

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Підвищення ефективності маршруту перевезення пасажирів
електротранспортом міста Тернополя

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МНм

спеціальності

275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

Розумний Ю.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Плекан У.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Плекан У.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« 11 » листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(шифр і назва спеціальності)

студенту Розумному Юрію Леонідовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності маршруту перевезення пасажирів
електротранспортом міста Тернополя

Керівник роботи Плекан Уляна Михайлівна, к.е.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 11 » 11 2024 року № 4/7-1081

2. Термін подання студентом завершеної роботи 28.12.2024

3. Вихідні дані до роботи

Схема маршруту; статистичні дані пасажиропотоків на маршруті; рухомий склад;
довжина перегону; назви зупинок; обсяг перевезення пасажирів за годинами доби.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ.

1. Теоретичний розділ.

2. Аналітико-дослідницький розділ.

3. Проектно-рекомендаційний розділ.

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичний розділ	До 22.11.24	
2.	Аналітико-дослідницький розділ	До 04.12.24	
3.	Проектно-рекомендаційний розділ	До 12.12.24	
4.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	До 17.12.24	
	Загальні висновки, презентація	До 19.12.24	

Студент

(підпис)

Розумний Ю.Л.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Плекан У.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності роботи електротранспорту міста Тернополя, зокрема тролейбусних маршрутів. Де досліджено сучасний стан транспортної мережі, організацію руху, технічні характеристики тролейбусів та методи обліку пасажиропотоків. Основна увага зосереджена на маршруті №11, який зазнав змін через технічний стан інфраструктури.

Робота містить аналіз проблем міського електротранспорту, таких як нерівномірність пасажиропотоків, висока залежність від контактної мережі та експлуатаційні витрати. Запропоновано шляхи оптимізації, зокрема модернізацію рухомого складу, впровадження електронної системи обліку оплати проїзду, аналіз даних для кращого розподілу транспорту та зменшення заторів.

Проектно-рекомендаційна частина передбачає заходи для підвищення швидкості, регулярності й комфорту перевезень. Визначено необхідну кількість рухомих одиниць, розроблено рекомендації щодо впровадження низькопідлогових тролейбусів і використання сучасних технологій управління транспортом.

Ця робота спрямована на розвиток міського транспорту Тернополя, створення зручних умов для пасажирів та зниження негативного впливу транспорту на екологію.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	6
1.1. Опис сучасного стану системи тролейбусних пасажирських перевезень.....	6
1.2. Рухомий склад тролейбусів	10
1.3. Організація руху тролейбусного маршруту №11 м. Тернополя	14
1.4. Система обліку оплати проїзду в електротранспорті Тернополя	18
АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	21
2.1. Організаційні питання забезпечення якісного руху тролейбусів	21
2.2. Методика для визначення пасажиропотоків.....	25
2.3. Загальна характеристика транспортної мережа міста	27
ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	32
3.1. Аналіз пасажиропотоку на транспортному маршруті №11	32
3.2. Встановлення нормативів швидкості руху тролейбуса.....	46
3.3. Обґрунтування необхідної кількості транспортних засобів	48
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
4.1. Державне законодавство з охорони праці.....	53
4.2. Дії у надзвичайних ситуаціях на автомобільному транспорті.....	55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61

ВСТУП

Розвиток міського громадського транспорту є ключовою складовою стійкої урбанізації, яка забезпечує належний рівень мобільності населення та зменшує навантаження на екологію. Зростання кількості індивідуального автомобільного транспорту спричиняє численні проблеми, серед яких перевантаженість дорожньої мережі, підвищення рівня шкідливих викидів та погіршення транспортної доступності. В таких умовах важливим завданням стає оптимізація маршрутів громадського транспорту, зокрема електротранспорту, який демонструє переваги у зменшенні вуглецевого сліду та економії енергоресурсів.

У контексті міста Тернополя, тролейбусний транспорт відіграє значну роль у задоволенні потреб жителів у повсякденних перевезеннях. Незважаючи на те, що цей вид транспорту характеризується високою екологічністю та відносною економічністю, його експлуатація стикається з рядом викликів. Зокрема, це нерівномірність пасажиропотоків, залежність від контактної мережі, а також значні витрати на утримання інфраструктури. У таких умовах удосконалення системи організації тролейбусних перевезень стає необхідною умовою для забезпечення комфортного та доступного пересування.

Дослідження можливостей підвищення ефективності функціонування міського електротранспорту, аналіз особливостей маршрутів і пасажиропотоків дозволяють формувати рішення, які сприяють раціональному використанню ресурсів і задоволенню потреб громадськості. Оптимізація транспортної роботи, врахування сезонних та добових коливань у попиті, а також впровадження сучасних технологій управління рухом є основними напрямками, що сприяють розвитку транспортної інфраструктури міста.

ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Опис сучасного стану системи тролейбусних пасажирських перевезень

Інтенсивне зростання кількості легкових автомобілів стало серйозним викликом для розвитку міських територій, що обумовлено обмеженістю простору та інфраструктурними особливостями сучасних міст. В умовах щільного транспортного потоку використання індивідуального автотранспорту часто призводить до значного збільшення часу, необхідного для поїздки, а також до зниження ефективності транспортної системи загалом. Такі проблеми зумовили необхідність перегляду підходів до міського транспортного планування. Уряди багатьох країн, де автомобілізація населення досягла високого рівня, почали активно розробляти та впроваджувати державні програми, спрямовані на підтримку і модернізацію громадського транспорту через фінансування відповідних проєктів та ініціатив.

Збільшення частки індивідуального автомобільного транспорту суттєво впливає на функціонування системи громадських перевезень. Спостерігається нерівномірність пасажиропотоків, що проявляється у сезонних, місячних та добових коливаннях. Такі тенденції призводять до зниження загального обсягу перевезень громадським транспортом і вимагають комплексного врахування під час розроблення схем руху та оптимізації маршрутів масового пасажирського транспорту. Врахування цих особливостей є ключовим для забезпечення стабільної роботи транспортної інфраструктури міста та підвищення її ефективності.

Тролейбусні перевезення є важливим компонентом системи громадського транспорту в сучасних містах, що активно розвиваються. Завдяки своїй

екологічності тролейбус стає ефективною альтернативою транспорту з двигунами внутрішнього згоряння. Використовуючи електричну енергію як основне джерело живлення, тролейбуси не створюють шкідливих викидів у навколишнє середовище, що особливо актуально для мегаполісів із високим рівнем забруднення повітря. Крім того, електричний струм є значно дешевшим за нафтопродукти, що дозволяє знижувати операційні витрати на перевезення. Обслуговування тролейбусного транспорту є менш затратним порівняно з автобусами, оскільки не потребує використання технічних рідин на основі нафтопродуктів, таких як моторні й трансмісійні масла, а також відсутня необхідність у системах шумопоглинання для роботи двигунів.

Попри очевидні переваги, тролейбусний транспорт має і низку недоліків, які обмежують його ефективність та рентабельність. Одним із ключових мінусів є залежність від контактної мережі, що робить систему вразливою до перебоїв у електропостачанні та потребує регулярного технічного обслуговування інфраструктури. Додатковим викликом є висока енергоємність силових агрегатів, що призводить до значних витрат електроенергії під час експлуатації. У порівнянні з іншими видами міського транспорту, будівництво та утримання тролейбусної інфраструктури потребує значних фінансових вкладень, а загальна вартість створення тролейбусної системи в кілька разів перевищує витрати на організацію автопарку з автобусами. Через сукупність цих факторів ефективність використання тролейбусної мережі є відносно низькою, а рентабельність системи, як правило, не перевищує 20%.

Незважаючи на значні екологічні та економічні переваги, тролейбусні перевезення потребують комплексного підходу до модернізації й оптимізації, щоб забезпечити їхню конкурентоспроможність у порівнянні з іншими видами громадського транспорту.

Внутрішньоміські пасажирські перевезення переважно забезпечуються громадським транспортом, зокрема автобусами, тролейбусами, трамваями та метрополітеном, а в окремих випадках частково залучаються залізничний і водний транспорт. Легкові автомобілі, включно з таксі, відомчими та

приватними транспортними засобами, відіграють другорядну роль у структурі міських перевезень, їх частка зазвичай не перевищує 5% від загального обсягу пасажиропотоків.

Процес розвитку міського транспорту завжди був тісно пов'язаний з урбанізацією та розширенням міст. Наразі активно впроваджуються комплексні програми оптимізації та розвитку всіх видів пасажирського транспорту, особливо для міст із чисельністю населення понад 250 тисяч осіб. Такі схеми враховують динамічне зростання міської території, збільшення щільності населення та постійне навантаження на вулично-дорожню мережу, що ускладнює функціонування транспорту.

Тролейбусний транспорт за своїми експлуатаційними характеристиками подібний до автобусного, однак має певні відмінності, пов'язані з необхідністю наявності тягових підстанцій та прокладання двопровідної контактної мережі для його функціонування. Ці особливості роблять впровадження тролейбусної системи більш затратним, проте тролейбуси мають суттєві переваги в аспекті екологічності й енергоефективності, оскільки використовують електричну енергію замість паливно-мастильних матеріалів.

Тролейбусні маршрути зазвичай обслуговують напрямки з середньою інтенсивністю пасажиропотоків, де використання метрополітену або трамвая є недоцільним з економічної точки зору, а автобуси не завжди забезпечують необхідний рівень комфорту та екологічної безпеки. Враховуючи ці особливості, тролейбуси стають оптимальним рішенням для багатьох міських маршрутів, забезпечуючи баланс між вартістю обслуговування, вантажопідйомністю та екологічними вимогами.

Під час проєктування тролейбусної мережі особлива увага приділяється зменшенню кількості перетинів як між тролейбусними лініями, так і з трамвайними коліями. Це пояснюється тим, що перетини та повітряні стрілки знижують середню швидкість руху тролейбусів, а в деяких випадках можуть призвести до зупинок через зіскакування струмознімача з контактного дроту. Місткість сучасних тролейбусів залежно від моделі та конфігурації становить

від 74 до 139 пасажирів, що дозволяє ефективно обслуговувати маршрути з середньою інтенсивністю пасажиропотоків. Траси для тролейбусних ліній проєктують виключно на вулицях з якісним капітальним покриттям, оскільки надійність струмознімання залежить від рівномірності та стану дорожнього полотна. Поздовжній ухил на маршрутах не повинен перевищувати 0,07, щоб уникнути перевантажень електродвигунів і збоїв у русі.

У порівнянні з автобусами тролейбуси мають меншу маневреність, що є особливо помітним у старих містах із вузькими вулицями, де складно забезпечити плавний рух транспорту. Однак головною перевагою тролейбусів у порівнянні з трамваями є можливість посадки та висадки пасажирів безпосередньо з тротуару, що значно підвищує зручність використання цього виду транспорту в умовах інтенсивного міського руху. Завдяки конструкції струмознімачів тролейбус може відхилятися від осі контактної лінії на відстань до 4,2 метра, що дозволяє йому об'їжджати перешкоди та бути більш гнучким у міському середовищі.

Щоб забезпечити рух на ділянках, де відсутня контактна мережа, або підтримати роботу під час перебоїв в електропостачанні, тролейбуси можуть оснащуватися допоміжними силовими агрегатами. До таких систем належать акумуляторні батареї, суперконденсатори або навіть двигуни внутрішнього згоряння, що робить тролейбусний транспорт більш автономним і стійким до технічних збоїв.

Для збільшення провізної здатності тролейбусних ліній активно використовуються моделі з підвищеною місткістю пасажирів. До них належать зчленовані тролейбуси, які можуть перевозити більше пасажирів завдяки додатковим секціям. У середньому провізна здатність стандартної тролейбусної лінії порівнянна з автобусною й становить близько 5000 пасажирів на годину, що робить цей вид транспорту ефективним рішенням для маршрутів з помірним завантаженням.

1.2. Рухомий склад тролейбусів

Механічне обладнання тролейбуса складається з ключових елементів, які забезпечують його надійну роботу та комфорт для пасажирів. До основних складових належать шасі з силовою передачею, система підвіски, передній і задній мости, рульове керування, гальмівне обладнання та кузов. Підвіска тролейбуса може бути як ресорною, так і пневматичною, що дозволяє досягти кращої амортизації та зменшення вібрацій під час руху. Гальмівна система, залежно від конструкції, використовує механічний або пневматичний привід, що забезпечує ефективне гальмування та безпеку під час експлуатації.

Електрична система тролейбуса включає в себе тяговий електродвигун, що є головним елементом для приведення транспорту в рух, високовольтну апаратуру для управління та захисту, а також низьковольтну апаратуру, яка відповідає за живлення допоміжних систем. До електричного обладнання належать також струмознімачі, які забезпечують контакт із повітряною лінією та передачу електричного струму для живлення двигуна.

Конструкція шасі тролейбуса подібна до шасі автобусів, проте має деякі важливі відмінності. Основною особливістю є нижче розташування рами, що значно полегшує монтаж і обслуговування тягового електродвигуна, а також інших елементів електричної апаратури. Завдяки такій конструкції знижується центр ваги тролейбуса, що підвищує стійкість під час руху та забезпечує кращу маневреність.

Провідні колеса тролейбуса приводяться в рух завдяки тяговому електродвигуну, що передає обертальний момент через карданний вал. Карданний вал має шарнірні з'єднання на обох кінцях, які дозволяють компенсувати зміни кута нахилу у вертикальній площині під час руху. Обертання валу якоря тягового двигуна передається карданному валу через переднє шарнірне з'єднання. Далі через заднє шарнірне з'єднання карданний

вал передає крутний момент на редуктор із диференціалом, який у свою чергу приводить у дію півосі заднього моста. Півосі обертають задні колеса, забезпечуючи рух тролейбуса.

Важливо зазначити, що шарнірні з'єднання карданного валу є необхідним елементом для стабільної роботи трансмісії, оскільки вони забезпечують плавну передачу обертального моменту навіть у випадках, коли змінюється кут нахилу агрегатів під час їзди нерівною дорогою. Загальна конструкція тролейбуса, яка поєднує механічне та електричне обладнання, забезпечує ефективність руху, надійність у використанні та можливість функціонування на міських маршрутах із різноманітними умовами експлуатації.

Кузови сучасних тролейбусів виконують із суцільнометалевих конструкцій вагонного типу, що забезпечує високу міцність, жорсткість і довговічність. Завдяки такій будові тролейбус здатний витримувати значні навантаження, які виникають під час регулярної експлуатації у міських умовах. Важливу роль відіграє ергономічне планування пасажирського салону, де передбачено оптимальне розташування сидінь для забезпечення комфорту пасажирів. Відстань між рядами сидінь не повинна бути меншою за 735 мм, що відповідає сучасним вимогам до простору для ніг і забезпечує вільний рух пасажирів по салону.

Для обслуговування допоміжних систем у тролейбусах передбачено низьковольтне електричне обладнання, яке включає генератор потужністю від 250 до 350 Вт, акумуляторну батарею, що складається з двох 6-вольтних акумуляторів, з'єднаних послідовно, а також реле-регулятор для контролю напруги. Це обладнання забезпечує живлення систем, необхідних для роботи тролейбуса: освітлення, сигналізації та контролю. Споживачами низьковольтної напруги є головні фари, габаритні ліхтарі, стоп-сигнали, аварійне освітлення салону, керуючі електричні кола, дзвінок і звуковий сигнал. Таке обладнання сприяє безпеці руху, оскільки відповідає за освітлення дороги та комунікацію із зовнішнім середовищем.

Гальмівна система тролейбуса є складною та багаторівневою, оскільки вона поєднує як механічні, так і електричні гальма, що підвищує загальну ефективність зупинки транспортного засобу. Тролейбуси моделей ЗІУ та МТБ оснащені двома механічними й двома електричними гальмами, кожне з яких виконує свої завдання. Центральне гальмо, яке активується за допомогою ножної педалі, передає зусилля через силову передачу на гальмівні колодки, що забезпечують уповільнення задніх ведучих коліс. Це гальмо забезпечує уповільнення до $3,5 \text{ м/с}^2$, що відповідає гальмівному шляху близько 10 метрів при швидкості 30 км/год і повному навантаженні транспортного засобу.

Колісні колодкові гальма, розташовані на кожному з чотирьох коліс тролейбуса, функціонують за допомогою пневматичного приводу. Ці гальма забезпечують додаткове уповільнення близько $2,5 \text{ м/с}^2$, що дозволяє досягти гальмівного шляху близько 14 метрів за аналогічних умов швидкості та навантаження. Поєднання різних типів гальмівних систем гарантує ефективне та надійне гальмування, навіть у разі несправності одного з контурів, що є ключовим фактором для безпеки під час перевезення пасажирів.

Таким чином, сучасна конструкція кузова, допоміжні низьковольтні системи та багаторівнева гальмівна система дозволяють тролейбусам ефективно виконувати свої функції в умовах міського середовища, забезпечуючи комфорт, надійність і безпеку для пасажирів та водіїв.

Електричне гальмування в тролейбусах є важливим компонентом ефективної та економічної системи зупинки транспортного засобу. Воно функціонує шляхом переведення тягового двигуна в генераторний режим, що дозволяє здійснювати процес гальмування у двох основних стадіях. На першому етапі реалізується рекуперативне гальмування, коли електрична енергія, що виробляється під час гальмування, передається назад у контактну мережу, зменшуючи загальне споживання електрики. На другому етапі використовується реостатне гальмування, коли отримана енергія розсіюється у пускових реостатах, перетворюючись на тепло. Такий підхід дозволяє

підвищити енергоефективність тролейбусної системи та знизити експлуатаційні витрати.

Система обігріву салону тролейбуса тісно пов'язана з роботою пускових реостатів, які виділяють значну кількість теплової енергії під час гальмування або запуску. Повітря із верхньої частини салону за допомогою спеціального вентилятора подається до реостатів, нагрівається і знову подається в салон через систему повітроводів, розташованих у нижній частині кузова. У теплу пору року, щоб уникнути перегріву салону, тепле повітря після проходження через реостати відводиться в атмосферу, що сприяє підтримці комфортного мікроклімату для пасажирів.

З розвитком сучасних технологій тролейбусна система зазнала значних покращень. Важливим нововведенням стало застосування нанотехнологій, завдяки яким вдалося зменшити енергоємність багатьох компонентів. Зокрема, для освітлення пасажирського салону широко використовуються світлодіодні лампи та стрічки, які споживають значно менше енергії порівняно з традиційними лампами розжарювання. Окрім економичності, світлодіоди забезпечують яскраве та рівномірне освітлення, підвищуючи комфорт для пасажирів у темний час доби.

Інноваційні конструкційні рішення також дозволяють вдосконалити дизайн та функціональність тролейбусів. Зокрема, використання рамної конструкції створює нові можливості для зміни форми кузова, забезпечуючи сучасний естетичний вигляд і покращену аеродинаміку транспортного засобу. Удосконалення торкнулися і підвіски тролейбуса: традиційна ресорна система поступилася місцем багатоважільній підвісці з газо-олійними амортизаторами, які працюють у поєднанні з пневматичними подушками. Завдяки такій конструкції забезпечується плавний хід навіть на нерівних дорогах, що суттєво підвищує комфорт пасажирів під час руху.

Сучасні тролейбуси поєднують у собі передові технології, економічність та комфорт. Впровадження енергоефективних систем гальмування, інноваційного освітлення та підвіски нового покоління сприяє підвищенню

продуктивності цього виду транспорту та його привабливості для міських перевезень.



Рисунок 1.2 – Освітлення салону за допомогою світлодіодної стрічки

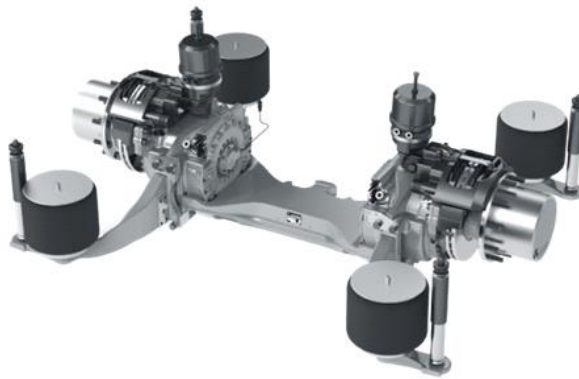


Рисунок 1.3 – Підвіска сучасного низькопідлогового тролейбуса

1.3. Організація руху тролейбусного маршруту №11 м. Тернополя

З 12 квітня 2024 року в Тернополі відбулися зміни у русі тролейбусного маршруту №11. Причиною стало обмеження проїзду через міст біля Тернопільського національного технічного університету. Рішення ухвалене для забезпечення безпеки руху, оскільки шляхопровід зазнав значного навантаження і потребує посилення заходів контролю.

Новий маршрут передбачає рух тролейбуса через центральні вулиці міста, такі як Богдана Хмельницького, Збаразька, Злуки, Мирона Тарнавського,

Київська та 15 Квітня. У районі Східного масиву транспорт здійснює розворот, проходячи такими вулицями, як Протасевича, Лесі Українки, Слівенська та Степана Бандери. Відтепер тролейбус №11 курсує цими дорогами у двох напрямках, що забезпечує зручність для пасажирів і полегшує транспортне сполучення в місті.

Зміни вплинули не лише на цей маршрут. На інших тролейбусних маршрутах, які також проходять через вказаний шляхопровід, зокрема №1, 2, 5, 10, запроваджено використання одинарних тролейбусів замість великих двосекційних. Крім того, для зменшення навантаження на громадський транспорт було збільшено кількість автобусів на маршруті №1А «вул. Винниченка – вул. Слівенська».

Ці кроки дозволили оптимізувати рух транспорту в умовах обмеженого доступу до частини інфраструктури.

На рисунку 1.4 представлена схема тролейбусного маршруту №11.

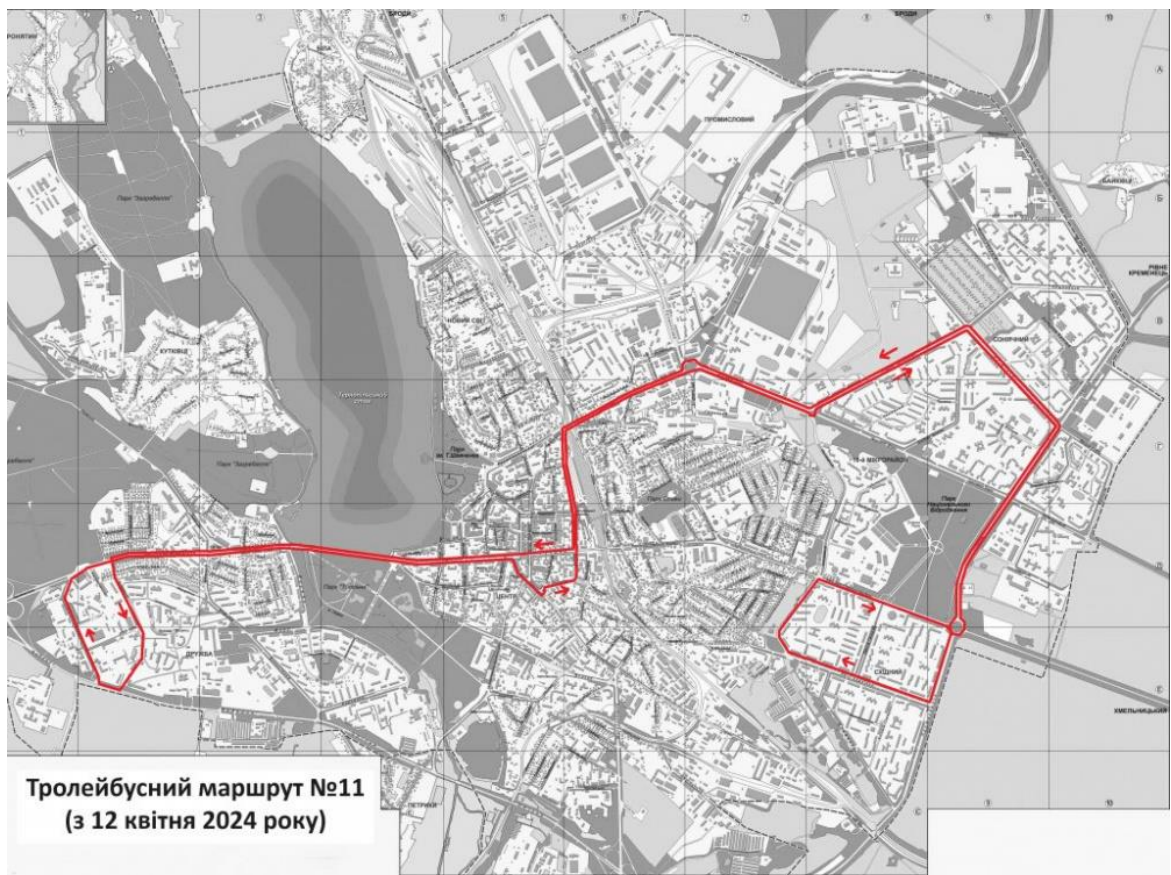


Рисунок 1.4 – Схема тролейбусного маршруту №11

В основному на розглядуваному маршруті курсують тролейбуси марки Škoda 15Tr.

Škoda 15Tr – це тролейбус, розроблений чеським виробником Škoda для забезпечення ефективного міського пасажирського транспорту. Його створення розпочалося у 1980-х роках, і модель стала однією з найпопулярніших серед зчленованих тролейбусів свого часу. Вона відзначається високою пасажиромісткістю, що робить її особливо корисною для перевезень у містах із великим пасажиропотоком.

Тролейбус побудований із зчленованим кузовом, що дозволяє йому мати значно більшу місткість у порівнянні з одночастинними моделями. Особливістю є використання трьох осей, з яких дві приводні, що забезпечує краще зчеплення з дорожнім покриттям і сприяє стабільності на поворотах. Двигун має високу продуктивність, що дозволяє тролейбусу працювати на маршрутах із різним рельєфом.

Škoda 15Tr отримав просторий салон із зручними місцями для сидіння та стояння, а також широкі двері для швидкого входу та виходу пасажирів. У багатьох модифікаціях цієї моделі було передбачено оновлення електрообладнання, що сприяло підвищенню енергоефективності та зменшенню експлуатаційних витрат.



Рисунок 1.5 – Тролейбус марки Škoda 15Tr

У Тернополі дедалі ширше застосовуються сучасні низькопідлогові тролейбуси, які значно підвищують комфорт і доступність міського транспорту. Основною перевагою цих транспортних засобів є знижений рівень підлоги, що забезпечує зручність посадки й висадки для пасажирів, особливо для людей похилого віку, пасажирів із дитячими візками та осіб із обмеженими можливостями.

Технічне оснащення таких тролейбусів відповідає сучасним стандартам. Вони обладнані електронними системами управління, які оптимізують роботу двигуна та зменшують витрати електроенергії. Крім того, у салоні зазвичай встановлено кондиționери, системи опалення та інформаційні табло, що відображають маршрут і наступні зупинки. Це сприяє створенню комфортних умов для пасажирів навіть під час тривалих поїздок.

Низькопідлогові тролейбуси в Тернополі також оснащені пандусами для заїзду інвалідних візків, що підкреслює орієнтованість міста на інклюзивність. Завдяки інноваційному дизайну та сучасним технологіям, ці транспортні засоби не тільки зручні, але й екологічно безпечні, оскільки знижують рівень викидів шкідливих речовин у порівнянні з традиційними видами громадського транспорту.

Міська влада прагне модернізувати транспортну систему, і впровадження низькопідлогових тролейбусів є важливим кроком у цьому напрямку. Ці машини вже стали невід'ємною частиною щоденного життя міста, забезпечуючи комфортні й надійні перевезення для всіх мешканців і гостей Тернополя.



Рисунок 1.6 – Низькопідлоговий тролейбус моделі ЛАЗ Е 183

1.4. Система обліку оплати проїзду в електротранспорті Тернополя

Система обліку оплати проїзду в електротранспорті Тернополя є сучасною та автоматизованою, спрямованою на забезпечення зручності для пасажирів і підвищення ефективності управління транспортною мережею. Основою цієї системи є використання електронного квитка, що дозволяє відмовитися від паперових талонів і готівкових розрахунків, спрощуючи процес оплати та зменшуючи витрати на обслуговування.

Впровадження електронної системи дозволило значно покращити контроль за фінансовими потоками та зменшити ймовірність недобросовісного виконання обов'язків із боку водіїв чи кондукторів. Завдяки автоматизованій системі пасажирів можуть швидко сплатити за проїзд, використовуючи спеціальні картки або мобільні додатки. Це створює прозорі умови для моніторингу обсягів перевезень та обліку виручки, що є важливим для планування розвитку транспортної інфраструктури.

Система також інтегрує різні категорії пасажирів, надаючи можливість пільговикам користуватися спеціальними електронними картками для

підтвердження свого права на безкоштовний чи частково оплачуваний проїзд. Це спрощує ідентифікацію таких пасажирів і знижує конфліктні ситуації у транспорті.

Окремо варто відзначити, що автоматизована система обліку даних дозволяє аналізувати пасажиропотік у реальному часі. Це допомагає оптимізувати маршрути, регулювати кількість транспортних засобів на лініях і забезпечувати рівномірний розподіл навантаження в години пік.

Таблиця 1.1 – Варіанти оплати проїзду в електротранспорті Тернополя

	Безконтактні банківські картки, які можна використовувати для оплати вартості проїзду переважно містять показаний на рисунку символ безконтактного застосування. Після Виконавши валідацію, з карти списуються кошти та друкується відповідно квиток з інформацією щодо проїзду.
	«Файна карта» – це електронний гаманець, який поповнюється на задану суму в грн. Після виконання валідації кошти списуються, пристрій друкує квиток, де зазначена інформація про поїздку, а також залишковий баланс.
	Проїзний квиток є запрограмовано за принципом «електронного гаманця». Його можна поповнювати на будь-яку суму в грн. Аналогічно прикладається до валідатора, списуються кошти, видруковується квиток, де наведено інформацію про поїздку та залишок на рахунку.

Продовження таблиці 1.1

	«Файна карта» для учнів – це «електронний гаманець», що поповнюється на будь-яку суму в грн. Списання коштів відбувається аналогічним чином, відповідно до встановлених тарифів або при нульовому тарифі на проїзд відбувається тільки ідентифікація особи, яка має право на такий пільговий проїзд.
	«Файна карта» пільгова – вона автоматично активізується кожного першого числа місяця. Валідація слугує для реєстрації поїздки. Звичайно видруковується квиток, що інформує про поїздку.
	І готівковий спосіб оплати – передбачає передачу коштів кондуктору, який користується своєю безлімітною карткою з наступною видачею проїзного документу.

Впровадження такої системи стало важливим кроком у розвитку громадського транспорту Тернополя, сприяючи його цифровій трансформації та наближенню до європейських стандартів обслуговування.

АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Організаційні питання забезпечення якісного руху тролейбусів

Перш ніж аналізувати основні завдання організації руху тролейбусів, важливо зрозуміти сутність процесу організації пасажирських перевезень загалом. Організація руху пасажирського транспорту – це складний комплекс заходів, спрямований на забезпечення системної та передбачуваної роботи рухомого складу з метою задоволення потреб населення у пересуванні. Цей процес охоплює широкий спектр дій, починаючи від розробки маршрутної мережі й закінчуючи моніторингом її ефективності. Його головна мета – створення зручної, надійної та доступної транспортної системи, яка відповідає сучасним вимогам міської мобільності.

Організація руху тролейбусів має враховувати комплексний підхід до транспортного планування. Вона повинна відповідати актуальному плануванню міста, а також передбачати перспективи його розвитку. Наприклад, при розробці нових маршрутів потрібно враховувати демографічні зміни, розширення житлових масивів, зростання кількості громадських закладів або торгових центрів, які можуть суттєво вплинути на пасажиропотік. Окрім цього, організація тролейбусного руху потребує розгляду технічних аспектів, таких як проєктування та забезпечення контактної мережі з відповідним енергопостачанням. Важливим є також питання оновлення рухомого складу, яке має відповідати сучасним вимогам екологічності, енергоефективності та комфорту.

Основними принципами, які мають визначати організацію перевезень тролейбусним транспортом, є забезпечення безпеки, регулярності, швидкості та комфорту перевезень. Безпека повинна бути пріоритетом на всіх етапах – від інфраструктурного планування до експлуатації транспортних засобів.

Регулярність перевезень забезпечує передбачуваність, яка є ключовою для пасажирів. Оптимальна швидкість перевезень залежить не лише від технічних характеристик тролейбусів, а й від організації дорожнього руху, пріоритетності громадського транспорту на перехрестях і зменшені простоїв на зупинках.

Комфорт пасажирів включає не лише якісні умови всередині салону, такі як зручні сидіння, належна вентиляція та опалення, а й доступність транспорту для маломобільних груп населення. Усі ці аспекти мають реалізовуватися з урахуванням економічної доцільності для підприємства електротранспорту, яке повинно ефективно використовувати ресурси, водночас забезпечуючи високу якість послуг. Таким чином, організація руху тролейбусів є багатогранним процесом, який вимагає врахування як інфраструктурних і технічних, так і соціально-економічних чинників.

Для забезпечення ефективної організації транспортного процесу необхідно дотримуватися не лише вимог до задоволення пасажиропотоків і вибору оптимальних маршрутів, але й приділяти увагу раціональному використанню рухомого складу. Це передбачає не тільки правильний розподіл транспортних одиниць на маршрутах, але й системне управління всім процесом перевезень. Управління має враховувати оптимальне розташування транспортних засобів на лініях, забезпечення їх своєчасного руху відповідно до графіка, а також адаптацію зупинкових пунктів до реальних потреб пасажирів.

Підвищення якості транспортних послуг є ключовою метою, яку можна досягти шляхом постійного аналізу потреб населення. Дослідження запитів пасажирів дає змогу пропонувати вдосконалені методи організації перевезень, які відповідатимуть реаліям змін у соціально-економічній структурі міста. Це включає як вивчення базових законів і принципів організації транспортного руху, так і розвиток сучасних методик, що враховують вплив нових технологій на транспортну систему.

Пасажиропотоки – це динамічна складова транспортної системи, яка характеризується кількістю людей, перевезених певним маршрутом у визначений проміжок часу. Їх формування залежить від багатьох факторів,

зокрема, від проектування міської інфраструктури, розташування соціальних, освітніх та культурних об'єктів, а також популярності певних напрямків серед населення. Пасажиропотоки відображають економічну, соціальну й культурну активність міста, оскільки охоплюють як щоденні потреби, так і позапланові переміщення мешканців.

Оцінювання та класифікація пасажиропотоків дозволяють краще зрозуміти структуру транспортних потреб населення. Трудові потоки формуються за рахунок поїздок до місць роботи чи навчання, ділові пов'язані зі службовими завданнями, культурні охоплюють переміщення до місць проведення заходів, а побутові включають поїздки для вирішення повсякденних справ. Важливу роль також відіграють потоки, що спрямовані до зон відпочинку, адже вони відображають зростаючу потребу мешканців у рекреаційних просторах.

Розуміння цих аспектів допомагає не лише підвищувати якість перевезень, а й інтегрувати транспортну систему в загальний міський розвиток. Система пасажирських перевезень повинна бути гнучкою, інноваційною та орієнтованою на людей, враховуючи як їхні щоденні потреби, так і довгострокові зміни у просторі міста.

На величину та напрямок пасажирських потоків впливає низка чинників, серед яких важливе місце займають наповненість транспортного засобу, комфортабельність перевезень та швидкість руху. Наповненість безпосередньо впливає на зручність для пасажирів: перевантажений транспорт спричиняє дискомфорт, що знижує привабливість громадського транспорту та стимулює вибір альтернативних способів пересування. Водночас швидкість перевезень визначає загальний час у дорозі та впливає на ефективність використання транспортного засобу. Обидва ці аспекти значною мірою залежать від професійних і етичних якостей водія, який забезпечує плавність руху, дотримується графіка та враховує потреби пасажирів.

Рівень пасажиропотоків також пов'язаний із густотою населення конкретного регіону та його активністю у використанні транспортних послуг.

Середня рухомість пасажирів, тобто співвідношення кількості перевезених осіб до чисельності населення, є ключовим показником, який відображає загальну інтенсивність використання транспорту в населеному пункті. Важливо враховувати, що цей показник залежить від таких факторів, як міська інфраструктура, доступність маршрутів, економічна активність населення та соціально-демографічні особливості.

Крім загальної кількості перевезених пасажирів, важливим параметром є середня відстань перевезення, яка залежить від структури транспортної мережі, вартості проїзду та наявності коротших альтернативних маршрутів. Зміни в плануванні міста, наприклад, відкриття нових житлових масивів або створення робочих місць у віддалених районах, суттєво впливають на ці показники.

Динаміка пасажирських потоків є непостійною, вона змінюється залежно від пори року, днів тижня та часу доби. Зазвичай найбільший пасажиропотік спостерігається восени та взимку, коли транспортом користується значна частина населення через несприятливі погодні умови та зростання щоденних поїздок. У робочі дні попит на транспорт залишається стабільним, але відчутно коливається протягом доби: максимальні навантаження припадають на години пік, коли більшість пасажирів прямує до місць роботи, навчання чи додому. Суботи й неділі характеризуються зниженням інтенсивності перевезень через меншу кількість робочих поїздок, що обумовлює необхідність оптимізації маршрутів у вихідні.

Для ефективного функціонування транспортної системи підприємства повинні враховувати особливості пасажиропотоків і відповідно коригувати свої графіки. Зокрема, у години пік доцільно збільшувати кількість рухомого складу на маршрутах або скорочувати інтервали між рейсами, забезпечуючи оперативність перевезень і задовольняючи потреби більшої кількості пасажирів. Такий підхід сприяє не лише підвищенню якості транспортних послуг, а й раціональному використанню ресурсів транспортної мережі міста.

2.2. Методика для визначення пасажиропотоків

Дослідження пасажирських потоків є одним із ключових інструментів для покращення організації міської транспортної системи. Основним методом вивчення таких потоків є систематичне обстеження, яке дає змогу отримати детальну інформацію про напрямки, обсяги та особливості переміщень пасажирів. У процесі обстеження аналізують розподіл потоків по ділянках транспортної мережі, вивчають популярність зупиночних пунктів, які є кінцевими або транзитними точками для більшості пасажирів, а також розраховують середню довжину їхніх поїздок. На основі отриманих даних здійснюється перегляд маршрутів, оптимізація кількості транспортних засобів на лініях у різний час доби, а також коригується розташування зупинок, враховуючи потреби населення. Окрім того, ці результати використовуються для довгострокового планування розвитку транспортної інфраструктури міста.

Методика реалізації обстеження охоплює кілька етапів, включаючи візуальні спостереження, аналіз даних талонних перевезень, а також опитування та анкетування мешканців. Кожен із цих підходів має свої переваги та недоліки, що впливають на точність і оперативність отриманих результатів.

Візуальне обстеження пасажиропотоків передбачає пряме спостереження за переміщенням пасажирів. Учасники дослідження знаходяться як усередині транспортних засобів, так і поза ними, записуючи кількість пасажирів на певних ділянках маршруту. Цей метод дозволяє оперативно зібрати базові дані про завантаженість маршрутів, особливо у проблемних зонах транспортної мережі. Його основними перевагами є простота, доступність і невеликі витрати. Водночас візуальні спостереження мають обмежену точність, оскільки результати часто базуються на приблизних оцінках.

Талонне обстеження є більш складним і деталізованим методом. Під час перевезення пасажирів видаються талони, де зазначається пункт їхньої посадки. По завершенні поїздки ці талони збирають, фіксуючи кінцевий пункт

поїздки. Завдяки цьому методу можна точно визначити обсяги переміщень між зупинками та середню довжину поїздок. Зазвичай таке дослідження проводять раз на кілька років, оскільки воно вимагає значних людських і фінансових ресурсів. Проте його результати забезпечують високий рівень точності, що робить цей підхід особливо цінним для планування маршрутів і оптимізації графіків руху.

Окрім основних методів, важливим елементом дослідження є опитування мешканців, яке дозволяє отримати якісну інформацію про їхні потреби та переваги у використанні громадського транспорту. Це сприяє не лише покращенню існуючої мережі, а й створенню нових маршрутів, які відповідатимуть реальним запитам населення.

Загалом, дослідження пасажиропотоків є невід'ємною складовою сучасного транспортного планування. Воно допомагає створювати більш зручну, доступну та ефективну систему перевезень, яка враховує як поточні потреби, так і перспективи розвитку міської інфраструктури.

Одним із методів дослідження пасажирських потоків є опитування пасажирів, яке за своєю суттю нагадує талонний метод, але є менш складним у плані організації та обробки зібраних даних. Такий метод дозволяє скоротити обсяг матеріалів для аналізу, зберігаючи основну інформацію про пасажиропотоки. У процесі опитування два контролери-спостерігачі звертаються до пасажирів, які заходять до транспортного засобу на певній зупинці. Вони збирають дані про пункти відправлення та призначення, а також час, який витрачається на поїздку. Цей метод, як правило, застосовується вибірково, охоплюючи лише окремі маршрути транспортної мережі, що потребують детальнішого аналізу.

Ще одним важливим способом вивчення пасажиропотоків є анкетне обстеження. Воно спрямоване на отримання статистичних даних, пов'язаних із регулярними поїздками, зокрема трудовими, які здійснюють жителі міста. Анкетування проводиться в організаціях, на підприємствах, в освітніх закладах, а також у житлових районах, де проживають респонденти. У таких анкетах

містяться запитання, які допомагають встановити основні аспекти транспортної поведінки населення: види використовуваного транспорту, маршрути, пункти відправлення та призначення, а також час і частоту поїздок.

Зібрані дані анкетування є надзвичайно цінними для розробки стратегії оптимізації транспортної системи міста. Вони дозволяють визначити реальні потреби пасажирів, враховуючи їхні звички та пріоритети, а також виявляти недоліки в організації руху. Респонденти, які беруть участь у такому обстеженні, складають репрезентативну вибірку населення, що забезпечує точність отриманих результатів. Для обробки даних використовуються сучасні методи статистичного аналізу, які допомагають звести всю інформацію до узагальненої моделі транспортних потоків.

Таким чином, поєднання опитувального та анкетного методів дозволяє створити комплексну картину пасажиропотоків у міській транспортній системі. Це сприяє не лише кращому розумінню актуальних проблем, але й забезпечує основу для їхнього ефективного вирішення через удосконалення транспортної мережі та розробку нових маршрутів.

2.3. Загальна характеристика транспортної мережа міста

Транспортна мережа міста являє собою комплекс усіх маршрутів, що охоплюють територію самого міста та його передмість, забезпечуючи організацію пасажирського руху. Її основне завдання полягає в тому, щоб створити найзручніші умови для перевезень, забезпечуючи пасажирів оптимальними зв'язками між різними точками призначення. Ефективність функціонування такої мережі значною мірою визначається особливостями транспортного планування, яке враховує потреби населення та географічні умови.

На формування транспортної мережі впливають як природні, так і

інфраструктурні чинники. Зокрема, рельєф місцевості, ширина вуличних магістралей, їхній поздовжній профіль, а також наявність мостів і шляхопроводів безпосередньо визначають можливості прокладання маршрутів. Важливо, щоб усі житлові райони були інтегровані в єдину транспортну систему, яка забезпечує зручний доступ до місць роботи, адміністративних і торгових центрів, вокзалів, паркових зон та інших об'єктів міської інфраструктури.

Кількість транспортних засобів, задіяних на певних маршрутах, повинна відповідати інтенсивності пасажиропотоків і протяжності маршрутів. Рациональне використання ресурсів і забезпечення безперебійного руху сприяють підвищенню якості транспортного обслуговування та комфорту для жителів міста.

Планування міської вуличної мережі залежить від типу організації її структури, яка може бути радіальною, радіально-кільцевою, прямокутною, комбінованою або вільною. Кожна з цих систем має свої особливості та переваги. Радіально-кільцева структура дозволяє створювати прямі зв'язки між центром міста та периферією, однак її ефективність значною мірою залежить від наявності добре розвинених кільцевих доріг, які забезпечують баланс між навантаженням на центральні зони та зручністю пересування. Прямокутна система, зі свого боку, вирізняється рівномірним розподілом транспортних потоків завдяки паралельним вулицям, що зменшує концентрацію трафіку в центрі. Однак це може подовжувати час доїзду до центральних районів, що є її недоліком.

Щільність вуличної мережі є ключовим фактором у визначенні ефективності міського пасажирського транспорту. Вона обчислюється як співвідношення загальної довжини вулиць, що обслуговуються громадським транспортом, до площі міста. Цей показник впливає на середню відстань, яку пішоходам необхідно подолати від місця проживання чи роботи до найближчої транспортної зупинки. Більш щільна мережа сприяє скороченню цих відстаней, полегшуючи доступ до громадського транспорту.

Маршрутна система міського пасажирського транспорту є комплексом маршрутів, що об'єднують усі види громадського транспорту, включаючи автобуси, трамваї, метро та інші. Вона оцінюється за такими показниками, як загальна протяжність маршрутів, їхній маршрутний коефіцієнт, швидкість і частота руху. Великі міста зазвичай обслуговуються кількома видами транспорту, і ефективність транспортної системи залежить від того, наскільки добре інтегровані маршрути різних видів транспорту. Розрізнена організація маршрутів без врахування зв'язків між ними призводить до незручностей для пасажирів.

Рациональна транспортна мережа має забезпечувати комфортні умови перевезень із мінімальними витратами часу, обмеженою кількістю пересадок або їх відсутністю. Важливо, щоб маршрути відповідали основним пасажиропотокам і були спроектовані з урахуванням пропускної спроможності ключових транспортних вузлів і магістралей. Довжина всієї мережі пасажирського транспорту визначається як сума довжин усіх вулиць, які обслуговуються цим транспортом. Ефективна маршрутна система не лише оптимізує транспортний потік, але й підвищує якість життя в місті, сприяючи зменшенню заторів та покращенню мобільності населення.

Маршрутний коефіцієнт є показником, який характеризує співвідношення загальної довжини маршрутів до протяжності пасажирської транспортної мережі міста. Він демонструє середню кількість маршрутів, які припадають на один кілометр мережі. Високе значення цього коефіцієнта свідчить про добре розгалужену транспортну систему, що сприяє забезпеченню безпересадкових сполучень, підвищуючи комфорт і зручність для пасажирів.

Швидкість руху транспортних засобів є ще одним важливим параметром, що впливає як на якість обслуговування пасажирів, так і на ефективність роботи транспортної системи. Підвищення швидкості руху сприяє скороченню часу, необхідного пасажирам для здійснення поїздки, що робить громадський транспорт більш привабливим. Для транспортних підприємств це відкриває можливості обслуговувати більшу кількість пасажирів із меншим парком

транспортних засобів, що знижує експлуатаційні витрати при збереженні тих самих інтервалів руху.

У транспортному плануванні використовується кілька визначень швидкостей, кожне з яких має своє призначення та вплив на оцінку роботи системи. Технічна швидкість визначає максимальну швидкість, яку може розвивати транспортний засіб без порушення конструктивних обмежень. Гранична швидкість – це максимально можлива швидкість, яку можна досягти на короткий проміжок часу за умови збереження працездатності основних вузлів і механізмів транспорту. Середньоходова швидкість враховує пересування на перегонах без затримок і визначається тяговими розрахунками.

Швидкість сполучення є важливим показником, оскільки вона враховує середній час, витрачений на рух з усіма проміжними затримками та зупинками. Вона розраховується як відношення довжини маршруту до загального часу руху, не враховуючи часу стоянок на кінцевих зупинках. Цей параметр широко використовується для оцінки зручності надання транспортних послуг.

Експлуатаційна швидкість охоплює всі аспекти руху, включаючи затримки, стоянки на проміжних і кінцевих станціях. Вона визначається шляхом ділення загальної довжини маршруту в обох напрямках на тривалість оборотного рейсу або ж розраховується як співвідношення пробігу в машино-кілометрах до часу перебування транспортного засобу на маршруті в машино-годинах. Цей показник відображає реальну ефективність роботи транспортної мережі та є важливим критерієм при проектуванні маршрутів і графіків руху.

Експлуатаційна швидкість є ключовим показником ефективності роботи транспортного підприємства, адже вона визначає реальну продуктивність рухомого складу в умовах повсякденної експлуатації. Її величина залежить від низки факторів, зокрема технічного стану транспортних засобів, стану дорожнього покриття, якісного функціонування контактної мережі, рівня вуличного освітлення та динамічних характеристик транспорту. Не менш важливими є відстані між зупинками, інтенсивність трафіку, методи організації та регулювання руху, а також професійна підготовка й дисципліна водіїв.

Збільшення експлуатаційної швидкості має як переваги, так і недоліки. Хоча це покращує використання рухомого складу, знижує собівартість перевезень і підвищує якість обслуговування пасажирів, водночас зростає споживання електроенергії, а зношення транспортних засобів відбувається швидше. Тому для досягнення оптимального рівня швидкості необхідно враховувати баланс між економічною вигодою, технічним обслуговуванням та пасажирським комфортом.

Частота руху транспорту визначається кількістю одиниць рухомого складу, які проходять через певну ділянку маршруту в одному напрямку за певний проміжок часу. Інтервал руху, або час між прибуттям двох послідовних одиниць транспорту на зупинку, є критичним параметром для оцінки зручності обслуговування пасажирів. Частота руху тісно корелює з пасажиропотоком, місткістю транспортних засобів і технічними можливостями рухомого складу.

Пропускна здатність визначається максимальною кількістю транспортних одиниць, які можуть пройти через певну ділянку або вузол за одиницю часу. Цей показник відображає ефективність організації дорожнього руху. Водночас перевізна здатність характеризується максимальною кількістю пасажирів, яких можна перевезти через ділянку в одному напрямку за той самий час. Її величина залежить від пропускної спроможності та місткості транспортних засобів.

Місткість рухомого складу є важливим фактором у збільшенні перевізної здатності. Однак основним шляхом підвищення пропускної і перевізної спроможності міського транспорту є вдосконалення організації руху. Цього можна досягти за рахунок використання сучасних технічних засобів і методів регулювання трафіку, збільшення швидкості сполучення та модернізації транспортної інфраструктури. Впровадження більш ефективних технологій і підтримка високого рівня надійності транспортних засобів також є важливими чинниками для покращення якості обслуговування пасажирів і забезпечення сталого функціонування транспортної системи.

ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Аналіз пасажиропотоку на транспортному маршруті №11

Дослідження пасажиропотоку на маршруті №11 міста Тернополя спрямоване на виявлення особливостей функціонування цього маршруту, визначення інтенсивності перевезень та оптимізацію транспортного обслуговування. Цей маршрут відіграє важливу роль у транспортній системі міста, забезпечуючи сполучення між ключовими районами та зупинками. Аналіз пасажиропотоку дозволяє встановити, у які години спостерігається найбільше навантаження, а також виявити місця концентрації пасажирів.

Дослідження також охоплює оцінку ефективності використання транспорту, зокрема аналіз завантаженості салонів під час пікових періодів. Отримані дані допомагають визначити необхідність коригування графіка руху, збільшення або зменшення кількості одиниць транспорту на маршруті. Крім того, вивчається задоволеність пасажирів якістю обслуговування, що включає швидкість перевезень, комфорт та регулярність руху.

Результати дослідження стають основою для підвищення ефективності маршруту, зменшення часу очікування та покращення загальної організації громадського транспорту в місті. Це також сприяє зниженню навантаження на інші маршрути та формуванню комфортного середовища для мешканців та гостей Тернополя.

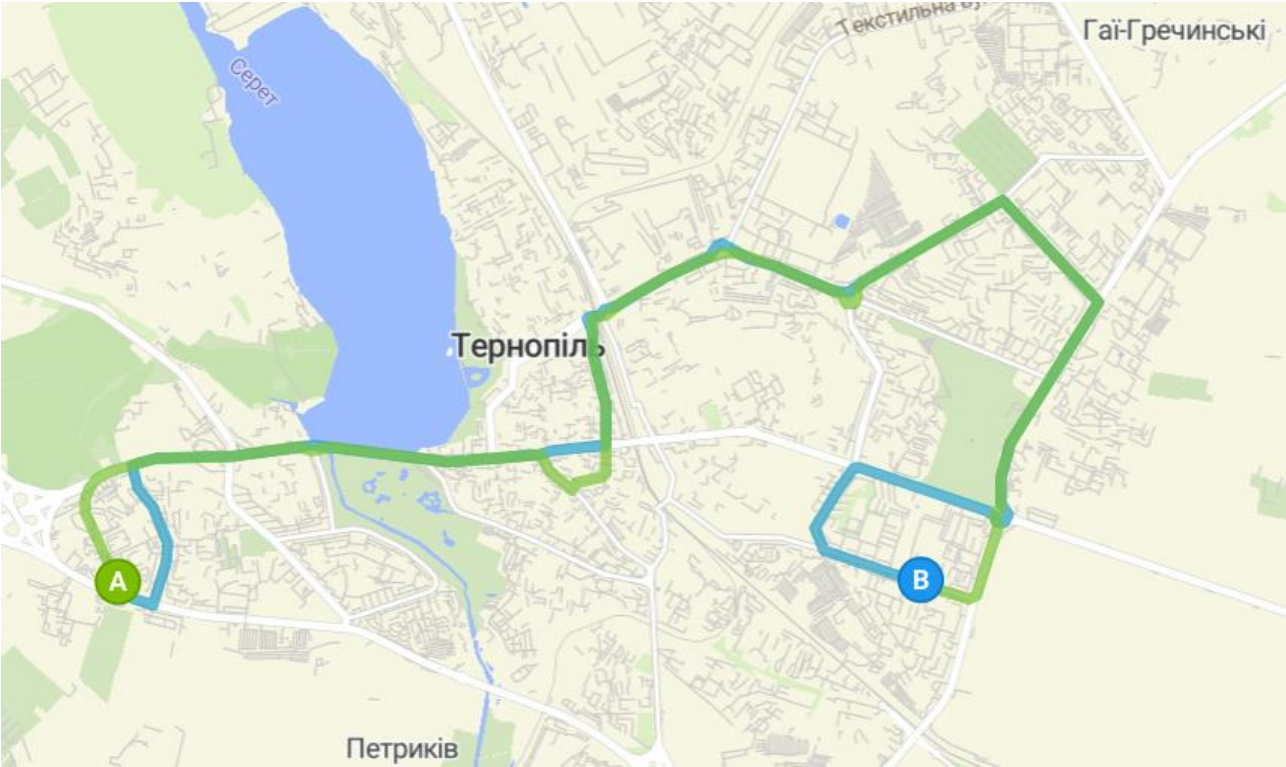


Рисунок 3.1 – Схема тролейбусного маршруту № 11

У таблиці 3.1 відображено пасажиропотік на маршруті №11, а також прорахована транспортна робота на розглядуваному маршруті.

Таблиця 3.1 – Пасажиропотік на маршруті №11

Прямий напрямок					
Назва зупинки	Довжина перегону	Кількість пасажирів			Транспортна робота, пас- км
		Зайшло	Вийшло	Проїхало	
Вул. Тролейбусна	-	200	-	-	-
Дендропарк	0,8	140	42	200	160
Бережанська	0,4	105	97	298	119
ТНЕУ	0,4	150	100	306	122
Вул. Мазепа	0,4	180	70	356	142
Медичний університет	1,4	100	80	466	652
Центр	0,3	110	70	486	146
Міська поліклініка 1	0,3	80	40	526	158

Продовження таблиці 3.1

Філармонія	0,2	130	100	566	113
Міська лікарня №1	0,3	90	120	596	179
Залізничний вокзал	0,6	60	65	566	340
Вул. Збаразька	0,8	70	90	561	449
Вул. Шота Руставелі	0,4	198	135	541	216
Маг. Текстильник	0,5	176	165	604	302
Маг. Універсам	0,5	237	192	615	308
Школа № 11	1,0	100	130	660	660
Вул. Лепкого	0,6	40	180	630	378
Вул. Київська	0,7	100	220	490	343
Вул. 15 Квітня	0,4	105	290	370	148
Вул. Петлюри	0,5	117	164	185	93
Пр. Степана Бандери	1,4	97	135	138	193
Вул. Лесі Українки	1,1	-	100	100	110
Всього	13,0	2585	2585	9260	5331

Зворотній напрямок					
Назва зупинки	Довжина перегону	Кількість пасажирів			Транспортна робота, пас- км
		Зайшло	Вийшло	Проїхало	
Вул. Лесі Українки	-	120	-		-
Вул. Монастирського	0,5	150	72	120	60
Вул. Слівенська	0,6	135	53	198	119
Вул. Коновальця	0,6	167	100	280	168
Б-р Д.Галицького	0,4	198	137	347	139
Пр. Степана Бандери	0,5	105	125	408	204
Вул. Сахарова	0,8	184	198	388	310
Вул. Петлюри	0,6	98	91	374	224
Вул. 15 Квітня	0,7	215	173	381	267

Продовження таблиці 3.1

Вул. Київська	0,4	320	236	423	169
Вул. Б. Лепкого	0,7	170	100	507	355
Школа №11	0,6	140	120	577	346
Маг. Універсам	0,6	160	100	597	358
Маг. Текстильник	0,5	90	130	657	329
Вул. Шота Руставелі	0,6	50	70	617	370
Вул. Збаразька	0,5	60	150	597	299
Залізничний вокзал	0,9	150	220	507	456
Центр	0,5	70	67	437	219
Кооперативний коледж	0,5	150	98	440	220
Школа №6	0,4	100	176	492	197
Готель Галичина	0,9	120	108	416	374
Вул. Мазепи	0,5	140	89	428	214
Вул. Бережанська	0,6	20	129	479	287
Вул. Лучаківського	0,5	30	140	370	185
Вул. Тролейбусна	1,2	-	260	260	312
Всього	14,7	3142	3142	10237	6181

Для наочного сприйняття розподілу вихідних даних, наведемо їх графічну інтерпретацію, рис. 3.2

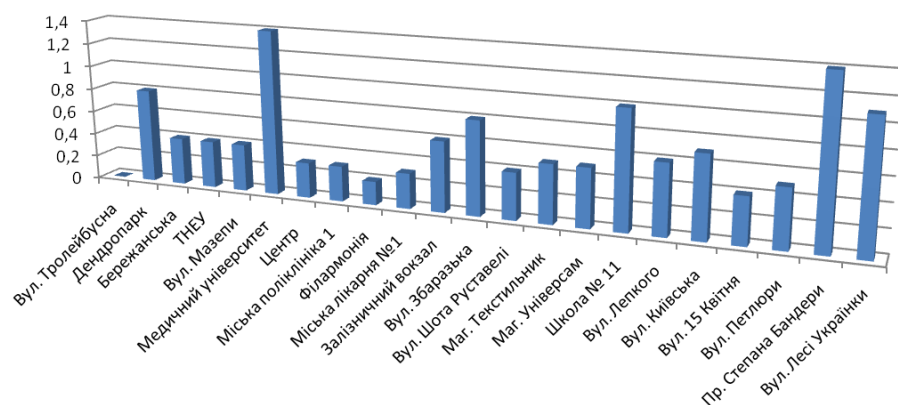


Рисунок 3.2 – Довжина переїзду (гону)

Характеристика чисельності пасажирів, рис. 3.3

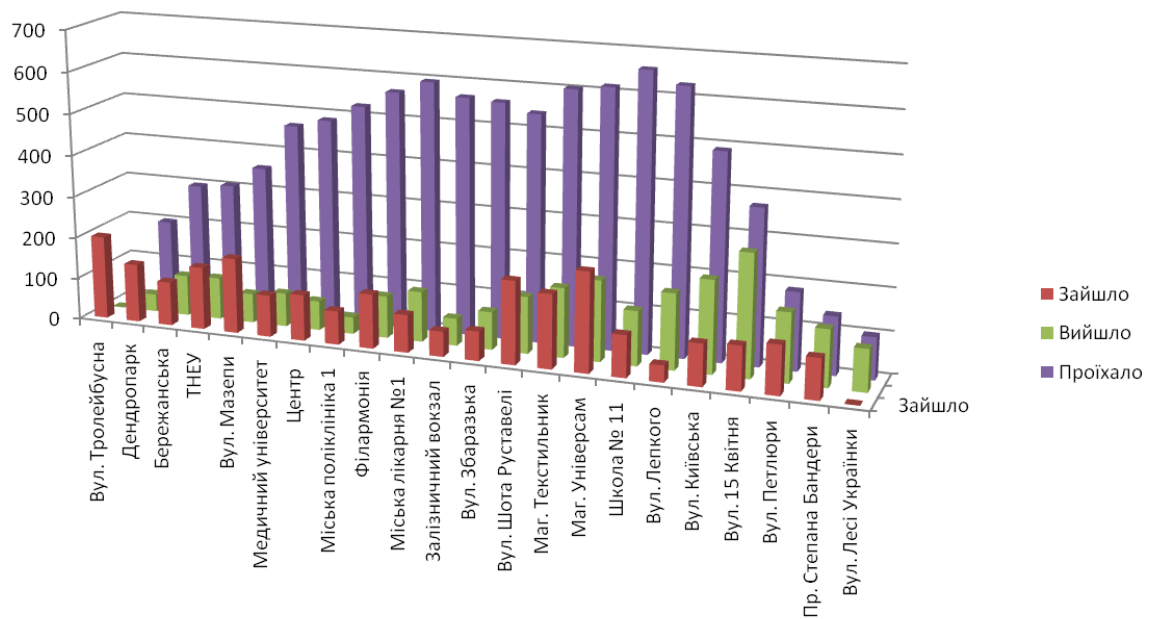


Рисунок 3.3 – Характеристика чисельності пасажирів в межах зупинок при русі у прямому напрямку

Виконана транспортна робота перевезення, рис. 3.4

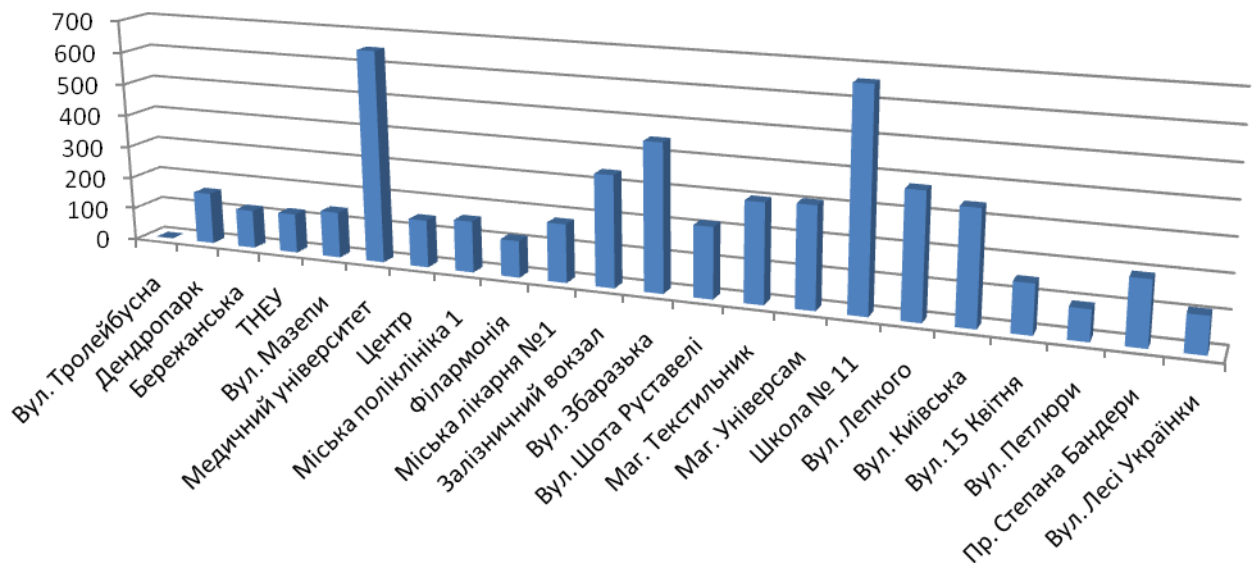


Рисунок 3.4 – Транспортна робота

Згідно з інформацією, поданою в таблиці 3.1, визначаємо загальний обсяг перевезень за добу сумуючи обсяги перевезення у прямому $Q_{\text{пр}}$ та зворотному $Q_{\text{зв}}$ напрямках

$$Q_{\text{доб}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{зв}}, \quad (3.1)$$

Отримаємо наступне значення

$$Q_{\text{доб}} = 2585 + 3142 = 5727 \text{ пас.}$$

Далі визначаємо коефіцієнти нерівномірності обсягу перевезень

У таблиці 3.2 відображено обсяги перевезень пасажирів на тролейбусному маршруті №11 протягом доби

Таблиця 3.2 – Обсяг перевезень на маршруті №11 (за годинами доби)

Години	Кількість пасажирів
1	2
6-7	305
7-8	391
8-9	453
9-10	370
10-11	340
11-12	424
12-13	371
13-14	365
14-15	330
15-16	362
16-17	390
17-18	570
18-19	555
19-20	501
Всього	5727

На основі аналізу даних розраховуємо середній обсяг пасажирських перевезень за годину на маршруті, що дозволяє оцінити рівномірність навантаження протягом дня.

$$Q_{\text{сер.}}^{\text{г.д.}} = \frac{Q_{\text{доб.}}}{T_{\text{р.м.}}}, \quad (3.2)$$

Підставляючи числові значення отримаємо

$$Q_{\text{сер.}}^{\text{г.д.}} = \frac{5727}{14} = 409 \text{ пас.}$$

В результаті очікуваний обсяг перевезень становитиме

$$Q_{\text{річ.}} = Q_{\text{доб.}} \cdot D_p \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{річ.}} = 5727 \cdot 365 = 2090355 \text{ пас.}$$

Коефіцієнт, що характеризує нерівномірність обсягу перевезень упродовж доби, обчислюється на основі погодинного аналізу пасажиропотоку. Він дозволяє оцінити, як змінюється інтенсивність перевезень у різні години та визначити найбільш завантажені періоди.

$$K_{\text{нер.}}^{\text{г.д.}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{г.д.}}}{Q_{\text{сер.}}^{\text{г.д.}}}, \quad (3.4)$$

$$K_{\text{пер}}^{\text{с.д}} = \frac{570}{409} = 1,4.$$

У таблицю 3.3 зведено обсяги перевезення пасажирів за місяцями протягом року

Таблиця 3.3 – Обсяг перевезень за місяцями року

Місяць року	Q _{міс} , Пас	Відсоток
1	2	3
Січень 01	172440	8,25
Лютий 02	168562	8,06
Березень 03	172887	8,27
Квітень 04	172861	8,27
Травень 05	166448	8,08
Червень 06	177489	8,49
Липень 07	178748	8,55
Серпень 08	176651	8,45
Вересень 09	173547	8,30
Жовтень 10	174529	8,35
Листопад 11	175357	8,39
Грудень 12	180836	8,65
Всього	2090355	100

Загальний обсяг пасажирських перевезень на маршруті №11, розрахований у середньому за місяць, дозволяє отримати уявлення про регулярність використання маршруту. Цей показник враховує змінність пасажиропотоку залежно від днів тижня та інших чинників, таких як сезонність чи особливості попиту.

$$Q_{\text{сер}}^{\text{міс}} = \frac{Q_{\text{річ}}}{12} \quad (3.5)$$

$$Q_{\text{сер}}^{\text{міс}} = \frac{2090355}{12} = 174196 \text{ пас.}$$

Далі розраховуємо коефіцієнт нерівномірності

$$K_{\text{нер}}^{\text{mic}} = \frac{Q_{\text{max}}^{\text{mic}}}{Q_{\text{сер}}^{\text{mic}}}, \quad (3.6)$$

$$K_{\text{нер}}^{\text{mic}} = \frac{180836}{174196} = 1,04.$$

Показник, що відображає нерівномірність пасажиропотоку впродовж тижня, розраховується на основі аналізу даних за кожен день. Він демонструє відмінності в інтенсивності перевезень у будні, вихідні та святкові дні, що дозволяє виявити характерні особливості попиту на транспортні послуги.

Обсяг перевезення пасажирів протягом тижня становитиме

$$Q_{\text{тиж}} = 7 \cdot Q_{\text{доб}} \quad (3.7)$$

$$Q_{\text{тиж}} = 7 \cdot 5727 = 40089 \text{ пас.}$$

На рисунку нижче графічно відображено обсяг перевезення протягом кожного дня

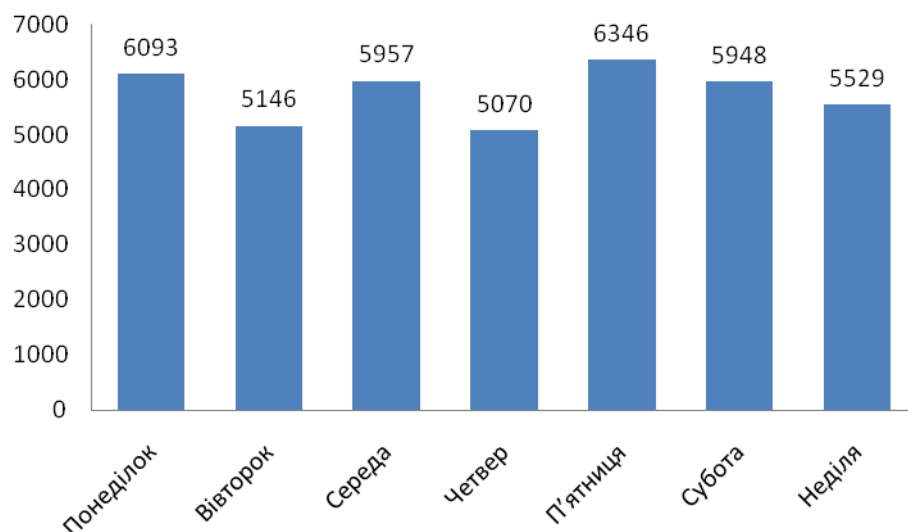


Рисунок 3.5 – Результат обсягу перевезень, що спостерігалися по днях тижня

Коефіцієнт нерівномірності розраховуємо за залежністю 3.8 та графічно відображаємо на рисунку 3.1

$$k = \frac{Q_{доб}}{Q_{тиж}} \cdot 100\% \tag{3.8}$$

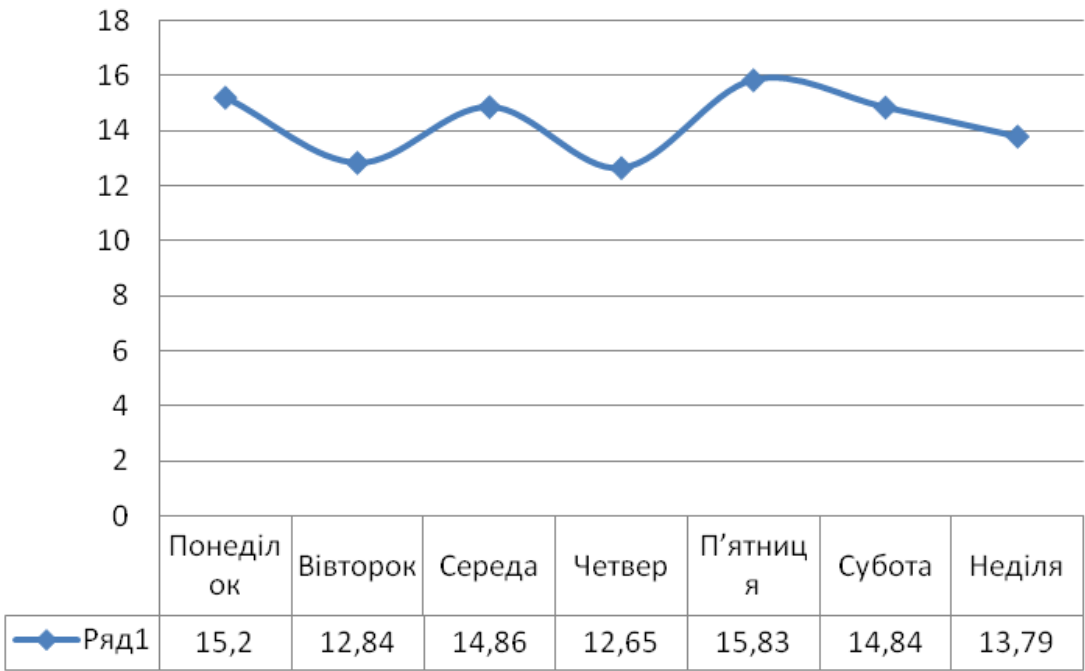


Рисунок 3.5 – Коефіцієнт нерівномірності перевезень

Дані розрахунків вносимо до таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Обсяг перевезень за днями тижня

День тижня	Q _{доб.} , пас	Відсоток
1	2	3
Понеділок	6093	15,20
Вівторок	5146	12,84
Середа	5957	14,86
Четвер	5070	12,65
П'ятниця	6346	15,83
Субота	5948	14,84
Неділя	5529	13,79
Всього	40089	100

На основі інформації, представленої в таблиці 3.4, проводиться розрахунок середнього обсягу пасажирських перевезень за тиждень на маршруті. Цей показник дозволяє оцінити загальну інтенсивність користування транспортом за семиденний період, враховуючи відмінності між буднями та вихідними днями.

$$Q_{сер}^{тиж} = \frac{Q_{тиж}}{7}, \quad (3.9)$$

$$Q_{сер}^{тиж} = \frac{40089}{7} = 5727 \text{ пас.}$$

коефіцієнт нерівномірності щодо перевезень за днями тижня:

$$K_{нер}^{\partial.т} = \frac{Q_{\max}^{\partial.т}}{Q_{сер}^{тиж}}, \quad (3.10)$$

$$K_{нер}^{\partial.т} = \frac{6346}{5727} = 1,11.$$

Розрахунок загального пасажиропотоку за маршрутом №11:

$$Q = Q^{np} + Q^{36} \quad (3.11)$$

$$Q = 9620 + 10237 = 19857 \text{ пас.}$$

Максимальне значення пасажиропотоку за двома напрямками руху становитиме:

$$Q_{\max}^{np} = 660 \text{ пас.}$$

$$Q_{\max}^{36} = 657 \text{ пас.}$$

Після цього розраховуємо середнє значення пасажиропотоку у відповідності до напрямків руху:

$$Q_{сер}^{np} = \frac{Q^{np}}{(a-1)^{np}} \quad (3.12)$$

$$Q_{сер}^{np} = \frac{9620}{21} = 458 \text{ пас.}$$

$$Q_{сер}^{36} = \frac{Q^{36}}{(a-1)^{36}} \quad (3.13)$$

$$Q_{сер}^{36} = \frac{10237}{24} = 426 \text{ пас.}$$

показник a – відображає кількість зупинок по кожному напрямку.

За нижче наведеними залежностями розраховуємо коефіцієнти нерівномірності за ділянками розглядуваного маршруту:

$$K_{нер}^{\partial.м. np} = \frac{Q_{max}^{np}}{Q_{сер}^{np}}, \quad (3.14)$$

$$K_{нер}^{\partial.м. np} = \frac{660}{458} = 1,44.$$

$$K_{нер}^{\partial.м. 36} = \frac{Q_{max}^{36}}{Q_{сер}^{36}}, \quad (3.15)$$

$$K_{\text{нер}}^{\partial.м.зв} = \frac{657}{426} = 1,54.$$

Далі виконуємо розрахунки нерівномірності потоку пасажирів за напрямками руху:

$$K_{\text{нер}}^{н.р} = \frac{Q_{\text{сер}}^{\max}}{Q_{\text{сер}}^{\min}}, \quad (3.16)$$

Середній пасажиропотік $Q_{\text{сер}}^{\max}$ у напрямку з більшою кількістю пасажирів характеризується вищим рівнем перевезень порівняно з іншими напрямками. Водночас у напрямку з меншою кількістю пасажирів середній показник пасажиропотоку $Q_{\text{сер}}^{\min}$ є значно нижчим, що вказує на зменшений рівень попиту або пропозиції.

$$K_{\text{нер}}^{н.р} = \frac{458}{426} = 1,08.$$

Розрахунок загального добового паса жирообігу на розглядуваному тролейбусному маршруті:

$$P_{\text{доб}} = P^{np} + P^{зв} \quad (3.17)$$

$$P_{\text{доб}} = 5331 + 6181 = 11512 \text{ пас} \cdot \text{км} \quad (3.18)$$

За наступною залежністю розраховуємо середню довжину їздки одного пасажиря, яка становитиме:

$$l_{\text{сер}}^n = \frac{P_{\text{доб}}}{Q_{\text{доб}}}, \quad (3.19)$$

$$l_{сер}^n = \frac{11512}{5727} = 2,01 \text{ км.}$$

Коефіцієнт змінності пасажирів:

$$\eta_{зм} = \frac{L_{м}^{np} + L_{м}^{36}}{2 \cdot l_{сер}^n}, \quad (3.20)$$

$$\eta_{зм} = \frac{13 + 14,7}{4,02} = 6,9.$$

Річний пасажирообіг, який прогнозується для маршруту №11, визначається на основі аналізу попиту на перевезення, інтенсивності використання маршруту та сезонних коливань. Цей показник демонструє очікувану кількість пасажирів, які скористаються маршрутом протягом року, враховуючи потенційне зростання або зменшення транспортного потоку.

$$P_{річ} = Q_{річ} \cdot l_{сер}^n, \quad (3.21)$$

$$P_{річ} = 2090355 \cdot 2,01 = 4201614 \text{ пас} \cdot \text{км.}$$

Значення середньої довжини перегону на маршруті становитиме:

$$l_{неp}^{ceo} = \frac{L_{м}^{np} + L_{м}^{36}}{(a-1)_{np} + (a-1)_{36}}, \quad (3.22)$$

$$l_{неp}^{ceo} = \frac{27,7}{43} = 0,64 \text{ км.}$$

3.2. Встановлення нормативів швидкості руху тролейбуса

Швидкість руху тролейбуса є ключовим параметром, що впливає на загальну ефективність роботи транспорту. Вона визначає не лише тривалість подорожі для пасажирів, але й рівень продуктивності праці водіїв, раціональність використання рухомого складу, а також безпеку транспортного процесу. Оптимізація швидкості сприяє зниженню витрат часу на перевезення, покращенню регулярності руху та підвищенню рівня обслуговування пасажирів.

Процес нормування швидкості тролейбусів здійснюється працівниками відділу експлуатації, які аналізують специфіку маршрутів, поточні умови руху, а також вплив зовнішніх факторів. Розрахункові норми часу, необхідні для виконання рейсу, є базовими даними для подальшої організації транспортної роботи. Вони використовуються при плануванні розподілу рухомого складу за маршрутами, розробці розкладів руху та впровадженні оптимальних швидкісних режимів.

Для забезпечення точності розрахунків і високої якості планування визначається загальний час виконання рейсу тролейбуса як у прямому, так і в зворотному напрямку. Цей показник враховує технічні, організаційні й експлуатаційні чинники, що впливають на ефективність перевезень.

$$t_p^{np} = t_{пух}^{np} + t_{np. з}^{np} + t_{к.в}^{np}, \quad (3.33)$$

$$t_p^{np} = 35 + 10 + 12 = 57 \text{ хв.}$$

$$t_p^{36} = t_{пух}^{36} + t_{np. з}^{36} + t_{к.в}^{36}, \quad (3.34)$$

де $t_{пух}^{np}$, $t_{пух}^{36}$ – час руху, хв.;

$t_{np.з}^{np}, t_{np.з}^{36}$ – час на проміжні зупинки, хв.;

$t_{к.б}^{np}, t_{к.б}^{36}$ – час на кінцевий відстій, хв.

$$t_p^{36} = 40 + 12 + 15 = 67 \text{ хв.}$$

Розраховуємо час обороту для тролейбусного маршруту №11:

$$t_{об} = t_p^{np} + t_p^{36}, \quad (3.35)$$

$$t_{об} = 57 + 67 = 124 \text{ хв.}$$

Розрахунок середньої технічної швидкості тролейбуса:

$$V_m = \frac{(L_m^{np} + L_m^{36}) \cdot 60}{t_{пух}^{np} + t_{пух}^{36}}, \quad (3.36)$$

$$V_m = \frac{(13 + 14,7) \cdot 60}{35 + 40} = 22,16 \text{ км/год.}$$

Значення середньої швидкості сполучення на маршруті №11 розраховуємо за формулою нижче:

$$V_c = \frac{(L_m^{np} + L_m^{36}) \cdot 60}{t_{об} - (t_{к.б}^{np} + t_{к.б}^{36})}, \quad (3.37)$$

$$V_c = \frac{(13 + 14,7) \cdot 60}{124 - 27} = 17,13 \text{ км/год.}$$

Визначення середньої експлуатаційної швидкості транспортного засобу:

$$V_e = \frac{(L_m^{np} + L_m^{36}) \cdot 60}{t_{об}}, \quad (3.38)$$

$$V_e = \frac{(13 + 14,7) \cdot 60}{124} = 13,4 \text{ км/год.}$$

3.3. Обґрунтування необхідної кількості транспортних засобів

Визначення необхідної кількості транспортних засобів здійснюється з урахуванням потреби забезпечення оптимальної роботи конкретного маршруту. Цей процес передбачає підбір тролейбусів з відповідною місткістю, яка дозволить зменшити експлуатаційні витрати перевізника. При цьому ключовою умовою залишається задоволення попиту пасажирів та дотримання нормативів якості транспортного обслуговування. Важливими критеріями є своєчасність перевезень, комфорт пасажирів і дотримання графіку руху.

Аналіз пасажиропотоку на маршруті №11 показав, що для ефективного виконання транспортної роботи ідеально підходить тролейбус Škoda 15Tr. Ця модель забезпечує належний рівень комфорту, високу місткість і відповідає технічним вимогам для перевезення пасажирів на маршрутах із середнім та високим навантаженням.

Крім того, для забезпечення регулярності перевезень і виконання всіх рейсів розраховується приблизна кількість поїздок, що може виконати тролейбус протягом дня. Цей розрахунок базується на технічних можливостях транспортного засобу, довжині маршруту, частоті відправлень і графіку руху, а також враховує пік пасажиропотоку. Таким чином, вибір тролейбуса і планування його роботи гарантують економічну доцільність і високу якість обслуговування пасажирів.

Необхідну кількість транспортних засобів визначають, виходячи з

потреби направлення на конкретний маршрут потрібної кількості тролейбусів визначеної місткості, що б забезпечувала мінімальні експлуатаційні затрати перевізника при умові задоволення пасажіопотоку при дотриманні нормативних вимог відносно якості транспортного обслуговування.

Виходячи з проведеного аналізу пасажіропотоку на маршруті № 11, тролейбус Škoda 15Tr цілком підходить для виконання цієї операції пасажіроперевезень.

$$n_p = \frac{2 \cdot T'_m \cdot 60}{t_{об}}, \quad (3.39)$$

$$n_p = \frac{2 \cdot 12 \cdot 60}{124} = 12 \text{ рейсів.}$$

Визначаємо необхідну кількість транспортних засобів на прикладі тролейбуса Škoda 15Tr.

Найбільша його добова продуктивність:

$$U_{зод}^{\max} = g_n \cdot \gamma_{\max} \cdot n_p \cdot \eta_{зм}, \quad (3.40)$$

$$U_{зод}^{\max} = 176 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 6,9 = 14572 \text{ пас.}$$

$$U_{зод}^{\min} = 70 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 6,9 = 5796 \text{ пас.}$$

Розрахунок мінімальної експлуатаційної кількості тролейбусів:

$$A_e = \frac{Q_{дооб} \cdot K_{нер}^{\partial.m}}{U_{зод}^{\max}}, \quad (3.41)$$

$$A_e = \frac{57270 \cdot 1,11}{14572} = 4,36 \approx 5 \text{ од.}$$

Мінімально необхідна кількість тролейбусів для забезпечення ефективного функціонування маршруту повинна бути щонайменше п'ять одиниць, що дозволить гарантувати перевезення пасажирів з урахуванням максимальної місткості транспортних засобів. Такий розрахунок базується на аналізі середньої та пікової інтенсивності пасажиропотоку, а також на необхідності дотримання графіка руху без затримок і перевантаження тролейбусів.

Максимальна експлуатаційна кількість тролейбусів визначається виходячи з можливостей транспортного підприємства, довжини маршруту, частоти рейсів і технічного стану наявного рухомого складу. Вона враховує резервні одиниці для заміни у разі непередбачених ситуацій, а також можливість забезпечення додаткових рейсів у години пік. Такий підхід дозволяє знизити ризик збоїв у роботі маршруту, підвищити комфорт і задовольнити попит навіть у найзавантаженіші періоди.

$$A_e = \frac{Q_{\text{доб}} \cdot K_{\text{пер}}^{\text{д.м}}}{U_{\text{год}}^{\text{мін}}}, \quad (3.42)$$

$$A_e = \frac{57270 \cdot 1,11}{5796} = 10,97 \approx 11 \text{ од.}$$

Для забезпечення високого рівня комфорту під час перевезення пасажирів передбачається, що тролейбуси перевозитимуть виключно сидячих пасажирів. Виходячи з цього, максимальна кількість необхідних транспортних одиниць визначається на рівні 11 тролейбусів, що забезпечує достатню пропускну спроможність і зручність для пасажирів.

Однак, базуючись на граничних значеннях рухомого складу, оптимальна кількість тролейбусів для роботи на маршруті приймається у межах 8 одиниць. Такий вибір дозволяє збалансувати потребу у транспорті з доступними ресурсами підприємства та рівнем пасажиропотоку.

У разі наявності додаткових тролейбусів у розпорядженні є можливість збільшити їх кількість на маршруті. Це дасть змогу покращити якість транспортного обслуговування, скоротити час очікування пасажирів, підвищити рівень зручності й відповідати високим стандартам комфорту.

При цьому розраховується орієнтовний інтервал руху тролейбусів, що враховує технічні характеристики, графік роботи маршруту, а також необхідність підтримання регулярності рейсів у пікові та міжпікові періоди.

$$I = \frac{t_{об}}{A_e}, \quad (3.43)$$

$$I = \frac{124}{5} = 25 \text{ хв},$$

$$I = \frac{124}{12} = 10 \text{ хв},$$

$$I = \frac{124}{8} = 15,5 \text{ хв}.$$

Максимальна кількість пасажирів, які можуть бути перевезені за добу за умови повного завантаження тролейбуса:

$$Q_{\max} = U_{\text{год}}^{\max} \cdot A_e, \quad (3.44)$$

$$Q_{\max} = 14572 \cdot 5 = 72860 \text{ пас.}$$

Максимальна добова кількість пасажирів, яких можна перевезти при повному заповненні сидячих місць тролейбуса:

$$Q_{\max} = 5796 \cdot 12 = 69552 \text{ пас.}$$

Визначення коефіцієнта використання місткості тролейбуса:

$$\gamma_{cm} = \frac{Q_{\text{дод}}}{Q_{\max}}, \quad (3.45)$$

$$\gamma_{cm} = \frac{57270}{72860} = 0,79.$$

$$\gamma_{cm} = \frac{57270}{69552} = 0,82.$$

У таблиці 3.5 зведено основні результати розрахунків по третьому розділі

Таблиця 3.5 – Основні результати розрахунків

Показник	Тролейбус з загальною завантаженістю	Тролейбус з тільки сидячими місцями
1	2	3
$U_{\text{зод}}^{\max}$	14572	5796
A_e	5	12
I	25	10
$Q_{\max}$	72860	69552
γ_{cm}	0,79	0,82

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Державне законодавство з охорони праці

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров'я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
- комплексного розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- соціального захисту працівників, повного відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;
- адаптації трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану;
- використання економічних методів управління охороною праці, участі

держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству;

- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;

- забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;

- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

На виконання вимог Закону і з метою забезпечення комплексного управління охороною праці на державному рівні утворено Національну раду з питань безпечної життєдіяльності населення при Кабінеті Міністрів України та Державний комітет України з нагляду за охороною праці. Почали діяти Національний науково-дослідний інститут охорони праці та Науково-інформаційний і навчальний центр охорони праці цього Комітету. Уперше в Україні з липня 1994 року видається науково-виробничий журнал "Охорона праці".

Державний комітет України з нагляду за охороною праці має повноваження здійснювати на території України державний нагляд за додержанням законодавчих та інших нормативних актів про охорону праці, координувати роботу міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади, об'єднань підприємств у галузі безпеки і гігієни праці та виробничого середовища. Рішення Державного комітету України з нагляду за охороною праці щодо питань охорони праці, які належать до його компетенції, є обов'язковими для виконання всіма міністерствами, іншими органами

державної виконавчої влади, місцевими Радами народних депутатів та підприємствами, установами, організаціями.

Закон "Про охорону праці" поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

Окремі статті Закону "Про охорону праці" присвячено регулюванню охорони праці жінок, неповнолітніх, інвалідів. Установлено, зокрема, заборону на використання праці жінок і неповнолітніх на підземних роботах, а також залучення жінок і неповнолітніх працівників до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує для них граничні норми.

4.2. Дії у надзвичайних ситуаціях на автомобільному транспорті

Рекомендації щодо дій населення в разі виникнення надзвичайної ситуації або події на транспорті.

У громадському транспорті (автобусі, тролейбусі, трамваї, маршрутному таксі):

- негайно вийти із салону транспорту через входні (вихідні) двері, у разі неможливості відкрити двері залишити салон через аварійні виходи (вибити скло та очистити рами вікон від його уламків);
- під час евакуації з транспорту зберігати спокій, надавати допомогу пасажиром із дітьми, жінкам, літнім людям, інвалідам;
- зателефонувати до компетентних органів та вказати місце (адресу, район), де виникла надзвичайна ситуація або подія;
- після виходу з місця надзвичайної ситуації або події залишатися у безпечному місці для отримання першої лікарської медичної допомоги (за необхідності) та надання інформації працівникам правоохоронних органів > щодо ймовірних причин виникнення надзвичайної ситуації або події;

- надавати першу медичну допомогу постраждалим (за можливістю).

На авіаційному транспорті:

- виконувати всі вказівки (команди) командира корабля та екіпажу, не вставати з крісла до повної зупинки літака, спробувати попередити виникнення паніки в салоні та порушення центрування літака;
- зняти з себе ювелірні прикраси, годинник, гострі предмети та нахилитися в кріслі вперед, обхопивши голову обома руками;
- після зупинки літака негайно вийти з нього, виконуючи вказівки екіпажу, через аварійні люки та надувні трапи, дотримуючись черги; допомогти пораненим, дітям та людям похилого віку; відійти далі від літака, лягти на землю, прикриваючи голову руками, щоб не постраждати у разі вибуху;
- зателефонувати до компетентних органів та вказати місце (адресу, район), де виникла надзвичайна ситуація або подія;
- залишатися у безпечному місці для отримання першої лікарської медичної допомоги (за необхідності) та надання інформації працівникам правоохоронних органів щодо ймовірних причин виникнення надзвичайної ситуації або події;
- надавати першу медичну допомогу постраждалим (за можливістю).

На залізничному транспорті:

- під час екстреної евакуації з вагона в разі виникнення надзвичайної ситуації або події зберігати спокій, із собою брати тільки необхідні речі (документи, гроші, одяг), великі речі залишати у вагоні, тому що вони можуть призвести до затримки здійснення евакуації;
- надавати допомогу пасажирам із дітьми, жінкам, літнім людям, інвалідам;
- під час поштовхів (ударів) доцільно триматися за виступи полиць й інші нерухомі частини вагона або згуртуватися, прикриваючи голову руками, щоб уникнути травм; при перевертанні вагона міцно триматися руками, упертися ногами у верхню полицю, стіну тощо, закриваючи очі, щоб у них не

потрапили уламки скла, дитину притиснути до себе обличчям, прикриваючи їй голову своїми руками;

- після зупинки вагона оглянути й визначити шляхи евакуації; якщо немає небезпеки пожежі, не спішити вибиратися; спробувати попередити паніку серед пасажирів; виходити з вагона по одному, пропускаючи вперед дітей, жінок, літніх людей, інвалідів; брати з собою лише документи, гроші та необхідний одяг; залишаючи особисті речі у вагоні, за можливістю забезпечити охорону з однієї-двох осіб;

- під час евакуації через бокові двері та аварійні виходи бути уважним та обережним, щоб не потрапити під зустрічний потяг;

- під час перекидання чи пошкодження вагона вибиратися тільки через вікна, опустивши фрамуги або вибити будь-яким способом скло, попередньо очистивши рами від його уламків; при можливості дітей і постраждалих виносити на руках;

- зателефонувати до компетентних органів та вказати місце (станція або ділянка між залізничними станціями), де виникла надзвичайна ситуація або подія;

- надавати першу медичну допомогу постраждалим (за можливістю).

У разі причетності до дорожньо-транспортної пригоди водій зобов'язаний:

а) негайно зупинити транспортний засіб і залишатися на місці пригоди;

б) увімкнути аварійну сигналізацію і встановити знак аварійної зупинки відповідно до вимог пункту 9.10 цих Правил;

в) не переміщати транспортний засіб і предмети, що мають причетність до пригоди;

г) вжити можливих заходів для надання першої медичної допомоги потерпілим, викликати карету швидкої медичної допомоги, а якщо це неможливо, звернутися за допомогою до присутніх і відправити потерпілих до лікувального закладу;

г) у разі неможливості виконати дії, перелічені в підпункті «г» пункту 2.10 цих Правил, відвезти потерпілого до найближчого лікувального закладу своїм транспортним засобом, попередньо зафіксувавши розташування слідів пригоди, а також положення транспортного засобу після його зупинки; у лікувальному закладі повідомити своє прізвище та номерний знак транспортного засобу (з пред'явленням посвідчення водія або іншого документа, який посвідчує особу, реєстраційного документа на транспортний засіб) і повернутися на місце пригоди;

д) повідомити про дорожньо-транспортну пригоду орган чи підрозділ міліції, записати прізвища та адреси очевидців, чекати прибуття працівників міліції;

е) вжити всі можливі заходи для збереження слідів пригоди, огороження їх та організувати об'їзд місця пригоди;

є) до проведення медичного огляду не вживати без призначення медичного працівника алкоголю, наркотиків, а також лікарських препаратів, виготовлених на їх основі (крім тих, які входять до офіційно затвердженого складу аптечки).

Своєчасна та ефективна медична долікарська допомога на місці події є найважливішим фактором збереження життя постраждалих і прискорення одужання в посттравматичному періоді.

Вимоги в аварійних ситуаціях.

Аварійна ситуація може виникнути в основному при дорожньо-транспортній пригоді.

У разі причетності до дорожньо-транспортної пригоди водій зобов'язаний:

Негайно зупинити транспортний засіб і залишатись на місці пригоди.

Увімкнути аварійну сигналізацію і встановити знак аварійної зупинки.

Не переміщати транспортний засіб і предмети, що мають відношення до пригоди.

Вжити можливих заходів для подання першої медичної допомоги потерпілим, викликати карету швидкої медичної допомоги, а якщо це неможливо, звернутися за допомогою до присутніх і відправити потерпілих до лікувального закладу.

У разі неможливості виконати дії, викладені в пункті.

Відвезти потерпілого до найближчого лікувального закладу своїм транспортним засобом, попередньо зафіксувавши розташування слідів пригоди, а також положення транспортного засобу після його зупинки; у лікувальному закладі повідомити своє прізвище та номерний знак транспортного засобу (з пред'явленням посвідчення водія або іншого документа, який засвідчує особу реєстраційного документа на транспортний засіб) і повернутися на місце пригоди.

Повідомити про дорожньо-транспортну пригоду органи міліції, записати прізвища і адреси очевидців, чекати прибуття працівників міліції.

Вжити всіх можливих заходів для збереження слідів пригоди, огороження їх та організувати об'їзд місця пригоди.

До проведення медичного огляду не вживати без призначення медичного працівника алкоголю, наркотиків, а також лікарських препаратів, виготовлених на їх основі (крім тих, які входять до складу офіційно затвердженої аптечки).

Аварійна ситуація при проведенні технічного обслуговування чи ремонті може виникнути у разі падіння вивішеного автобуса, падіння з висоти, ураження електричним струмом та інше.

При виникненні такої ситуації слід негайно припинити роботу, виключити обладнання, огородити небезпечну зону, не допускати до неї сторонніх осіб.

Повідомити про те, що сталося, керівника робіт.

Якщо є потерпілі – надати їм першу медичну допомогу; при необхідності викликати "швидку допомогу".

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході проведеного дослідження було встановлено, що розвиток міського електротранспорту, зокрема тролейбусного, є важливим елементом забезпечення стійкого функціонування транспортної системи в умовах сучасного міста. Виконаний аналіз маршруту тролейбусного перевезення №11 у місті Тернополі виявив ключові проблеми організації перевезень, включаючи нерівномірність пасажиропотоків, залежність від контактної мережі та обмеження, пов'язані з технічним станом інфраструктури.

Дослідження підтвердило, що ефективність роботи маршруту залежить від адаптації до сезонних та добових змін у попиті, оптимального розподілу транспортних засобів і застосування сучасних технологій для управління рухом. Розроблені пропозиції щодо вдосконалення маршруту дозволяють підвищити його ефективність, зменшити час очікування для пасажирів та поліпшити якість транспортних послуг.

Впровадження автоматизованих систем обліку пасажиропотоків і використання інноваційних методів управління транспортними потоками може сприяти більш раціональному використанню ресурсів і підвищенню рентабельності перевезень.

Загалом, отримані результати можуть бути використані для модернізації інших маршрутів міського транспорту в Тернополі, що сприятиме формуванню інтегрованої, ефективної та екологічно безпечної транспортної системи міста. Вдосконалення транспортної інфраструктури має не лише економічне, але й соціальне значення, оскільки забезпечує комфорт, доступність та зручність пересування для жителів і гостей міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вікович І.А. Теорія руху транспортних засобів: підруч. / І.А. Вікович. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 672 с.
2. ГОСТ 23457-86. Технічні засоби організації дорожнього руху. Правила застосування.
3. Бабій В., Михалків А., Розумний Ю. Еволюція управління проектами в транспортній логістиці: виклики та інноваційні рішення. Матеріали VII Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“. Тернопіль: ТНТУ, 2024. – С. 199-200.
4. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови.
5. Цьонь О.П., Плекан У.М., Вовк Ю.Я., Дзюра В.О., Бабій М.В., Рожко Н.Я., Матвійшин А.Й., Кучвара І.М. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів другого рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою "Транспортні технології (на автомобільному транспорті)". Тернопіль: ТНТУ, 2021. 51 с.
6. В.В. Аулін, М.Є. Кристопчук, О.П. Цьонь, М.Я. Сташків, М.В. Бабій, Ю.Д. Бодоря. Глобальна криза від пандемії Covid-19 та її вплив на мобільність населення. Центральнотернопільський науковий вісник. Технічні науки, 2021, вип. 4(35). С. 247-253.
7. 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.

8. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., & Chernii, V. (2021). Improving the efficiency of the road organization traffic at an unregulated crossroads. *Transport Development*, (1(8), 125-134.

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. ДБН В.2.3-5-2006 "Організація дорожнього руху": http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/DB061064.html.

11. Бабій, М. В.; Киричук, В. І.; Граничка, Р. І. Транспортні проблеми сучасного міста. ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ, 2023, 32.

12. 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.

13. ГСТУ 218-03450778.092-2002. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги загального користування.

14. 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.

15. 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.

16. ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.

17. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я. І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с.

18. 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.

19. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України I-IV рівнів акредитації / За ред. Е. П. Желібо і В. М. Пічі. – Київ: «Каравела», Львів: «Новий Світ – 2000», 2001. – 320с.

20. 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.

21. Криворучко, А. М. (2018). Організація дорожнього руху: Підручник. К.: НУБіП України.

22. 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.

23. Поліщук В.П. Теорія транспортного потоку: методи та моделі організації дорожнього руху: навч. посіб. / В.П. Поліщук, О.П. Дзюба. – К.: Знання України, 2008. – 175 с.

24. М. В. Бабій, І.В. Паламар, В.А. Бабій. Проблеми організації дорожнього руху при проектуванні вулично-дорожньої мережі. ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ, 2023, 28.

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

26. Бабій А., Бабій М. Дослідження міцності елементів конструкції функціонально-транспортуючих мобільних засобів. Науковий журнал «Інженерія природокористування», 2019. №3 (13) С. 87–91.

27. Стручок В. С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.

28. 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.

29. Бабій М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій / М.В. Бабій, А.В. Бабій, А.Й. Матвійшин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Випуск 169 “Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу” – Харків, 2016. С. 232–236.

30. ГОСТ 4092 - 2002. Світлофори дорожні. Загальні технічні умови, правила застосування та вимоги безпеки. - К. : Держстандарт України, 2002. - 31 с.

31. Бабій М.В., Легета В.В. Квадратичний тренд як інструмент прогнозування товаропотоку для автоперевезень. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “. Тернопіль : ТНТУ, 2017. Том 3. С. 20-21.

32. О.Л. Ляшук, О.П. Цьонь, В.О. Дзюра, М.В. Бабій, М.Є. Кристопчук, С.В. Лисенко, Ю.Д. Бодоря. Дослідження безпеки дорожнього руху на автошляхах. Центральнотернопільський науковий вісник. Технічні науки, 2022, вип. 5(36)_1. С. 311-317.

33. Системологія на транспорті. Підручник у 5 кн. / Під заг. ред. Дмитриченка М.Ф.– Кн. IV: Організація дорожнього руху / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля, О.Т. Лановий, І.Е. Линник, В.П. Поліщук.- К.: Знання України, 2006 р.- 504 с.

