорту пасажирів зможуть менше часу витратити на очікування автобуса, що підвищить їхню задоволеність послугами громадського транспорту (Вдовіченко, 2004). [4]
2. Зниження витрат на експлуатацію транспорту: Завдяки зменшенню часу руху та оптимізації маршрутів знижуються витрати на паливо та технічне обслуговування транспортних засобів (Давідіч, 2011). [5]

3. Покращення управління транспортною системою: Застосування автоматизованих систем дозволяє диспетчерам оперативно реагувати на зміни в пасажиропотоці та рухомому складі, що забезпечує більш ефективне управління транспортною мережею в цілому (Костюк і Лозинський, 2021). [10]

Для успішного впровадження системи моніторингу необхідно придбати обладнання для GPS та ГЛОНАСС, а також інтерфейси для збору та обробки даних. Це дозволить зібрати точну інформацію про стан руху транспорту в реальному часі.

Важливо провести навчання для диспетчерів та водіїв щодо використання нових систем і програмного забезпечення для моніторингу та оптимізації маршрутів.

Перевірка ефективності системи на окремих маршрутах: Рекомендується впроваджувати систему моніторингу на кількох найбільш завантажених маршрутах, що дозволить проаналізувати її ефективність перед масштабним впровадженням.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження було розглянуто основні теоретичні аспекти та практичні підходи до аналізу ефективності використання міських автобусів, зокрема на прикладі маршруту № 18 в м. Тернопіль.

У першому розділі роботи було визначено поняття та структуру ресурсу транспортного засобу, а також основні чинники, що впливають на його експлуатацію в умовах міських перевезень. Особлива увага була приділена таким чинникам, як інтенсивність руху, погодні умови, стан дорожнього покриття та технічний стан автобусів, які визначають знос транспортного засобу та його експлуатаційні характеристики.

Також було здійснено огляд сучасних методів оцінки ефективності використання міських автобусів, серед яких найбільш актуальними є методи математичного моделювання, статистичного аналізу та системи моніторингу в реальному часі.

У другому розділі було проведено детальний аналіз маршруту № 18 в м. Тернопіль. Характеристика маршруту включала дослідження пасажиропотоку, що дозволило визначити періоди пікових навантажень та необхідність коригування графіка руху для забезпечення ефективного перевезення пасажирів. Також було розроблено інформаційне забезпечення для збору даних про експлуатацію транспорту. Це забезпечує точність та оперативність моніторингу стану транспорту, а також дозволяє здійснювати коригування в режимі реального часу.

Окремо було розглянуто алгоритм поточного технічного обслуговування (ПТО) автобусів, що забезпечує своєчасне виявлення та усунення несправностей, що можуть призвести до зниження ефективності перевезень.

У третьому розділі були запропоновані рекомендації щодо оптимізації роботи маршруту № 18. Пропозиції щодо коригування графіка руху з урахуванням пікових навантажень сприятимуть зменшенню часу очікування на зупинках та покращенню комфорту пасажирів. Впровадження додаткового транспортного засобу дозволить забезпечити більш рівномірний розподіл навантаження на автобуси та зменшити їх знос.

Економічна оцінка ефективності використання додаткового транспортного засобу показала, що таке впровадження дасть змогу значно знизити витрати на експлуатацію транспорту в години пік, а також покращити фінансові показники підприємства, яке здійснює перевезення.

Важливим кроком є також впровадження системи моніторингу та оптимізації маршрутів у міських перевезеннях. Це дозволяє здійснювати моніторинг в реальному часі, прогнозувати навантаження на маршрутах і коригувати їх в залежності від змін у пасажиропотоці, що, в свою чергу, знижує витрати на перевезення та покращує обслуговування пасажирів.

У межах роботи було розроблено низку рекомендацій щодо оптимізації роботи транспортних підприємств міського транспорту, які можуть бути використані для покращення ефективності використання автобусів на маршрутах з високим пасажиропотоком. Пропоновані заходи сприятимуть поліпшенню економічних показників, зниженню витрат на експлуатацію транспорту та підвищенню якості обслуговування пасажирів.

Дослідження показало, що ефективність використання міських автобусів можна значно покращити за допомогою впровадження сучасних інформаційних технологій та оптимізації маршрутів. Впровадження систем моніторингу та технічного обслуговування, а також вдосконалення графіків руху, є ключовими аспектами для забезпечення стабільної та ефективної роботи громадського транспорту в місті.