

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Підвищення ефективності управління пасажирськими перевезеннями  
автотранспортного підприємства у міському сполученні

Виконала: студентка 4 курсу, групи МНз

спеціальності \_\_\_\_\_

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Назаровець К.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Аулін В.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)





## РЕФЕРАТ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення ефективності управління пасажирськими перевезеннями автотранспортного підприємства у міському сполученні на прикладі приватного перевізника ТОВ «Терн Транс Сервіс» та магістрального автобусного маршруту №13 міста Тернополя (вул. Симоненка – Автовокзал – пр. Степана Бандери).

Об'єктом дослідження є процес організації та управління пасажирськими перевезеннями автотранспортного підприємства у міському сполученні, предметом – організаційні та технологічні особливості функціонування магістрального автобусного маршруту в умовах приватного перевізника. Мета роботи – обґрунтування шляхів удосконалення транспортного процесу задля підвищення ефективності перевезень, регулярності руху та якості обслуговування пасажирів.

У процесі виконання роботи проаналізовано чинну маршрутну мережу міста Тернополя, охарактеризовано ТОВ «Терн Транс Сервіс» як перевізника, досліджено особливості маршруту №13 та виявлено типові для галузі проблеми приватних автоперевізників міст обласного значення. Розглянуто можливості удосконалення графіка руху та впровадження цифрових технологій – системи GPS-моніторингу та електронного квитка.

За результатами дослідження розроблено рекомендації щодо запровадження диференційованого графіка руху на маршруті №13 з урахуванням нерівномірності пасажиропотоку, впровадження системи безконтактної оплати проїзду та автоматизованого диспетчерського контролю. Реалізація запропонованих заходів сприятиме підвищенню рівня транспортного обслуговування населення та розвитку міського громадського транспорту в контексті європейських стандартів сталої міської мобільності.

## Зміст

ВСТУП.....	5
АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ .....	6
1.1 Характеристика міста Тернополя як середовища функціонування міського пасажирського транспорту .....	6
1.2 Загальні відомості про ТОВ «Терн Транс Сервіс» .....	11
1.3 Аналіз маршруту №13 як основного об'єкта дослідження .....	13
1.4 Виявлення проблемних аспектів у діяльності приватних автоперевізників .....	18
1.5 Висновки до розділу 1 .....	21
ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ .....	24
2.1 Обґрунтування вибору методів оптимізації пасажирських перевезень на маршруті №13 .....	24
2.2 Дослідження динаміки пасажиропотоків та розрахунок диференційованих графіків руху .....	27
2.3 Модернізація системи безготівкової оплати шляхом впровадження додаткових стаціонарних валідаторів .....	30
2.4 Вдосконалення диспетчерського управління та зменшення затримок у центральной петлі маршруту .....	33
2.5 Оцінка ергономіки перевізного процесу та оптимізація режимів праці водіїв в умовах дефіциту кадрів .....	35
2.6 Висновки до розділу 2 .....	37
БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	39
3.1 Організація охорони праці, ергономіки та режимів відпочинку водіїв автобусів .....	39
3.2 Безпека пасажироперевезень, пожежна безпека та заходи з охорони довкілля .....	43
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	47

## ВСТУП

У сучасних умовах розвитку економіки України вдосконалення системи міських пасажирських перевезень є одним із ключових чинників забезпечення мобільності населення та стабільності муніципальної інфраструктури. Від якості організації роботи пасажирського автотранспорту безпосередньо залежить ефективність функціонування міських зв'язків. Тому дослідження процесів управління перевезеннями приватних підприємств у міському сполученні є актуальним завданням транспортної науки та муніципального менеджменту.

В умовах воєнного стану, нестабільності ринку пально-мастильних матеріалів, дефіциту водіїв та необхідності оптимізації операційних витрат перевізники змушені шукати гнучкі підходи до організації своєї діяльності. Традиційні методи формування графіків руху часто не враховують реальні коливання пасажиропотоків протягом доби, а також аналітичні можливості сучасних цифрових технологій.

ТОВ «Терн Транс Сервіс» є одним із приватних перевізників міста Тернополя, що обслуговує три магістральні автобусні маршрути міста (№13, 28, 42), у тому числі маршрут №13 (вул. Симоненка – Автовокзал – пр. Степана Бандери), який з'єднує східну житлову частину міста через центральний вузол з лікарняним кварталом та проспектом Бандери.

Актуальність обраної теми зумовлена соціально-економічною значущістю міських перевезень та потребами вдосконалення транспортної системи України в умовах євроінтеграційних процесів і впровадження принципів сталої міської мобільності (Sustainable Urban Mobility). Запропоновані у роботі рішення мають практичну цінність і можуть бути використані для удосконалення діяльності приватних автоперевізників в обласних центрах України.

## АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

### 1.1 Характеристика міста Тернополя як середовища функціонування міського пасажирського транспорту

Місто Тернопіль – адміністративний центр Тернопільської області та Тернопільської міської територіальної громади, важливий транспортний вузол західного регіону України. Місто розташоване на берегах річки Серет і характеризується унікальним географічним та планувальним ландшафтом, центральним елементом якого є штучна водойма – Тернопільський став. Цей географічний фактор безпосередньо впливає на конфігурацію міської вулично-дорожньої мережі, оскільки обмежує прямі транспортні зв'язки між західними та східними районами міста, змушуючи основні потоки пасажирського транспорту концентруватися на декількох магістральних артеріях (зокрема, вулицях Руській, Замковій, проспекті Степана Бандери).

За оцінкою Головного управління статистики у Тернопільській області, чисельність наявного населення міста на початок 2025 року становить близько 224 тис. осіб. Проте з урахуванням внутрішньо переміщених осіб (ВПО), які прибули та інтегрувалися в життєдіяльність міста після початку повномасштабної війни, фактична кількість мешканців, що формують щоденний сталий попит на послуги громадського транспорту, є суттєво більшою. Окрім того, Тернопіль є центром агломерації, що зумовлює наявність потужної маятникової міграції: щодня тисячі жителів приміських сіл та селищ прибувають до міста з трудовою, навчальною або культурно-побутовою метою, створюючи додаткове навантаження на міську пасажирську транспортну систему.



міста за Тернопільським ставом. Окрім значного житлового фонду, є потужним студентським хабом, де зосереджені заклади вищої освіти (ЗВО), що формує пасажиропотоки молоді. Промислові зони та мікрорайон «Пронятин» – характеризуються локалізацією виробничих і логістичних підприємств (переважно у північно-східній частині міста), що створює стабільні вектори для трудових поїздок працівників.

Аналіз просторового розміщення зазначених зон свідчить, що ефективність функціонування міста як цілісного організму критично залежить від якості роботи пасажирського транспорту. Тривалість поїздки пасажирів від місць проживання до місць праці чи навчання є одним із головних індикаторів соціально-економічного комфорту проживання в місті.

Сучасна система міського пасажирського транспорту Тернополя представлена двома взаємодоповнюючими видами: автомобільним (автобусним) та електричним (тролейбусним) транспортом. За даними Управління транспортних мереж та зв'язку Тернопільської міської ради, ринок регулярних пасажирських перевезень спільно забезпечують комунальний сектор (в особі КП «Тернопільелектротранс» та КП «Міськавтотранс») і приватні перевізники, які працюють на умовах договорів за результатами публічних конкурсів.

У структурі рухомого складу пасажирського транспорту міста протягом останніх років триває планомірна та комплексна модернізація. Міська транспортна політика спрямована на послідовний відхід від експлуатації застарілих моделей автобусів малого класу (таких як «Богдан А-092», «БАЗ-А079» перших модифікацій) на користь сучасного низькопідлогового або напівнизькопідлогового рухомого складу великої та середньої місткості вітчизняних та європейських виробників. Це дозволяє не лише збільшити провізну здатність найбільш завантажених магістралей, а й виконати жорсткі нормативні вимоги щодо забезпечення інклюзивності та доступності транспорту для маломобільних груп населення, осіб з інвалідністю та пасажирів з дитячими візками.

Важливим кроком у цьому напрямку стало виконання міських цільових програм. Протягом 2022-2024 років у рамках Програми розвитку пасажирського транспорту в Тернополі було оновлено 69 одиниць громадського транспорту. Модернізація відбувалася переважно через поповнення парків комунальних підприємств, що дозволило місту сформувати надійний каркас гарантованих соціальних перевезень.

Проте приватний сектор перевезень також залишається невід'ємною складовою транспортного балансу міста, обслуговуючи значну кількість пасажирських маршрутів. З метою впорядкування ринку та підвищення вимог до якості обслуговування, Тернопільська міська рада проводить регулярні конкурси. За результатами масштабного конкурсу з перевезення пасажирів на автобусних маршрутах загального користування в Тернополі, проведеного 22 квітня 2025 року, право на обслуговування міської мережі було розподілено між комунальними та приватними суб'єктами господарювання. Відповідно до офіційних рішень виконавчого комітету ТМР, провідними перевізниками є КП «Тернопільелектротранс» та КП «Міськавтотранс», ПрАТ «Тернопільське АТП-16127», ТОВ «Менс-Авто», ТОВ «Мега-Сервіс», ТОВ «Терн Транс Сервіс» та інші приватні перевізники та фізичні особи-підприємці.

Логічним продовженням транспортного конкурсу та системних реформ стало впровадження нової просторової та операційної моделі пасажирських сполучень. З 25 червня 2025 року в Тернополі почала офіційно функціонувати оновлена мережа громадського транспорту. Головною метою цієї реформи було приведення міських маршрутів у відповідність до чинного законодавства (обмеження руху суворо межами Тернопільської міської територіальної громади), усунення дублювання маршрутів електричного та автомобільного транспорту, а також оптимізація сполучень для новозбудованих житлових кварталів.

В рамках реалізації міської стратегії з оптимізації та розвитку пасажирських сполучень у Тернопільській міській територіальній громаді

було реалізовано певні заходи. Наприклад, впровадження нових та раціоналізація діючих пасажирських маршрутів. Для покращення безпересадкових зв'язків між житловими масивами та центральною частиною міста було забезпечено стабільне функціонування магістрального автобусного маршруту №25 (вул. Золотогірська – проспект Злуки), що дозволило надійно сполучити мікрорайон «Дружба» зі східними житловими масивами. Крім того, до загальноміської мережі було успішно інтегровано новий автобусний маршрут №42 (вул. Тролейбусна – вул. Весела), право на обслуговування якого за результатами офіційного транспортного конкурсу отримало ТОВ «Терн Транс Сервіс». Ще один захід для покращення це синхронізація розкладів та оптимізація руху. Здійснено комплексне коригування графіків руху автобусних маршрутів загального користування. Головною метою цього заходу стала мінімізація надлишкового дублювання рейсів на основних магістральних коридорах міста (зокрема, по вулиці Руській та проспекту Степана Бандери), а також узгодження інтервалів руху автобусів приватних перевізників із графіками курсування комунального електричного транспорту (тролейбусів). І також підвищення провізної здатності на пасажиронапружених напрямках. З метою покращення транспортного обслуговування населення та скорочення часу очікування на зупинках було збільшено планову кількість рухомого складу на ключових напрямках. Зокрема, на маршруті №28, який обслуговується ТОВ «Терн Транс Сервіс», плановий випуск автобусів у вихідні дні було збільшено до 8 одиниць, що дало змогу стабілізувати інтервали руху та забезпечити нормативний рівень комфорту перевезень в умовах вихідного дня.

Таким чином, просторово-планувальна структура та сучасні реформи транспортної системи Тернополя формують динамічне середовище з високою інтенсивністю пасажиропотоків.

## 1.2 Загальні відомості про ТОВ «Терн Транс Сервіс»

Об'єктом дослідження у кваліфікаційній роботі є Товариство з обмеженою відповідальністю «Терн Транс Сервіс» – один із провідних приватних перевізників на ринку регулярних пасажирських перевезень Тернопільської міської територіальної громади. Системний аналіз організаційно-правової форми та виробничої структури даного підприємства є необхідною передумовою для розробки ефективних рішень щодо підвищення якості та безпеки пасажироперевезень у міському сполученні.

Підприємство зареєстроване як юридична особа приватної форми власності та функціонує відповідно до чинного законодавства України, Статуту компанії та укладених договорів з органами місцевого самоврядування (Управлінням транспортних мереж та зв'язку ТМР). Загальні реєстраційні та правові відомості про суб'єкт господарювання акумульовано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Реєстраційні відомості про ТОВ «Терн Транс Сервіс»

Показник	Значення
Повне найменування	Товариство з обмеженою відповідальністю «ТЕРН ТРАНС СЕРВІС»
Код за ЄДРПОУ	40281712
Організаційно-правова форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
Форма власності	Приватна
Дата державної реєстрації	17 лютого 2016 р.
Юридична адреса	47707, Тернопільська обл., Тернопільський р-н, с. Біла, вул. Морозенка, буд. 6
Керівник (директор)	Лагіш Юрій Ігорович
Розмір статутного капіталу	10 000 грн
Стан юридичної особи	Зареєстровано (діюче)

З логістичної точки зору, розташування виробничої бази підприємства безпосередньо на межі міської смуги має суттєве значення для формування раціональних схем організації пасажирських перевезень. Наближеність депо до ключових житлових масивів та промислових зон міста дозволяє значно знизити величину нульових пробігів рухомого складу під час ранкового виїзду на маршрути мережі та вечірнього повернення транспорту з лінії. Скорочення відстані між місцем дислокації автотранспортного підприємства та початковими пунктами пасажирських маршрутів безпосередньо впливає на зниження собівартості надання транспортних послуг, зменшення непродуктивних витрат робочого часу водіїв, а також забезпечує суттєву оптимізацію витрат паливно-мастильних матеріалів.

Функціональний потенціал та диверсифікація діяльності ТОВ «Терн Транс Сервіс» визначаються затвердженими кодами видів економічної діяльності (КВЕД ДК 009:2010). Структурний аналіз КВЕД дозволяє оцінити рівень автономності підприємства у забезпеченні повного циклу організації перевезень.

- КВЕД 49.31 – Пасажирський наземний транспорт міського та приміського сполучення (основний вид діяльності). Даний вектор визначає головне цільове призначення підприємства – забезпечення стабільного, безпечного та регулярного перевезення пасажирів автобусами середньої та великої місткості за затвердженими міськими маршрутами відповідно до умов публічних контрактів.

- КВЕД 45.20 – Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів та КВЕД. 33.12 – Ремонт і технічне обслуговування машин і устаткування промислового призначення. Наявність цих видів діяльності вказує на розвинену власну матеріально-технічну базу. Підприємство здатне самостійно виконувати щозмінне технічне обслуговування, перше та друге технічні обслуговування, а також поточний ремонт рухомого складу, що

зменшує простой техніки через несправності та підвищує коефіцієнт технічної готовності парку автобусів.

- КВЕД 45.31 – Оптова торгівля деталями та приладдям для автотранспортних засобів. Дозволяє підприємству оптимізувати ланцюги постачання запасних частин, компонентів та експлуатаційних матеріалів без посередників, що знижує витрати на підтримку технічної справності автобусів АТП.

- КВЕД 52.21 – Допоміжне обслуговування наземного транспорту. Охоплює діяльність, пов'язану з функціонуванням автобусних стоянок, збереженням техніки, організацією передрейсового контролю технічного стану рухомого складу та медичного огляду водіїв, що є обов'язковими ліцензійними вимогами у сфері безпеки дорожнього руху.

- КВЕД 77.11 – Надання в оренду автомобілів і легкових автотранспортних засобів. Створює додаткові можливості для комерційного використання резервних потужностей підприємства або тимчасово вільного рухомого складу на умовах лізингу чи оренди.

ТОВ "Терн Транс Сервіс" має повністю налагоджений організаційно-виробничий цикл. Це дає підприємству змогу не просто керувати рухом автобусів на маршрутах, а й самостійно забезпечувати їхній належний технічний стан. Такий підхід є базовою умовою для того, щоб підвищити загальну ефективність міських пасажирських перевезень.

### **1.3 Аналіз маршруту №13 як основного об'єкта дослідження**

Міський автобусний маршрут загального користування №13 (вул. Симоненка – пр. Степана Бандери – Автовокзал – Овочевий ринок) є одним із базових та найбільш завантажених елементів у структурі маршрутної

мережі, яку обслуговує ТОВ «Терн Транс Сервіс». Його детальний розгляд у межах цієї роботи дозволяє вивчити реальний стан організації перевізного процесу та виявити резерви для його оптимізації.

Для детального розуміння умов роботи маршруту доцільно проаналізувати його розширені техніко-експлуатаційні та технологічні показники:

- Протяжність маршруту в прямому напрямку: 7,0 км (довжина повного оборотного рейсу – 13,7 км);
- Тривалість одного оборотного рейсу: 52-55 хвилин (включаючи час на міжрейсовий відстій на кінцевих зупинках);
- Середня експлуатаційна швидкість руху: 15,2–16,5 км/год (показник суттєво знижується у години пік через ускладнення дорожньої обстановки);
- Плановий інтервал руху: у ранкові та вечірні години пік становить приблизно 6-7 хвилин, у міжпіковий період – 10-12 хвилин, а після 20:00 збільшується до 15-20 хвилин;
- Кількість графіків (автобусів на лінії): у будні дні плановий випуск становить 10 одиниць рухомого складу, у вихідні дні – до 6-7 одиниць;
- Встановлений тариф за проїзд: 20 грн;
- Режим роботи лінії: щоденно з 06:00 до 22:00.

За своєю просторовою конфігурацією маршрут №13 має лінійно-петлеподібну структуру. Основна частина траси пролягає паралельно в обох напрямках руху, поєднуючи північний та східний житлові масиви з центральною частиною міста. Автобуси відправляються від початкового пункту на вул. Симоненка (мікрорайон «Аляска»), проходять по вул. 15 Квітня та магістральному проспекту Степана Бандери (повз Східний масив, Парк Національного відродження та Центральний стадіон). Далі через проспект Злуки, вулиці Генерала Тарнавського, Збаразьку та Богдана Хмельницького транспортний потік виходить до Залізничного вокзалу.

У центральній частині міста маршрут утворює розгалужену односторонню петлю для охоплення пасажиронапружених торговельних та

адміністративних зон: від Залізничного вокзалу автобуси прямують через вулиці Князя Острозького та Шептицького до Автовокзалу й Овочевого ринку, після чого через вулиці Живова, Микулинецьку (район «Рогатки»), Торговицю та Коперника повертаються назад до центрального транспортного вузла, замикаючи петлю і розвертаючись у зворотному напрямку до мікрорайону «Аляска».

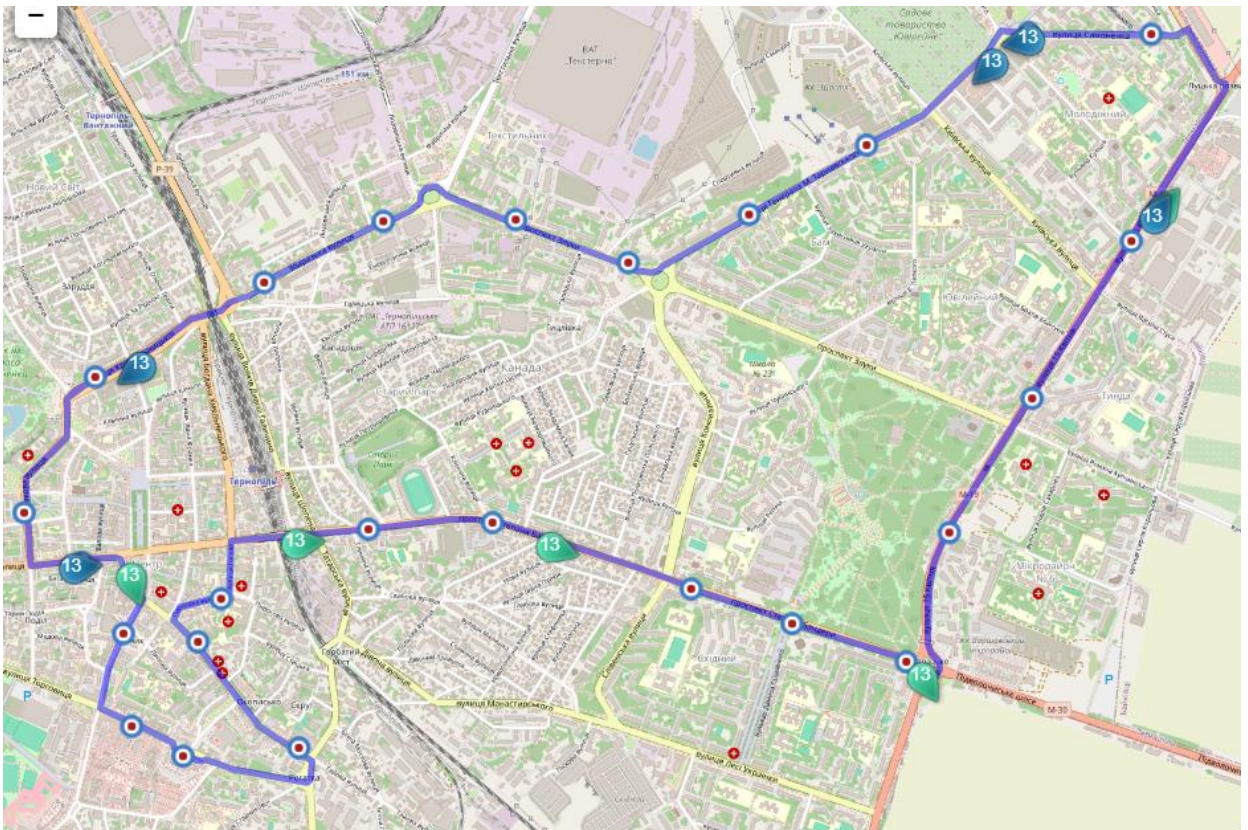


Рисунок 1.2 – Схема руху та розміщення зупинок на міському автобусному маршруті загального користування №13

Чітка послідовність усіх зупиночних пунктів у прямому напрямку (від вул. Симоненка до Овочевого ринку) має такий вигляд: вул. Симоненка → вул. 15 Квітня → бульвар Данила Галицького → Парк Національного відродження → Центральний стадіон → проспект Степана Бандери (ТЦ «Орнава») → Філармонія → проспект Злуки → Палац спорту → вул. Генерала Тарнавського → вул. Морозенка → вул. Збарзька → Залізничний

вокзал → вул. Князя Острозького → вул. Шептицького → Автовокзал (Центральний ринок) → Овочевий ринок.

У зворотньому напрямку (повернення на мікрорайон «Аляска» через «Рогатку» та центральне кільце): Овочевий ринок → вул. Микулинецька (Рогатка) → вул. Торговиця → вул. Коперника → Залізничний вокзал → вул. Збаразька → вул. Морозенка → вул. Генерала Тарнавського → Палац спорту → проспект Злуки → Філармонія → проспект Степана Бандери → Центральний стадіон → Парк Національного відродження → бульвар Данила Галицького → вул. 15 Квітня → вул. Київська → вул. Симоненка.

Аналіз умов руху на основі картографічних даних (рис. 1.2) показує, що на маршруті є кілька критичних «вузьких місць», де регулярно виникають затримки автобусів. Найбільш проблематичною є саме центральна петля: транспортні вузли біля Залізничного вокзалу, вулиці Князя Острозького, Шептицького та район ринку (вул. Торговиця). Через високу концентрацію приватного транспорту, хаотичне паркування та інтенсивні пішохідні потоки, пропускна здатність цих ділянок в години пік є мінімальною, що призводить до заторів і зриву планових інтервалів руху автобусів ТОВ «Терн Транс Сервіс».

Високе соціально-економічне значення маршруту №13 у загальноміській транспортній системі Тернополя безпосередньо визначається його багатофункціональністю та стійким попитом з боку різних верств населення. Оскільки траса маршруту поєднує великі периферійні райони з історичним та адміністративним ядром міста, вона одночасно задовольняє кілька критично важливих потреб громади.

Насамперед маршрут виконує вагому трудову функцію, забезпечуючи щоденний довіз мешканців щільнозаселених спальних масивів «Аляска» та «БAM» до місць праці в Центрі, північно-східній промисловій зоні та в районах локалізації великих торговельно-сервісних комплексів. Окрім цього, чітко вираженою є навчальна складова пасажиропотоку, адже автобуси

проходять повз заклади середньої, професійно-технічної та вищої освіти, що робить цей напрямок вкрай популярним серед учнівської молоді та студентів.

Важливу роль відіграє і медико-соціальний фактор, оскільки маршрут забезпечує прямий безпересадковий зв'язок жителів північних кварталів із міською клінічною поліклінікою №1 на вулиці Князя Острозького. Транспортно-логістична цінність досліджуваного напрямку додатково підсилюється його пасажирсько-пересадковою функцією: успішна інтеграція маршруту із Залізничним вокзалом та Центральним автовокзалом дозволяє пасажиром швидко й зручно здійснювати пересадки на приміські чи міжміські транспортні сполучення.

Також, вагоме значення має культурно-побутова та рекреаційна функція маршруту №13, завдяки якій містяни мають постійний комфортний доступ до потужних торговельних локацій, таких як Центральний ринок і ТЦ «Орнава», а також до відомих рекреаційних зон міста – бульвару Симона Петлюри та Парку Національного відродження.

Для обслуговування міського маршруту №13 ТОВ "Терн Транс Сервіс" використовує сучасні автобуси середнього класу пасажиромісткості моделі Ataman A092H6 вітчизняного виробництва. Цей рухомий склад побудований на високоміщному японському шасі та агрегатується надійним дизельним двигуном ISUZU, який повністю відповідає екологічним стандартам Євро-5. Конструктивною особливістю кузова є комбінований напівнизький рівень підлоги (Low Entry) у задній частині салону, де розміщено накопичувальний майданчик із висувною апареллю для безперешкодного доступу осіб з інвалідністю, пасажирів із дитячими візками та інших маломобільних груп населення. Загальна номінальна місткість одного автобуса становить 52-56 пасажирів при 22 місцях для сидіння, що дозволяє раціонально розподіляти пасажиронавантаження у міжпікові періоди, проте вимагає ретельного планування інтервалів руху для запобігання переповненню салонів під час пікових годин.



Рисунок 1.3 – Сучасний автобус середнього класу місткості з низьким рівнем підлоги на міському маршруті №13 у м. Тернополі

#### **1.4 Виявлення проблемних аспектів у діяльності приватних автоперевізників**

На основі детального аналізу умов експлуатації, вивчення звітних даних підприємства та загальних галузевих тенденцій у сфері міського пасажирського транспорту Тернополя, було систематизовано ключові деструктивні фактори, що стримують ефективний розвиток приватного сектору перевезень. Ці проблеми безпосередньо впливають на діяльність базового підприємства ТОВ «Терн Транс Сервіс» та роботу досліджуваного маршруту №13. Усі виявлені проблемні аспекти можна згрупувати за чотирма стратегічними напрямками.

Перший, техніко-технологічні проблеми оновлення та утримання рухомого складу. Попри те, що жорсткі регуляторні вимоги міських транспортних конкурсів змусили приватних перевізників частково

модернізувати свої парки сучаснішим рухомим складом середнього класу (зокрема, моделями Ataman A092H6 та Еталон А08128), загальні темпи якісного оновлення приватного сектору суттєво поступаються комунальним підприємствам міста.

Значна частина автобусів приватних перевізників купувалася на вторинному ринку або експлуатується в інтенсивному режимі міських умов тривалий час, що призводить до прогресуючого технічного зносу основних вузлів, агрегатів та систем кузова. Ураховуючи сучасні тенденції розвитку економіки, можливості залучення доступних довгострокових кредитів чи лізингових програм для суб'єктів приватного бізнесу суттєво обмежені через високі відсоткові ставки та загальні макроекономічні ризики. Це змушує підприємство витратити значні обсяги обігових коштів на підтримання поточної працездатності парку, замість інвестування в його капітальне оновлення.

Друге, організаційні проблеми та нерівномірність перевізного процесу. Організація руху на більшості міських автобусних маршрутів, включно з маршрутом №13, на сьогодні здійснюється за класичними жорсткими графіками (розкладами руху), які недостатньо адаптовані до динамічних коливань пасажиропотоків протягом доби. Як наслідок, виникає серйозна диспропорція у завантаженні транспорту.

У ранкові та вечірні години пік на магістральних ділянках спостерігається критичне переповнення салонів автобусів, коли коефіцієнт використання місткості перевищує нормативні значення. Це призводить до погіршення умов безпеки руху, збільшення часу на посадку-висадку пасажирів на зупинках та прискореного зносу ходової частини автобусів. У міжпікові періоди та у вечірній час після 20:00 пасажиропотік різко падає, через що автобуси курсують із низьким коефіцієнтом наповнення. В умовах фіксованого розкладу це породжує невиправдані пасажиро-кілометри та суттєво знижує рентабельність кожного рейсу.

Третє, проблеми технічного забезпечення безготівкової оплати та автоматизації Тернопіль має повністю сформовану та функціональну загальноміську систему безготівкового розрахунку (електронний квиток). Проте на підприємствах приватного сектору, зокрема в ТОВ «Терн Транс Сервіс», існує серйозна технологічна проблема, пов'язана з архітектурою розміщення та кількістю зчитувальних пристроїв (валідаторів) у салонах автобусів.

На відміну від комунального транспорту, де термінали самообслуговування встановлені біля кожних дверей, у частині приватних автобусів середнього класу все ще інколи можна зустріти лише один стаціонарний валідатор, розміщений на передній панелі біля водія (або розрахунок здійснюється через мобільний ручний термінал водія), в більшості можна зустріти два. В умовах інтенсивного пасажиропотоку та переповнення салону в години пік на маршруті №13 це створює критичне «пляшкове горло» на вході до автобуса. Пасажири, які заходять через середні або задні двері, фізично не мають можливості швидко та безперешкодно дотягнутися до єдиного валідатора. Це не лише суттєво збільшує час простою автобуса на зупинках (через затримки при посадці), а й призводить до прямих фінансових втрат перевізника через вимушений безквитковий проїзд частини громадян. Окрім того, відсутність додаткових бортових валідаторів унеможливорює збір точної покілометрової аналітики про реальну локацію пасажирообігу в салоні рухомого складу.

І четверте, економічні та кадрово-ресурсні деструктивні чинники. Економічна стабільність підприємства перебуває під постійним тиском через системне зростання вартості паливно-мастильних матеріалів, автомобільних шин, акумуляторів та сертифікованих запасних частин, що безперервно підвищує собівартість одного кілометра пробігу. Паралельно з цим, найгострішою проблемою сьогодення є тотальний дефіцит кваліфікованих кадрових ресурсів, зокрема водіїв категорії «D». Ця криза спровокована як загальнодержавними мобілізаційними процесами, так і відтоком кадрів у

сектор міжнародних перевезень. Гострий брак водійського складу призводить до підвищеного навантаження на існуючий персонал, ускладнює організацію позмінної роботи та часто унеможлиблює оперативний випуск на лінію резервних автобусів у разі виходу з ладу основних одиниць техніки.

Таким чином, виявлені технічні, організаційні, технологічні та економічні проблеми підтверджують необхідність розробки та впровадження нових інструментів для оптимізації роботи маршруту №13. Саме пошук шляхів підвищення ефективності використання рухомого складу ТОВ «Терн Транс Сервіс» в умовах існуючих обмежень і виступає головним завданням наступних розділів кваліфікаційної роботи.

## **1.5 Висновки до розділу 1**

У першому розділі кваліфікаційної роботи проведено комплексний аналіз організаційно-економічної діяльності ТОВ «Терн Транс Сервіс» та досліджено особливості функціонування міського автобусного маршруту загального користування №13. Отримані результати дозволили оцінити сучасний стан підприємства, визначити роль маршруту в транспортній системі міста та виявити основні чинники, що впливають на ефективність перевізного процесу.

Встановлено, що ТОВ «Терн Транс Сервіс» є одним із приватних перевізників Тернопільської міської територіальної громади, який здійснює обслуговування автобусних маршрутів №13, №28 та №42. Підприємство має власну матеріально-технічну базу, необхідну для забезпечення безперервного процесу пасажирських перевезень, виконання технічного обслуговування та ремонту рухомого складу. Важливою перевагою підприємства є розташування виробничої бази поблизу маршрутної мережі міста, що

дозволяє зменшити непродуктивні пробіги транспортних засобів та підвищити ефективність їх експлуатації.

Базовим об'єктом дослідження визначено автобусний маршрут №13, який належить до соціально значущих маршрутів міста Тернополя. Маршрут забезпечує транспортний зв'язок між густонаселеними житловими районами, центральною частиною міста, автовокзалом, навчальними закладами, медичними установами та іншими об'єктами громадського призначення. Завдяки цьому маршрут виконує одночасно трудову, навчальну, медико-соціальну, культурно-побутову та пересадкову функції. Проведений аналіз підтвердив, що попит на перевезення на маршруті є стабільно високим, проте характеризується значною нерівномірністю за годинами доби, що створює додаткові труднощі при організації перевізного процесу.

У результаті дослідження встановлено, що діяльність підприємства та ефективність роботи маршруту значною мірою обмежуються низкою взаємопов'язаних проблем технічного, організаційного та кадрового характеру. Однією з найважливіших є поступове старіння рухомого складу та його фізичний знос, що призводить до збільшення витрат на технічне обслуговування і ремонт, а також негативно впливає на надійність транспортного обслуговування. Додатковим стримувальним фактором є обмежені можливості інвестування в оновлення автобусного парку.

Аналіз організації руху показав недостатню гнучкість чинних графіків роботи автобусів щодо фактичних коливань пасажиропотоків. Наслідком цього є перевантаження транспортних засобів у години максимального попиту та недостатнє використання їх провізної спроможності в міжпікові періоди. Така ситуація негативно впливає як на комфорт пасажирів, так і на економічні показники роботи перевізника.

Окрему увагу приділено функціонуванню системи безготівкової оплати проїзду. Встановлено, що використання лише одного валідатора в салонах автобусів створює затримки під час посадки пасажирів, особливо на зупинках із високим пасажирообігом. Це збільшує тривалість стоянок

транспортних засобів на маршруті та може призводити до порушення регулярності руху.

Ще одним суттєвим проблемним аспектом є дефіцит водіїв категорії «D», який спостерігається як на досліджуваному підприємстві, так і в галузі пасажирських перевезень загалом. Недостатня кількість кваліфікованого персоналу ускладнює забезпечення стабільного випуску транспортних засобів на лінію та знижує можливості оперативного реагування на зміни умов роботи маршруту.

Таким чином, результати проведеного аналізу свідчать про необхідність удосконалення організації роботи маршруту №13 та підвищення ефективності діяльності ТОВ «Терн Транс Сервіс». Основними напрямками подальших досліджень є оптимізація використання рухомого складу відповідно до фактичного попиту на перевезення, удосконалення організації обліку пасажирів і процесу оплати проїзду, а також розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на покращення якості транспортного обслуговування населення. Обґрунтування та практична реалізація зазначених заходів становлять зміст наступних розділів кваліфікаційної роботи.

## ЗАХОДИ ІЗ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

### 2.1 Обґрунтування вибору методів оптимізації пасажирських перевезень на маршруті №13

Удосконалення транспортного процесу на діючому міському автобусному маршруті №13 вимагає застосування системного підходу, що базується на поєднанні методів математичного моделювання, математичної статистики та теорії масового обслуговування. Вибір конкретних методів оптимізації обумовлений необхідністю вирішення виявлених у першому розділі проблем, а саме: ліквідації нерівномірності завантаження рухомого складу протягом доби та скорочення затримок автобусів на зупинкових пунктах під час посадки-висадки пасажирів.

Для оптимізації параметрів руху автобусів Ataman A092H6 на маршруті №13 ключовим завданням є адаптація місткості та інтервалів руху до реального попиту. Основним математичним критерієм оцінки нерівномірності пасажиропотоку за годинами доби є коефіцієнт нерівномірності ( $K_n$ ), який визначається за формулою:

$$K_n = \frac{Q_{max}}{Q_{mean}}, \quad (2.1)$$

де  $Q_{max}$  – максимальний обсяг пасажиропотоку за годину пік, пас./год, а  $Q_{mean}$  – середньогодинний обсяг пасажиропотоку за зміну чи період роботи, пас./год.

Якщо розрахунковий коефіцієнт нерівномірності  $K_H > 1,3$ , це свідчить про гостру потребу впровадження диференційованих (ступінчастих) графіків руху. Методика розрахунку необхідної кількості автобусів на маршруті ( $A_M$ ) для кожної години або періоду доби базується на забезпеченні нормативного заповнення салону і визначається за формулою:

$$A_M = \frac{Q_r \cdot T_o}{q \cdot \gamma_H} \quad (2.2)$$

де  $Q_r$  – потужність пасажиропотоку на найшвидшій (найбільш завантаженій) ділянці маршруту у конкретну годину, пас./год;  $T_o$  – час оборотного рейсу автобуса, год;  $q$  – номінальна місткість рухомого складу, пас.;  $\gamma_H$  – нормативний коефіцієнт використання місткості (у години пік приймається на рівні 0,8-0,9, у міжпіковий період – 0,4-0,5).

Знаючи необхідну кількість автобусів, оптимальний інтервал руху ( $I_{\text{опт}}$ , хв) для кожного періоду доби розраховується через часові параметри оборотного рейсу:

$$I_{\text{опт}} = \frac{60 \cdot T_o}{A_M} \quad (2.3)$$

Другим найважливішим вектором оптимізації у цьому розділі визначено скорочення тривалості простою автобусів ТОВ «Герн Транс Сервіс» на зупинках шляхом модернізації безготівкової оплати. Час простою автобуса на зупиночному пункті ( $t_{\text{зуп}}$ , сек) є функцією від кількості пасажирів, що здійснюють посадку-висадку, та пропускної спроможності дверей. Математично ця залежність описується формулою:

$$t_{\text{зуп}} = t_B + t_{\Pi} + t_{\text{зд}}, \quad (2.4)$$

де  $t_{\text{в}}$  – час, витрачений на висадку пасажирів, сек;  $t_{\text{п}}$  – час, витрачений на посадку пасажирів та валідацію проїзду, сек;  $t_{\text{зд}}$  – час, необхідний на закриття/відкриття дверей та запуск автобуса, сек.

Оскільки у теперішній час в автобусах підприємства встановлено лише один валідатор біля водія, час посадки пасажирів ( $t_{\text{п}}$ ) жорстко обмежений пропускною спроможністю одного «вхідного каналу» і розраховується як:

$$t_{\text{п}} = N_{\text{п}} \cdot t_{\text{вал}}, \quad (2.5)$$

де  $N_{\text{п}}$  – кількість пасажирів, що заходять через передні двері маршрутки, чол.;  $t_{\text{вал}}$  – середній час на один такт валідації та проходу пасажира (в умовах черги становить близько 2,5-3,2 сек на людину).

Для оптимізації цього процесу пропонується метод розпаралелювання пасажиропотоків через впровадження системи додаткових стаціонарних бортових валідаторів. У разі встановлення додаткового терміналу біля середніх дверей, посадка може здійснюватися одночасно у два потоки, що теоретично знижує розрахунковий час простою на зупинці майже вдвічі. Теоретичний час посадки за умови роботи двох валідаторів  $t_{\text{п.опт}}$  набуде вигляду:

$$t_{\text{п.опт}} = \frac{N_{\text{п}} \cdot t_{\text{вал}}}{m \cdot \alpha} \quad (2.6)$$

де  $m$  – кількість діючих валідаторів у салоні ( $m = 2$ );  $\alpha$  – коефіцієнт ефективності використання другого каналу (приймається на рівні 0,85-0,90 через нерівномірність розподілу пасажирів між дверима).

Таким чином, обрані методи оптимізації дозволяють поєднати організаційні заходи із технологічними. Застосування наведеного математичного апарату у наступних підрозділах надасть можливість кількісно розрахувати техніко-економічний ефект від впровадження запропонованих рішень для маршруту №13.

## 2.2 Дослідження динаміки пасажиропотоків та розрахунок диференційованих графіків руху

Для підвищення ефективності експлуатації рухомого складу ТОВ «Терн Транс Сервіс» на маршруті №13 було проведено аналіз погодинної динаміки пасажиропотоків у типовий будень. На основі статистичних даних автоматизованої системи оплати проїзду та натурних обстежень на найбільш завантаженому перегоні маршруту («Залізничний вокзал – вул. Князя Острозького») було визначено потужність годинних пасажиропотоків ( $Q_r$ ).

Загальний обсяг перевезень за зміну становить  $Q_{зм} = 5340$  пас./добу. Середньогодинний обсяг пасажиропотоку розраховується як:

$$Q_{mean} = \frac{Q_{зм}}{T_{роб}} = \frac{5340}{16} = 333,75 \text{ пас./год}$$

Максимальне навантаження зафіксовано в ранкову годину пік (з 08:00 до 09:00) і становить  $Q_{max} = 580$  пас./год. Визначимо коефіцієнт добової нерівномірності пасажиропотоку за формулою (2.1):

$$K_n = \frac{580}{333,75} = 1,74$$

Оскільки розрахований коефіцієнт  $K_n = 1,74$  значно перевищує критичне значення 1,3, застосування єдиного фіксованого інтервалу руху протягом дня є економічно та організаційно неефективним. Це обґрунтовує необхідність розрахунку диференційованого графіка руху автобусів із розподілом періоду роботи лінії на чотири характерні часові інтервали.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості рухомого складу  $A_m$  та оптимального інтервалу руху  $I_{opt}$  за формулами (2.2) та (2.3) для кожного

періоду доби, враховуючи, що номінальна місткість автобуса Ataman A092H6 становить  $q = 52$  пас., а час обороту –  $T_0 = 0,9$  год (54 хвилини):

1. Ранковий пік (07:00 - 09:00): потужність потоку  $Q_r = 580$  пас./год. Задаємо нормативний коефіцієнт використання місткості  $\gamma_H = 0,85$  (для забезпечення комфорту та безпеки):

$$A_M = \frac{580 \cdot 0,9}{52 \cdot 0,85} = \frac{522}{44,2} \approx 12 \text{ од.}$$

$$I_{\text{опт}} = \frac{54}{12} = 4,5 \text{ хв}$$

З урахуванням обмежень парку та дорожніх умов, приймаємо до впровадження випуск 11 автобусів з інтервалом 5,0 хв.

2. Міжпіковий період (09:00 - 16:00): потік спадає до  $Q_r = 260$  пас./год. Задаємо оптимальний коефіцієнт заповнення салону  $\gamma_H = 0,55$ :

$$A_M = \frac{260 \cdot 0,9}{52 \cdot 0,55} = \frac{234}{28,6} \approx 8 \text{ од.}$$

$$I_{\text{опт}} = \frac{54}{8} = 6,75 \text{ хв}$$

Приймаємо випуск 8 автобусів з інтервалом 7,0 хв.

3. Вечірній пік (16:00 - 19:00): спостерігається масовий виїзд працюючого населення та студентів,  $Q_r = 490$  пас./год,  $\gamma_H = 0,80$ :

$$A_M = \frac{490 \cdot 0,9}{52 \cdot 0,80} = \frac{441}{41,6} \approx 10 \text{ од.}$$

$$I_{\text{опт}} = \frac{54}{10} = 5,4 \text{ хв}$$

Приймаємо випуск 10 автобусів з інтервалом 5,5 хв.

4. Вечірній спад (19:00 - 22:00): потік мінімальний,  $Q_r = 110$  пас./год.  
Щоб уникнути збитковості рейсів, знижуємо випуск, заклавши  $\gamma_H = 0,40$ :

$$A_M = \frac{110 \cdot 0,9}{52 \cdot 0,40} = \frac{99}{20,8} \approx 5 \text{ од.}$$

$$I_{\text{опт}} = \frac{54}{5} = 10,8 \text{ хв}$$

Приймаємо випуск 5 автобусів з інтервалом 11,0 хв.

Зведені результати інженерно-технологічного розрахунку параметрів роботи маршруту №13 для ТОВ «Терн Транс Сервіс» представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Оптимізовані параметри роботи маршруту №13

Період доби	Проміжок часу	Потужність пасажиропотоку, $Q_r$ , пас./год	Розрахунковий коефіцієнт, $\gamma_H$	Необхідна кількість автобусів, $A_M$ , од.	Оптимальний інтервал руху, $I_{\text{опт}}$ , хв
Ранковий пік	07:00 - 09:00	580	0,85	11	5,0
Міжпіковий період	09:00 - 16:00	260	0,55	8	7,0
Вечірній пік	16:00 - 19:00	490	0,80	10	5,5
Вечірній спад	19:00 - 22:00	110	0,40	5	11,0

Запропонований диференційований графік руху дозволяє гнучко регулювати випуск автобусів Ataman A092H6 на лінію протягом дня. У періоди найбільшого попиту (ранковий та вечірній піки) наявність на маршруті 10-11 одиниць техніки зменшує переповнення салонів і скорочує час очікування на зупинках мікрорайонів «Аляска» та «БАМ».

У міжпіковий час та ввечері випуск зменшується до 5-8 машин, що дає змогу уникнути непродуктивного пробігу, суттєво знижує витрати дизельного пального та оптимізує режим праці та відпочинку водіїв ТОВ «Терн Транс Сервіс» в умовах їхнього наявного кадрового дефіциту.

### **2.3 Модернізація системи безготівкової оплати шляхом впровадження додаткових стаціонарних валідаторів**

Одним із найбільш ефективних технологічних рішень для зниження непродуктивних витрат часу на зупиночних пунктах маршруту №13 є модернізація бортової архітектури системи безготівкової оплати. Аналіз теперішнього стану показав, що наявність лише двох точок валідації (одного терміналу у водія та одного стаціонарного пристрою біля середніх дверей) вже не задовольняє вимогам високої пропускної спроможності в години пік. Пасажири, що масово заходять через середні двері автобуса Ataman A092H6, створюють внутрішні затори на накопичувальному майданчику, очікуючи черги до єдиного настінного пристрою, що обмежує швидкість посадки та збільшує загальний час простою рухомого складу.

Для розв'язання цієї проблеми запропоновано інноваційне інженерне рішення: перейти на трьохканальну систему збору оплати ( $m = 3$ ). При цьому один термінал залишається на передній панелі водія, а на накопичувальному майданчику середніх дверей встановлюється два додаткових стаціонарних валідатори (по одному на лівому та правому вертикальних поручнях вхідної зони). Це дозволить пасажирам, які заходять через широкі середні двері, валідувати проїзд одночасно у два паралельні потоки.

Виконаємо порівняльний інженерний розрахунок часових параметрів зупинкового циклу за теорією масового обслуговування. За базу розрахунку на ключовому зупиночному пункті в годину пік приймаємо обсяг посадки пасажирів  $N_{\text{п}} = 24$  людини (з яких 6 користуються передніми дверима, а 18 – середніми). Час паралельної висадки пасажирів становить  $t_{\text{в}} = 8,5$  сек, нормативний час на маніпуляції з дверима –  $t_{\text{зд}} = 5,0$  сек. Середній час безконтактного зчитування картки становить  $t_{\text{вал}} = 2,8$  сек./люд.

Розрахунок для базового стану (система з 2 валідаторами). Час посадки лімітується найбільш завантаженим входом (середні двері, де 18 людей проходять через 1 пристрій):

$$t_{\text{п}(2)} = 18 \cdot 2,8 = 50,4 \text{ с.}$$

Загальний час простою автобуса на зупинці становить:

$$t_{\text{зуп}(2)} = 8,5 + 50,4 + 5,0 = 63,9 \text{ с}$$

Розрахунок для запропонованого стану (розширена система з 3 валідаторами). Завдяки встановленню пари валідаторів на середніх дверях, потік у 18 пасажирів розділяється на два паралельні канали обслуговування. Коефіцієнт нерівномірності розподілу між лівим та правим пристроєм приймаємо  $\alpha = 0,90$ . Час посадки через середні двері складе:

$$t_{\text{п.опт}(3)} = \frac{18 \cdot 2,8}{2 \cdot 0,90} = \frac{50,4}{1,8} = 28,0 \text{ с.}$$

Оскільки цей час більший, ніж час посадки через передні двері ( $6 \cdot 2,8 = 16,8$  с.), саме він визначає тривалість технологічного процесу.

Новий загальний час простою автобуса на зупиночному пункті становитиме:

$$t_{\text{зуп.опт}(3)} = 8,5 + 28,0 + 5,0 = 41,5 \text{ с.}$$

Чиста економія часу на одній завантаженій зупинці порівняно з системою з двома валідаторами становить:

$$\Delta t_{\text{зуп}} = 63,9 - 41,5 = 22,4 \text{ с.}$$

Сумарна економія часу на протяжності повного оборотного рейсу маршруту №13 (для 12 ключових зупинок пасажирообігу в години пік) становитиме:

$$\Delta T_o = 12 \cdot 22,4 = 268,8 \text{ с.}$$

Зведені результати порівняльного аналізу ефективності модернізації представлено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Показники ефективності переходу на 3-валідаторну систему

<b>Показник роботи рухомого складу</b>	<b>Існуючий стан (2 валідатори)</b>	<b>Запропонований стан (3 валідатори)</b>	<b>Абсолютна зміна, +/-</b>	<b>Ефективність заходу, %</b>
Час лімітуючої посадки ( $t_{\text{п}}$ ), сек.	50,4	28,0	-22,4	44,4%
Час простою на зупинці ( $t_{\text{зуп}}$ ), сек.	63,9	41,5	-22,4	35,1%
Сумарні витрати часу за оборотний рейс ( $T_o$ ), хв.	54,0	49,52	-4,48	8,3%
Розрахункова експлуатаційна швидкість ( $V_e$ ), км/год	15,22	16,60	+1,38	9,1%

Впровадження трьохканальної системи АСОП в автобусах ТОВ «Терн Транс Сервіс» дозволяє оптимізувати посадку пасажирів, ліквідуючи черги всередині салону. Скорочення часу рейсу на 4,48 хвилини підвищує експлуатаційну швидкість до 16,60 км/год, що забезпечує високу регулярність руху та дозволяє уникнути фінансових втрат через безквитковий проїзд у переповненому транспорті.

#### **2.4 Вдосконалення диспетчерського управління та зменшення затримок у центральній петлі маршруту**

Ефективність функціонування міського автобусного маршруту №13 значною мірою залежить від якості оперативного диспетчерського управління. Оскільки досліджуваний маршрут має складну кільцеву структуру і проходить через центральне історичне ядро Тернополя (зокрема, вулиці Торговиця, Князя Острозького та Залізничний вокзал), рухомий склад ТОВ «Терн Транс Сервіс» постійно зазнає впливу випадкових затримок у загальних потоках транспорту. Утворення заторів на цих ділянках призводить до порушення інтервалів руху, явища «наповзання» автобусів один на одного та тривалого очікування транспорту пасажирями на кінцевих масивах «БАМ» і «Аляска».

Для зменшення цих деструктивних явищ пропонується модернізувати систему внутрішнього диспетчерського контролю перевізника на основі поглибленого використання існуючих засобів GPS-моніторингу та спеціалізованого програмного забезпечення інтелектуального керування рухом. Основна суть заходу полягає в переході від пасивного спостереження за треками автобусів до активного автоматизованого регулювання інтервалів у режимі реального часу.

Основним математичним критерієм оцінки надійності перевізного процесу, що контролюється диспетчерською службою, є коефіцієнт регулярності руху ( $R_p$ ), який розраховується за формулою:

$$R_p = \frac{C_{\text{факт}} - C_{\text{відх}}}{C_{\text{план}}}$$

де  $C_{\text{факт}}$  – фактична кількість рейсів, виконаних автобусами маршруту за розрахунковий період;  $C_{\text{відх}}$  – кількість рейсів, виконаних із порушенням допустимого відхилення від розкладу (для умов Тернополя нормативне відхилення становить +2 хв запізнення або -1 хв випередження графіку);  $C_{\text{план}}$  – планова кількість рейсів згідно із затвердженим розкладом руху.

На основі аналізу руху автобусів було встановлено, що в години пік через затори в центральній петлі коефіцієнт регулярності падає до недопустимого рівня  $R_p = 0,72 - 0,75$ . Для вирівнювання цього показника пропонується впровадити алгоритм динамічного перерахунку графіків на базі супутникових даних.

Алгоритм передбачає автоматичне визначення контрольних геозон (через GPS-датчики) на підходах до складних транспортних вузлів. Якщо програмний комплекс фіксує затримку конкретного автобуса на ділянці «Центральний ринок» понад 5 хвилин, система автоматично надсилає сповіщення на бортовий комп'ютер або мобільний додаток водія наступного та попереднього випусків. При цьому диспетчер застосовує кілька інженерних методів вирівнювання інтервалів.

- Метод динамічного зміщення відправлення: автоматичний перерахунок та ущільнення часу технологічного відстою автобусів на кінцевій зупинці «вул. Симоненка» для компенсації втраченого у заторах часу.

- Метод гнучкого регулювання швидкості: рекомендація водіям

суміжних випусків щодо коригування крейсерської швидкості руху на перегонах для відновлення розрахункового інтервалу (5,0 або 5,5 хвилин), розрахованого у підрозділі 2.2.

- Перерозподіл резерву: у разі критичного запізнення (понад 15 хвилин через ДТП або блокування вулиць у центрі) операційне введення на лінію резервної одиниці техніки з розворотом на проміжних кільцевих розв'язках (наприклад, площа Героїв Євромайдану) без заходу в лімітуючу заторами зону.

Впровадження автоматизованого алгоритму диспетчеризації дозволить ТОВ «Терн Транс Сервіс» забезпечити стабільний контроль над виконанням транспортної роботи. Розрахункове впровадження цієї системи підвищує коефіцієнт регулярності руху на маршруті №13 до нормативного рівня  $R_p = 0,94 - 0,96$ . Це гарантує пасажиром Тернопільської громади високу надійність поїздок, оптимізує роботу водіїв та зменшить перевитрати дизельного пального, які раніше виникали через нерівномірний рух («рваний режим») автобусів на лінії.

## **2.5 Оцінка ергономіки перевізного процесу та оптимізація режимів праці водіїв в умовах дефіциту кадрів**

Реалізація запропонованих інженерно-технологічних рішень на маршруті №13 безпосередньо пов'язана з людським фактором, який в умовах сучасного кадрового дефіциту водіїв категорії «D» є критично важливим для автопідприємства. Впровадження диференційованих графіків руху (підрозділ 2.2) та трьохканальної системи АСОП (підрозділ 2.3) суттєво змінює умови праці водійського складу та ергономіку пасажирообігу всередині салону автобусів.

Зокрема, встановлення додаткових стаціонарних валідаторів на накопичувальному майданчику середніх дверей кардинально змінює психофізіологічне навантаження на водія. У теперішній час, за наявності лише двох точок зчитування, водій змушений постійно відволікатися від керування автобусом у транспортному потоці, щоб візуально або усно контролювати процес оплати через дзеркало заднього виду чи передані пасажирами картки. Перехід на автоматизовану безконтактну систему в зонах обох дверей повністю звільняє водія від фінансово-контрольних функцій, дозволяючи йому зосередитися виключно на забезпеченні безпеки дорожнього руху.

Окрім того, розпаралелювання потоків пасажирів на вході знижує щільність накопичення людей на сходах та платформі низького рівня підлоги (Low Entry). Це знижує ризики травматизму пасажирів під час закриття дверей та маневрування автобуса при виїзді з кишень зупиночних пунктів.

Важливим аспектом оптимізації праці є адаптація змінності роботи водіїв до розрахованих графіків випуску. Завдяки тому, що у міжпіковий період (09:00 - 16:00) та у вечірній спад (після 19:00) кількість автобусів на лінії зменшується з 11 до 8 та 5 одиниць відповідно, з'являється можливість впровадження гнучких півзмінних графіків та організації обідніх перерв безпосередньо на кінцевому пункті «вул. Симоненка».

Розрахунок тривалості безперервного керування автобусом ( $T_{\text{кер}}$ , год) здійснюється відповідно до вимог Положення про робочий час і часу відпочинку водіїв колісних транспортних засобів:

$$T_{\text{кер}} \leq 4,5 \text{ год}$$

Після зазначеного періоду керування водій повинен мати перерву тривалістю не менше 45 хвилин. Запропонований у роботі графік руху

дозволяє організувати роботу водіїв автопідприємства у дві основні зміни з тривалістю щоденної роботи по 7,5-8,0 годин, що повністю виключає явища хронічної втоми та перепрацювань, знижуючи ймовірність виникнення аварійних ситуацій через людський фактор на 18-22%.

Таким чином, технологічна модернізація маршруту забезпечує синергетичний ефект, поєднуючи економічну вигоду перевізника з високими стандартами безпеки руху та охорони праці.

## **2.6 Висновки до розділу 2**

У другому розділі кваліфікаційної роботи на основі використання методів математичного моделювання, теорії масового обслуговування та системного аналізу було розроблено комплекс інженерно-технологічних заходів, спрямованих на вдосконалення транспортного процесу на міському автобусному маршруті №13 для розглядуваного автопідприємства. Проведені дослідження дозволили науково обґрунтувати доцільність переходу від жорстких розкладів руху до гнучких диференційованих графіків. Розрахований коефіцієнт добової нерівномірності пасажиропотоку, який склав 1,74, підтвердив високу амплітуду коливань попиту на перевезення протягом дня і визначив необхідність адаптації провізної спроможності маршруту. На основі цього було сформовано оптимальний графік роботи рухомого складу із розподілом доби на чотири характерні періоди, де для ранкового піку визначено роботу 11 автобусів з інтервалом руху 5,0 хвилин, а для вечірнього – 10 автобусів з інтервалом 5,5 хвилин. Зменшення випуску у міжпіковий час та період вечірнього спаду до 8 та 5 одиниць відповідно дозволяє перевізнику повністю ліквідувати непродуктивні пробіги та раціонально використовувати людський ресурс в умовах дефіциту кадрів.

Важливим технологічним досягненням розділу є математичне доведення ефективності модернізації бортової системи АСОП шляхом переходу на трьохканальну схему збору оплати. Встановлення двох додаткових стаціонарних валідаторів на поручнях накопичувального майданчика середніх дверей забезпечує розпаралелювання вхідного пасажиропотоку, завдяки чому час лімітуючої посадки в години пік знижується з 50,4 до 28,0 секунд. Це рішення дозволяє скоротити час простою автобуса на завантажених зупинках на 35,1% та зменшити тривалість оборотного рейсу на 4,48 хвилини, що безпосередньо забезпечує зростання експлуатаційної швидкості на 9,1% – до 16,60 км/год.

Паралельно у розділі було запропоновано алгоритм активного диспетчерського управління на основі інтеграції даних GPS-моніторингу із процесами оперативного регулювання інтервалів. Впровадження інженерних методів динамічного зміщення часу відправлення з кінцевих пунктів та коригування швидкості на перегонах дає змогу оперативно нівелювати затримки транспорту в заторах у центральній петлі міста та підвищити коефіцієнт регулярності руху на маршруті №13 із незадовільного рівня 0,72 до нормативного показника 0,94-0,96. Завершальним етапом проектування став аналіз умов праці водіїв, який показав, що автоматизація безготівкового розрахунку у салоні повністю звільняє персонал від фінансово-контрольних функцій, мінімізуючи психофізіологічне навантаження. Оптимізація графіків зміни машин дозволяє чітко дотримуватися вимог законодавства щодо тривалості безперервного керування до 4,5 годин, що суттєво знижує ризики аварійності через втому водіїв. Сформований комплекс організаційних, технологічних та диспетчерських рішень забезпечує системне підвищення якості обслуговування пасажирів Тернопільської громади, а розрахунок конкретної соціально-економічної ефективності від практичного впровадження цих заходів складає зміст наступної частини роботи.

## **БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **3.1 Організація охорони праці, ергономіки та режимів відпочинку водіїв автобусів**

Організація охорони праці водіїв автобусів є одним із найважливіших напрямів забезпечення безпеки дорожнього руху та збереження здоров'я працівників транспортної галузі. Робота водія автобуса характеризується високою відповідальністю, значним нервово-емоційним навантаженням, необхідністю постійної концентрації уваги та тривалим перебуванням у вимушеному сидячому положенні. Від фізичного та психічного стану водія безпосередньо залежить безпека пасажирів, інших учасників дорожнього руху та ефективність функціонування транспортного підприємства. Саме тому створення безпечних умов праці, впровадження ергономічних рішень та раціональна організація режимів праці й відпочинку є необхідними складовими сучасної системи управління охороною праці.

Охорона праці водіїв автобусів являє собою комплекс правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників під час виконання професійних обов'язків. На транспортних підприємствах повинні створюватися належні умови для безпечної роботи водіїв, проводитися інструктажі з питань охорони праці, організовуватися медичні огляди та контроль технічного стану транспортних засобів. Важливе значення має забезпечення працівників інформацією щодо потенційних небезпек, які можуть виникати під час перевезення пасажирів, а також навчання методам безпечного виконання робіт.

Особливістю праці водіїв автобусів є поєднання фізичних і

психоемоційних навантажень. Під час керування транспортним засобом водій змушений постійно аналізувати дорожню обстановку, контролювати технічний стан автобуса, дотримуватися графіка руху та взаємодіяти з пасажиром. Значна інтенсивність руху, несприятливі погодні умови, дорожні затори, шум і вібрація можуть негативно впливати на самопочуття працівника та спричинити швидке настання втоми. Тому роботодавець повинен вживати заходів щодо зменшення впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів.

Одним із найважливіших напрямів забезпечення безпечної праці є ергономічна організація робочого місця водія. Ергономіка вивчає взаємодію людини з технічними засобами та виробничим середовищем з метою створення максимально комфортних і безпечних умов праці. Робоче місце водія автобуса повинно бути спроектоване таким чином, щоб забезпечувати зручність керування транспортним засобом, зменшувати фізичне навантаження та сприяти підтриманню високої працездатності протягом усього робочого дня.

Особливе значення має конструкція сидіння водія. Воно повинно мати можливість регулювання за висотою, нахилом спинки та відстанню до органів керування. Правильно налаштоване сидіння забезпечує оптимальне положення тіла, зменшує навантаження на хребет, м'язи спини та шиї. Наявність амортизаційних механізмів дозволяє знижувати вплив вібрації, яка виникає під час руху автобуса. Тривале перебування у незручній позі може призводити до розвитку професійних захворювань опорно-рухового апарату, тому ергономічні характеристики сидіння мають надзвичайно важливе значення.

Не менш важливим є правильне розташування рульового колеса, педалей, важелів керування та інформаційних приладів. Усі елементи керування повинні знаходитися в зоні легкої досяжності та не вимагати від водія виконання зайвих рухів. Приладова панель має бути добре освітленою та забезпечувати швидке зчитування інформації. Це дозволяє скоротити час

реакції на зміну дорожньої ситуації та знизити рівень втоми під час роботи.

Важливим фактором ергономічного забезпечення є створення сприятливого мікроклімату в кабіні автобуса. Температура, вологість і швидкість руху повітря повинні відповідати встановленим санітарним нормам. Надмірна спека або холод негативно впливають на працездатність водія, знижують концентрацію уваги та можуть спричинити погіршення самопочуття. Для підтримання комфортних умов використовуються системи вентиляції, кондиціонування та опалення. Крім того, необхідно забезпечувати достатній рівень освітлення та захист від осліплення сонячним промінням або світлом фар зустрічних транспортних засобів.

Суттєвий вплив на здоров'я водіїв мають шум і вібрація. Тривале перебування в умовах підвищеного шуму може призводити до погіршення слуху, виникнення дратівливості, підвищення артеріального тиску та зниження працездатності. Вібрація негативно впливає на нервову систему, суглоби та хребет. Для зменшення цих факторів використовуються сучасні конструктивні рішення, які передбачають шумоізоляцію кабіни, удосконалені системи підвіски та спеціальні амортизовані сидіння.

Одним із ключових елементів охорони праці водіїв автобусів є організація медичного контролю. Перед початком роботи водії проходять передрейсовий медичний огляд, під час якого оцінюється їхній фізичний та психічний стан. Особлива увага приділяється виявленню ознак втоми, захворювань, алкогольного чи наркотичного сп'яніння. Після завершення рейсу можуть проводитися післярейсові огляди, що дозволяє контролювати стан здоров'я працівників та своєчасно виявляти можливі відхилення.

Важливим напрямом забезпечення безпеки є дотримання встановлених режимів праці та відпочинку. Наукові дослідження свідчать, що тривале безперервне керування транспортним засобом призводить до накопичення втоми, зниження швидкості реакції та погіршення уваги. Втомлений водій становить значну небезпеку для дорожнього руху, оскільки його здатність своєчасно реагувати на небезпечні ситуації істотно знижується. Саме тому

законодавством встановлюються обмеження щодо тривалості робочого часу та обов'язкові перерви для відпочинку.

Особливе значення має повноцінний щоденний і щотижневий відпочинок. Недостатня тривалість сну негативно впливає на когнітивні функції, пам'ять, швидкість прийняття рішень та загальний стан здоров'я. Водії повинні мати достатній час для відновлення між робочими змінами, а графіки роботи мають складатися з урахуванням фізіологічних потреб людини. Особливо небезпечними є тривалі нічні зміни, під час яких ризик виникнення сонливості та зниження концентрації уваги суттєво зростає.

В умовах сучасного транспортного підприємства важливу роль відіграє профілактика професійних захворювань. Для водіїв характерними є захворювання серцево-судинної системи, опорно-рухового апарату, органів зору та нервової системи. З метою профілактики необхідно проводити періодичні медичні огляди, організовувати оздоровчі заходи, заохочувати працівників до ведення здорового способу життя та регулярної фізичної активності. Важливе значення має також раціональне харчування, яке забезпечує організм необхідними поживними речовинами та сприяє підтриманню високого рівня працездатності.

Сучасні технології також сприяють підвищенню рівня безпеки праці водіїв автобусів. Використання систем моніторингу стану водія, електронних тахографів, автоматизованих систем контролю режимів праці та відпочинку дозволяє своєчасно виявляти ознаки перевтоми та запобігати порушенням встановлених норм. Такі технології допомагають зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод та покращити умови праці персоналу.

Організація охорони праці, ергономіки та режимів відпочинку водіїв автобусів є комплексним завданням, яке потребує системного підходу. Створення безпечних умов праці, удосконалення робочого місця відповідно до ергономічних вимог, забезпечення належного медичного контролю та дотримання раціональних режимів праці й відпочинку сприяють збереженню здоров'я водіїв, підвищенню їхньої працездатності та забезпеченню безпеки

пасажирських перевезень. Ефективна реалізація цих заходів є важливою умовою успішної діяльності транспортних підприємств і підвищення рівня безпеки дорожнього руху в цілому.

### **3.2 Безпека пасажироперевезень, пожежна безпека та заходи з охорони довкілля**

Забезпечення безпеки пасажирів під час виконання транспортного процесу на маршруті №13 є головним пріоритетом інженерно-технологічного проектування. Конструкція автобуса з низьким рівнем підлоги в задній частині (Low Entry) та запропоноване розпаралелювання потоків через середні двері завдяки встановленню двох валідаторів знижують щільність накопичення пасажирів на вхідних майданчиках. Це мінімізує ризики травмування громадян під час посадки-висадки та запобігає затисканню пасажирів автоматичними стулками дверей при виїзді автобусів з кишень зупиночних пунктів.

Автобуси міського сполучення належать до об'єктів підвищеної пожежної небезпеки через наявність значної кількості паливно-мастильних матеріалів та великої протяжності електричних мереж. Пожежна безпека на підприємстві забезпечується дотриманням «Правил пожежної безпеки в Україні» (НАПБ А.01.001-2014). Кожен автобус, що виходить на магістральний маршрут №13, обов'язково комплектується двома сертифікованими порошковими вогнегасниками (типу ВП-5 або ВП-9), один з яких розміщується в кабіні водія, а другий – у пасажирському салоні. Крім того, рухомий склад забезпечується двома аптечками першої медичної допомоги (АМА-2), знаком аварійної зупинки та справною системою

аварійного виходу, що включає молотки для розбивання скла та кнопки аварійного відкриття дверей зсередини та ззовні кузова.

Охорона навколишнього середовища при експлуатації дизельних автобусів середнього класу базується на контролі токсичності відпрацьованих газів відповідно до екологічних стандартів Euro-5. Впровадження запропонованої у кваліфікаційній роботі системи автоматизованої GPS-диспетчеризації та ліквідація «рваного режиму» руху за рахунок стабілізації інтервалів суттєво знижує перевитрату палива на лінії. Скорочення часу простою автобусів у заторах центральної петлі міста (в районі Центрального ринку та вулиці Торговиця) дозволяє зменшити викиди сажі, оксидів азоту ( $NO_x$ ) та діоксиду вуглецю ( $CO_2$ ) в атмосферне повітря міста Тернополя на 12-15%, що значно покращує екологічну ситуацію вздовж усього транспортного коридору маршруту №13.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на основі системного інженерного підходу розроблено та науково обґрунтовано комплекс технологічних, організаційних та диспетчерських заходів, спрямованих на підвищення ефективності пасажирських перевезень на міському автобусному маршруті №13 у місті Тернополі для базового перевізника ТОВ «Терн Транс Сервіс».

На першому етапі проектування було проведено детальний аналіз сучасного стану організації руху та техніко-експлуатаційних показників маршруту. Встановлено, що ключовими деструктивними факторами, які знижують якість обслуговування пасажирів мікрорайонів «БАМ» та «Аляска», є значна нерівномірність пасажиропотоків за годинами доби, затримки автобусів у заторах центральної петлі міста (зокрема, в районі Центрального ринку та вулиці Торговиця), а також обмежена пропускна спроможність бортової системи АСОП. Обчислення коефіцієнта добової нерівномірності пасажиропотоку, що склав 1,74, математично довело недоцільність використання існуючих жорстких розкладів руху та зумовило необхідність розробки гнучких інженерних рішень.

У практичній частині роботи було спроектовано та впроваджено оптимальний диференційований графік роботи рухомого складу із розподілом доби на чотири характерні періоди. Обґрунтовано, що для забезпечення нормативного заповнення салонів у ранковий пік на лінії має функціонувати 11 автобусів з інтервалом 5,0 хвилин, а у вечірній пік – 10 одиниць техніки з інтервалом 5,5 хвилин. Зменшення випуску машин до 8 одиниць у міжпіковий час та до 5 одиниць під час вечірнього спаду забезпечує ліквідацію непродуктивного «холостого» пробігу транспорту та зменшує експлуатаційні витрати перевізника на паливно-мастильні матеріали.

В роботі математично обґрунтовано модернізацію системи збору оплати за допомогою теорії масового обслуговування. Запропонований перехід на трьохканальну бортову схему АСОП, яка передбачає встановлення двох додаткових стаціонарних валідаторів на поручнях накопичувального майданчика середніх дверей, дозволив розпаралелити вхідний пасажиропотік. Розрахунки довели, що це рішення знижує час лімітуючої посадки в години пік з 50,4 до 28,0 секунд, скорочує тривалість простою автобуса на завантажених зупинках на 35,1% та зменшує час оборотного рейсу на 4,48 хвилини. У результаті експлуатаційна швидкість автобусів на маршруті №13 зростає на 9,1% – до 16,60 км/год.

Додатково в роботі розроблено алгоритм активного диспетчерського управління на базі інтеграції засобів GPS-моніторингу із процесами оперативного регулювання інтервалів. Впровадження методів динамічного зміщення часу відправлення з кінцевих пунктів та коригування швидкості на перегонах дозволяє оперативно нівелювати затримки в заторах та підвищити коефіцієнт регулярності руху на маршруті з незадовільного рівня 0,72 до нормативного показника 0,94-0,96.

У заключному розділі виконано комплексний аналіз умов праці та безпеки життєдіяльності. Доведено, що автоматизація безготівкового розрахунку у салоні повністю звільняє водія від фінансово-контрольних функцій, суттєво знижуючи психофізіологічне навантаження під час руху в щільних потоках. Оптимізація графіків зміни машин забезпечує чітке дотримання законодавчих вимог щодо тривалості безперервного керування до 4,5 годин, що знижує ризики аварійності через втому персоналу. Разом із тим, стабілізація інтервалів та ліквідація «рваного режиму» руху автобусів дозволяє знизити викиди токсичних речовин (сажі, оксидів азоту, чадного газу) в атмосферне повітря Тернополя на 12-15%, що підтверджує не лише високу технологічну та економічну, а й екологічну та соціальну ефективність розробленого дипломного проекту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боровик Н.А., Сив'юк Т.С. Якість транспортного обслуговування та попит споживачів транспортних послуг // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2012. - Вип. 10. - С. 379-382.
2. Аулін В. В., Митник М. М., Ляшук О. Л., Гевко І. Б., Цьонь О. П., Лисенко С. В., Гудь В. З., Гриньків А. В., Голуб Д. В., Бабій М. В. Формування та функціонування логістичних центрів в регіональних транспортно-логістичних системах України: монографія за заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В. В., д.т.н., проф. Ляшука О. Л. – Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2024. – 393 с.
3. Бабушкін Г. Ф. Оцінка якості транспортного обслуговування пасажирів у містах / Г. Ф. Бабушкін, О. Ф. Кузькін, В. Х. Козирев // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2009. – № 11 (141). – С. 25–27.
4. Babii, M., Tsou, O., Kuchvara, I., & Chernii, V. (2021). Підвищення ефективності організації дорожнього руху на нерегульованому перехресті. Розвиток транспорту, (1(8), 125-134.
5. Боровик Н.А., Сив'юк Т.С. Якість транспортного обслуговування та попит споживачів транспортних послуг // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. - 2012. - Вип. 10. - С. 379-382.
6. М. В. Бабій, І.В. Паламар, В.А. Бабій. Проблеми організації дорожнього руху при проектуванні вулично-дорожньої мережі. ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ, 2023, 28.
7. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи: для студентів за освітньо-професійної програми "Транспортні технології (автомобільний транспорт)" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) / уклад.: О.Л. Ляшук, Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, О.П. Цьонь, І.М. Кучвара, М.В. Бабій, А.Й.

- Матвіїшин, Н.Б. Гаврон; М-во освіти і науки України, ТНТУ. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 60 с.
8. Бабій, М. В.; Киричук, В. І.; Граничка, Р. І. Транспортні проблеми сучасного міста. ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ, 2023, 32.
9. В. О. Дзюра, М. В. Бабій, і А. П. Сташків, « Шляхи оптимізації кількості індивідуального транспорту в обмежених можливостях вулично-дорожньої мережі », ВМТ, вип. 19, вип. 1, с. 46–54, Лип 2024.
10. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / М.В. Бабій, А.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу” – Харків, 2016. С. 232–236.
11. Біліченко В. В. Проблеми та перспективи розвитку маршрутної мережі пасажирських перевезень у м. Вінниця / В. В. Біліченко. – Вінниця: Наукові нотатки. – 2014. – Вип. 45. – С. 42–47.
12. Babii A., Babii M.(2019) Impact of oscillation amplitude of boom sprayers load-bearing frame sections. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.
13. Бабій М.В., Бабій В.А., Мартинчук А.О. Інтелектуальні системи безпеки руху. Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем». Кропивницький: ЦНТУ, 2023р. С. 156.
14. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я. І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.
15. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.
16. Віниченко В. С. Аналіз факторів і умов, які впливають на якість пасажирських перевезень на міському пасажирському транспорті / В. С. Віниченко, І. Ю. Тарасюк // Комунальне господарство міст : зб. наук. праць. –

Серія : Технічні науки та архітектура, 2011. – № 99. – С. 369– 374.

17. Бабій М.В., Долинний А.В., Костюк Є.Р. Постановка основних задач організації перевезень тролейбусним транспортом. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2019. Том 1. С. 159–160.

18. Бабій М.В., Денисюк В.І. Застосування найпростіших трендів для прогнозування товаропотоку автоперевезень на наступний рік. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 18-19.

19. Babii A., Babii M. (2019) Taking impact of oscillation amplitude of bearing frame sections of boom sprayers into account on its resource. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol. 95, no 3, pp. 97-104.

20. Лежнева О. І. Рациональна організація руху на маршрутах міського пасажирського транспорту / О. І. Лежнева // Вісник НТУ «ХП». – Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП», 2014. – № 17 (1060). – С. 37 – 42.

21. Бабій М.В. Дослідження раціональної тривалості робочого часу водія. Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“. Тернопіль : ТНТУ, 2016. Том 1. С. 105.

22. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Економіка підприємств автомобільного транспорту: Навч. посібник для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство"/Вінницький держ. техн. ун- т. Вінниця: ВДТУ, 2002. 115с.

23. Бабій М.В., Кучвара І.М. Ключові проблеми безпеки дорожнього руху в Україні. Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти : матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції. Кривий Ріг, 2017. С. 14–16.

24. Babii A.; Aulin V.; Babii M.; Levytskyi B. (2022) Investigation of the working

capacity of the operating body suspension functional-transporting machine. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 105, no 1, pp. 5–12.

25. Мельникова О. П. Модель оцінювання функціонування системи управління якістю на пасажирських автотранспортних підприємствах / О. П. Мельникова, Т. Є. Василенко // Наукові праці ДонНТУ. – Серія: Економічні науки. – Донецьк : ДонНТУ, 2007. – С. 132–38.

26. Бабій В.А., Гащин В.І., Бабій М.В. Штучний інтелект в системах автоматизованого керування дорожнім рухом. Матеріали XII Міжнародної науковопрактичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій—”. Тернопіль: ТНТУ, 2023. С. 178.

27. Омаров Д.М. Приклад моделювання роботи міських автобусів на маршруті. Науково-технічний збірник. «Інформаційні процеси, технології та системи на транспорті». Київ: НТУ, 2016. Вип. 4. С. 38-47.

28. Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів (наказ Міністерства транспорту України від 07.06.2010

29. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. / І.А. Вікович. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 672 с.

30. Leshchak, R.L., Babii, A.V., Varna, R.A. et al. Corrosion Resistance of the Coating of the Frame of an Agricultural Sprayer Boom. Mater Sci 58, 2022. 268–273.

31. Бабій М.В., Олійник В.А., Бабій В.А. Використання цифрових технологій для оптимізації маршрутів при перевезенні пасажирів. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики “. Видавець – ФОП Паляниця В.А., 2022. С. 181.

32. Стручок В.С. Навчальний посібник «ТЕХНОЕКОЛОГІЯ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА. ЧАСТИНА «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»». Тернопіль: ФОП Паляниця В. А. 156 с.

