

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи магістра

магістр

(освітній рівень)

На тему:

Оптимізація структури транспорту для

обслуговування міських пасажирських перевезень

Виконав: студент 6 курсу, групи МНМ-61
спеціальності 275 «Транспортні технології»
(шифр і назва спеціальності)

Студент

Гаврилів Ю.А

(підпис

(прізвище та ініціали)

Керівник

Аулін В.В

(підпис

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Плекан У.М

(підпис

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис

Зав. каф

Цьонь О.П

(підпис

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *Автомобілів*

Освітній рівень *магістр*

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *О.П. Цьонь*

«11» листопада 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гавриліву Юрію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Оптимізація структури транспорту для обслуговування міських пасажирських перевезень*

керівник проекту (роботи) *Аулін Віктор Васильович, д.т.н., проф*

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «11» листопада 2024 року № 4/7-1081

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *27 грудня 2024 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Транспортна мережа міста Тернополя; Обсяг утворення і обсяг поглинання пасажиропотоків

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

Вступ. 1. Теоретичний розділ. 2. Аналітико-дослідницький розділ;

3. Проектно-рекомендаційний розділ; 4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях

Загальні висновки. Перелік посилань.

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

Обсяг перевезень різними видами транспорту; діагностичні прилади

Відсотковий розподіл переваг респондентів

Таблиця обстеження пасажиропотоків; Пропонована структура транспорту, обслуговуючого термінал "Залізничний вокзал"

Розподіл швидкостей сполучення у вечірні часи Розподіл пасажиропотоків по видах транспорту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці</i>	<i>Окіпний І.Б., доцент</i>		
<i>Безпека в надзвичайних ситуаціях</i>			
	<i>Стручок В.С., ст. викладач</i>		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Студент _____
(підпис)

(прізвище та ініціали)

Аулін В.В.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ВСТУП	7
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Дослідження структури транспорту, що забезпечує міські пасажирські перевезення.	12
1.2. Актуальний стан розвитку транспортної галузі у сфері дослідження транспортних процесів	13
1.3. Оцінка якості пасажирських перевезень за допомогою рухомого складу	15
1.4. Визначення параметрів безпеки та екологічності перевезень	20
1.5. Висновки та постановка задач до кваліфікаційної роботи магістра	24
2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Експериментальне дослідження параметрів транспортного процесу	26
2.2 Встановлення закономірностей розподілу характеристик транспортного процесу	27
2.3 Експертна оцінка якості перевезень	34
2.4 Результати експериментального дослідження пасажиропотоків	43
2.5 Аналіз методів отримання даних	50
3 ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	
3.1 3.1 Опис досліджуваного транспортного вузла	52
3.2 Моделювання початкових параметрів функціонування пасажирського терміналу	53
3.3 Рекомендації щодо покращення роботи мережі громадського автомобільного транспорту	57

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1	Освітлення автомобільних доріг	60
4.2	Захист цивільного населення	65

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	68
--------------------------	----

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68
-------------------------	----

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної магістра роботи на тему: «Оптимізація структури транспорту для обслуговування міських пасажирських перевезень»

У магістерській роботі здійснено аналіз структур міського транспорту, що забезпечує пасажирські перевезення, досліджено сучасний стан галузі у контексті транспортних процесів, а також оцінено якість перевезень за показниками безпеки та екологічності рухомого складу.

У другому розділі проведено експериментальне визначення параметрів транспортного процесу та встановлено закони розподілу цих параметрів. Виконано експертну оцінку якості пасажирських перевезень на основі натурного обстеження пасажиропотоків, а також здійснено математичну обробку отриманих даних.

Третій розділ присвячений апробації методики вибору оптимальної транспортної структури для міських пасажирських перевезень. Розглянуто транспортний вузол «Залізничний вокзал», змодельовано початкові умови функціонування пасажирського термінала та розраховано необхідну кількість рухомого складу для його обслуговування. Виконано аналіз існуючої транспортної структури, зокрема із врахуванням скорочення кількості маршрутних автобусів. Проведено аналіз роботи автобусного маршруту, а також детально розглянуто маршрут №67 у місті Рівне.

Окремо досліджено питання охорони праці та забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВСТУП

Сучасна політика в галузі транспорту на період до 2020 року у сфері вдосконалення міських пасажирських перевезень спрямована на вирішення ключових проблем: підвищення безпеки дорожнього руху, зниження інтенсивності транспортних потоків, боротьбу з шумовим забрудненням та забрудненням атмосферного повітря, а також забезпечення якісного і повного задоволення потреб населення у перевезеннях. Основною метою цієї політики є створення збалансованої транспортної системи, яка сприяє зменшенню екологічного навантаження на міське середовище, покращенню безпеки руху та підвищенню швидкості пересування пасажирів.

В Україні до кінця XX століття розвиток міських пасажирських перевезень здійснювався враховуючи комплексний підхід до планування структури міст, відповідно до єдиної державної транспортної політики. Це забезпечило створення ефективної системи міських перевезень. Однак зміна інфраструктури, пріоритетів та інших цінностей у поєднанні з недосконалістю транспортного законодавства і кризовими явищами спричинили частковий занепад системи міських пасажирських перевезень.

Зростання рівня автомобілізації, волонтаристський підхід до формування маршрутних мереж, залучення малодосвідчених приватних перевізників із автобусами малої місткості та недотримання чинного законодавства загострили проблеми у сфері міських перевезень. Це призвело до зниження якості послуг, збільшення заторів, погіршення екологічної ситуації та зниження рівня безпеки на дорогах.

Разом із тим, існують об'єктивні чинники, які сприяють поступовому розвитку міських маршрутних перевезень в Україні. До них належать: зростання мобільності населення, підвищення вартості експлуатації індивідуальних транспортних засобів, вдосконалення нормативно-правової бази, покращення економічного стану країни та добробуту громадян, а також розробка комплексних програм розвитку транспортної інфраструктури міста.

Важливими є впровадження конкурсних механізмів для визначення перевізників, підтримка інновацій у транспортній сфері та поступове оновлення рухомого складу, орієнтоване на екологічність і комфорт для пасажирів.

Ці заходи сприяють формуванню сучасної, ефективної та екологічно безпечної системи міських пасажирських перевезень, здатної відповідати сучасним викликам і потребам суспільства.

Збільшення кількості ТЗ та незадовільна пропускна здатність ВДМ та незадовільний стан рухомого складу спричинили зниження середньої швидкості транспортного сполучення у містах. У місті Рівне, на перший погляд, зростання кількості маршрутних таксі могло б покращити рівень транспортного обслуговування населення. Однак така тенденція має і негативні наслідки: насичення вулично-дорожньої мережі призводить до збільшення аварійності, погіршення екологічного стану, зростання рівня шуму та викидів забруднюючих речовин у атмосферу.

Одним із ключових шляхів вирішення цих проблем є створення оптимальної структури транспорту для міських пасажирських перевезень. Рациональна структура передбачає оптимальне співвідношення транспортних засобів за типами, місткістю та технічним станом, а також їх розподіл відповідно до попиту на різних маршрутах.

При однакових зовнішніх умовах існуючий парк транспортних засобів визначає не лише перевізну здатність міського транспорту, а й рівень витрат на його утримання та функціонування. Від якості формування парку залежить ефективність транспортного обслуговування жителів міст. Процес створення структури транспорту міста охоплює обґрунтування пропорцій різних видів і типів транспортних засобів, а також оптимізацію їх експлуатації протягом усього життєвого циклу.

Ефективне управління парком транспортних засобів також передбачає розподіл транспортних засобів між маршрутами відповідно до реального пасажиропотоку. На жаль, розроблені методи формування та управління

парком часто не враховують сучасних умов, таких як динамічні зміни пасажиропотоку, впровадження новітніх технологій або екологічні стандарти. Як наслідок, отримані на їх основі рішення лише частково відповідають реаліям і не завжди можуть бути впроваджені на практиці з належною ефективністю.

Подальший розвиток міського транспорту вимагає впровадження інноваційних методів управління парком, які враховуватимуть сучасні тенденції, такі як електрифікація транспорту, впровадження систем розумного управління дорожнім рухом, а також інтеграція різних видів транспорту для створення комфортної та ефективної транспортної інфраструктури.

Тема магістерської роботи є надзвичайно актуальною. Вона враховує соціально-екологічні аспекти витрат суспільства на функціонування транспорту, адаптується до сучасних економічних умов та дозволяє визначати оптимальні параметри маршрутів, сприяючи покращенню транспортного обслуговування населення.

Метою роботи є вдосконалення транспортного процесу міських пасажирських перевезень шляхом формування ефективної структури парку міського транспорту, що відповідає сучасним вимогам зручності, безпеки та екологічності.

Для досягнення цієї мети вирішувалися наступні завдання:

1. Огляд стану та тенденцій розвитку міських пасажирських перевезень: досліджено сучасний стан транспортної системи та її еволюцію.
2. Визначення основних чинників, що впливають на структуру міського пасажирського транспорту: ідентифіковано ключові фактори, які формують попит на перевезення та впливають на розподіл рухомого складу.
3. Розробка методики для визначення оптимальної структури транспорту: запропоновано підхід, що дозволяє створити збалансовану транспортну систему для міських перевезень.

4. Модернізація показників оцінки рівня пасажирського сервісу**: уточнено критерії комфортності, швидкості, безпеки та доступності перевезень.

5. Розробка методики обстеження пасажирських потоків та швидкісних параметрів руху: створено інструментарій для аналізу пасажиропотоків та оцінки ефективності руху транспорту.

6. Практичне впровадження запропонованої методики: апробація методики на прикладі конкретних міських маршрутів для оптимізації структури транспорту.

Дослідження спрямоване на створення комплексного підходу до планування та управління міським пасажирським транспортом, що враховує екологічні, економічні та соціальні аспекти. Отримані результати дозволяють підвищити ефективність транспортної системи, поліпшити якість обслуговування пасажирів та зменшити негативний вплив транспорту на навколишнє середовище.

Об'єктом дослідження є процес організації пасажирських перевезень на маршрутах міського транспорту.

Предметом дослідження виступає структура парку міського пасажирського транспорту, яка впливає на ефективність і якість перевезень.

Методи дослідження:

1. Теорія ймовірностей та математична статистика використовувалися для аналітичного опису процесів, що відбуваються в транспортних системах.

2. Теорія масового обслуговування застосовувалася для моделювання функціонування зупинок пасажирського транспорту.

3. Методи дослідження операцій дозволили обґрунтувати розподіл інтенсивності руху на маршрутах із спільними ділянками та оптимізацію місткості транспортних засобів на маршрутах із комбінованим режимом руху.

Новизна одержаних результатів

1. Розробка методики визначення оптимальної структури рухомого

складу: Запропоновано новий підхід до формування структури парку міського транспорту, що враховує кількісні та якісні параметри рухомого складу для конкретних точок вулично-дорожньої мережі.

2. Запровадження комплексного критерію оцінки ефективності транспортної системи:

Розроблено критерій, який інтегрує задоволеність попиту на перевезення, екологічність транспортних операцій та безпеку дорожнього руху. Цей підхід дозволяє забезпечити баланс між економічними та соціально-екологічними аспектами.

3. Виведення теоретичних залежностей для аналізу швидкості сполучення на маршрутах:

Отримано математичні залежності, які дозволяють визначити швидкість транспортного сполучення як функцію кількості уповільнень на кілометр маршруту, завантаженості транспортного засобу, дисперсії ухилів подовжнього профілю дороги, насиченості маршруту перешкодами та інтенсивності дорожнього руху.

Запропоновані результати мають прикладне значення, оскільки вони дають можливість оптимізувати транспортну систему міста з урахуванням реальних умов експлуатації. Зокрема:

- удосконалення управління рухомим складом для зниження витрат на обслуговування;
- підвищення екологічної ефективності міського транспорту;
- покращення комфорту та швидкості перевезень пасажирів.

Практичне застосування отриманих результатів сприятиме створенню більш ефективної транспортної інфраструктури, яка відповідатиме сучасним вимогам сталого розвитку міст.

1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Дослідження структури транспорту, що забезпечує міські пасажирські перевезення.

Розвиток мережі громадського транспорту в Україні в докарантинний період сприяв активному переміщенню пасажирів, основним засобом для якого був громадський транспорт. Автомобільний транспорт, серед інших видів пасажирського перевезення, займає ключову роль у задоволенні попиту на транспортні послуги в багатьох регіонах країни.

У таких умовах необхідно докладати зусиль для створення ефективних моделей функціонування та розвитку транспортного комплексу. Ці моделі мають враховувати національні інтереси, потреби регіонів, інтереси автотранспортних підприємств, а також забезпечувати комфорт і доступність перевезень для населення.

Для вирішення зазначених проблем важливо розробити регіональні програми, спрямовані на забезпечення попиту на пасажирські перевезення. Ці програми повинні базуватися на комплексному аналізі ситуації в кожному регіоні, включаючи оцінку стану транспортної інфраструктури, пасажиропотоків та ефективності роботи транспортних підприємств. Аналіз доцільно проводити із застосуванням логістичного підходу, який дозволяє вивчати матеріальні, сервісні та інформаційні потоки в рамках ланцюгів «постачальник-виробник-споживач».

Нормальне функціонування транспортної системи можливе лише за дотримання низки умов, таких як:

- забезпечення заданої швидкості руху транспортних засобів;
- комфортність поїздки для пасажирів;
- дотримання екологічних стандартів;
- забезпечення високого рівня безпеки;
- відповідність фінансовим вимогам транспортних компаній і

користувачів.

Метою роботи транспортної системи є своєчасне і якісне задоволення попиту на пасажирські перевезення. Це включає оперативне реагування на зміни у пасажиропотоці, покращення доступності транспортних послуг та впровадження інноваційних рішень для оптимізації роботи транспорту.

Інтеграція логістичних підходів, екологічних вимог і сучасних технологій управління пасажирськими потоками сприятиме створенню ефективної транспортної системи, яка відповідатиме потребам суспільства та забезпечуватиме сталий розвиток регіонів України.

1.2 Актуальний стан розвитку транспортної галузі у сфері дослідження транспортних процесів

Удосконалення організації транспортних процесів пасажирських перевезень є важливим соціальним завданням, яке потребує участі всіх рівнів влади.

Приватизація, що відбулася в 1990-х роках, скасувала державну монополію на управління транспортною галуззю. Унаслідок проведеної реформи автотранспортні підприємства опинилися під контролем муніципальних органів або приватних власників, проте при цьому бракувало належного фінансового підґрунтя. Більше того, значна частина рухомого складу перебувала в морально і фізично застарілому стані, що не дозволяло повністю задовольнити попит на пасажирські перевезення.

Ці обставини створили передумови для активного виходу приватних перевізників на ринок транспортних послуг. Їхній парк складався переважно з автобусів середньої місткості (зазвичай типу «ПАЗ») та малої місткості (типу «Газель»). Основною перевагою приватних перевізників стала гнучкість роботи: вони здійснювали зупинки не лише на офіційних маршрутах, а й на вимогу пасажирів. Це значно підвищило їх конкурентоспроможність у порівнянні з муніципальними транспортними

підприємствами.

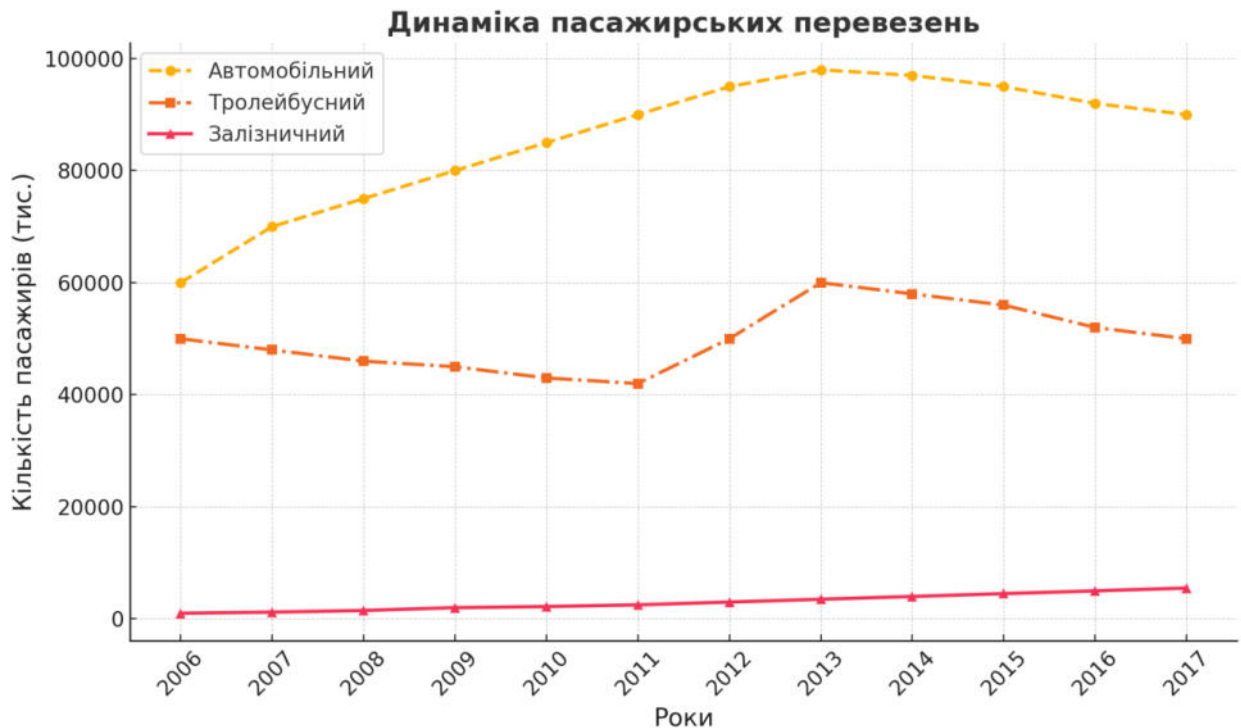


Рисунок 1.1. Обсяги перевезень пасажирів за типами транспорту

Аналіз статистичних даних свідчить про позитивну динаміку збільшення обсягів пасажирських перевезень [8, 9, 10] (див. рис. 1.1). За останні роки спостерігається поступове розширення та оновлення автопарку транспортних засобів, а також значне покращення стану дорожнього покриття. За період із 1970 по 2020 рік кількість транспортних засобів для перевезення пасажирів зросла в 11 разів, а рівень автомобілізації суспільства зріс у 22 рази [5].

Разом із тим, аналіз завантаженості міських магістралей показує, що близько 80% із них працюють на межі своєї пропускної здатності. Це зумовлено стрімким зростанням кількості приватного транспорту, особливо у великих містах.

У таких умовах виникає нагальна потреба у розробці методики, яка дозволить ефективно комбінувати різні види транспорту на кожному маршруті. Важливу роль у цьому відіграють великі пересадкові вузли, які сприяють організації пасажиропотоків, підвищують безпеку дорожнього

руху, враховують екологічні аспекти перевезень і забезпечують ефективність роботи транспортних засобів.

Для задоволення потреб пасажирів у перевезеннях необхідно інтегрувати різні види транспорту. Це потребує створення добре спланованої маршрутної мережі, яка включатиме транспортні вузли призначені для збору та перерозподілу пасажирів. Такі термінали мають виконувати функцію ефективного об'єднання та розподілу пасажиропотоків, забезпечуючи зручність і комфорт пересування для жителів міст.

1.3 Оцінка якості пасажирських перевезень за допомогою рухомого складу

Якість обслуговування пасажирів стає ключовим пріоритетом у наданні транспортних послуг населенню. Згідно з дослідженнями [1, 2-5, 7, 9], до основних показників якості пасажиропотоку належать:

- показник завантаженості рухомого складу;
- тривалість поїздки для пасажирів;
- стабільність дотримання графіку руху транспорту;
- ступінь серйозності наслідків дорожньо-транспортних пригод.

Підвищення якості пасажирських перевезень передбачає реалізацію комплексу заходів, спрямованих на скорочення часу, який витрачають громадяни на поїздки, та підвищення комфортності пересування.

Одним із ключових критеріїв оцінки якості громадського транспорту є загальний час, необхідний для переміщення пасажирів від початкової точки до пункту призначення. Цей показник охоплює такі аспекти, як швидкість сполучення, густота транспортної мережі, кількість пересадок, наявність рухомого складу на маршрутах тощо.

Загальний час, витрачений пасажиром на поїздку, включає:

- час на підхід до зупинки;
- очікування транспорту;

- посадки в транспортний засіб;
- час руху в транспортному засобі;
- час на пересування від зупинки до кінцевої точки маршруту.

Будівельні норми та правила містобудування регламентують, що для більшості міських пасажирів дорога від місця проживання до місця роботи або інших місць масового відвідування не повинна перевищувати 40 хвилин. У населених пунктах меншого розміру цей час обмежується 30 хвилинами.

Комфортність подорожей зазвичай оцінюється за допомогою коефіцієнта заповнення рухомого складу. Цей показник є важливим індикатором зручності користування транспортними послугами та впливає на загальну задоволеність пасажирів.

Одним із ключових показників, що характеризують якість надання послуг пасажирського транспорту є регулярність руху транспортних засобів, яка безпосередньо впливає на час очікування пасажирами транспорту. Як зазначено раніше, автобусні перевезення вважаються регулярними, якщо коефіцієнт варіації не перевищує границь $\pm 0,2\sigma/\text{tr.ср.}$, де tr.ср. – це усереднений інтервал між прибуттям транспортних засобів. Рейси з відхиленнями, що перевищують зазначені межі, класифікуються як нерегулярні. Таким чином, для перевізника надзвичайно важливо забезпечувати дотримання розкладу руху транспорту.

У своїй праці Гудков В. А., вказує, що оцінювання якості обслуговування населення у транспортному сполученні здійснюється за допомогою коефіцієнта якості обслуговування K_y . Він визначається відношенням витрат розрахункових витрат часу, що витрачається на переміщення $t_{\text{пер}}^3$ до аналогічних витрат, що витрачаються міщення в реальних умовах $t_{\text{пер}}^\phi$

$$K_y = \frac{t_{\text{пер}}^3}{t_{\text{пер}}^\phi}, \quad (1.1)$$

Також запропоновано здійснювати оцінку якості транспортного обслуговування відповідним коефіцієнтом (K_y). Цей показник є середнім

арифметичним значенням:

$$K_{\text{я}} = \frac{\sum_i^n K_i \cdot P_i}{\sum_i^n P_i}, \quad (1.2)$$

де K_i – параметр якості; P_i - відносна статистична вага часткових параметрів.

Запропонована методика враховує різноманітні фактори при оцінці якості транспортних послуг. Зокрема, розробник визначив п'ять ключових індикаторів якості, серед яких: «заповненість автобусів», «час у дорозі для пасажирів», «тип автобуса на маршруті», «регулярність руху автобусів» і «якість обслуговування пасажирів на автовокзалі». Однак суттєвим недоліком методики є її складність у застосуванні, оскільки для визначення відносної ваги часткових індексів потрібно використовувати таблиці, створені на основі анкетних даних.

У свою чергу в роботі [17] автор пропонує оцінювати якість послуг мікроавтобусів за такими показниками:

- коефіцієнт роботи транспортного засобу на маршруті;
- коефіцієнт заповненості;
- показник ефективності використання робочого часу перевізника;
- темп (швидкість) транспортного сполучення;
- загальний обсяг наданих транспортних послуг;
- проміжок часу між відправленнями транспортних одиниць;
- показник стабільності графіка руху;
- індекс результативності надання транспортних послуг;
- показник прибутковості перевезень;
- комплексний індекс якості обслуговування маршрутним транспортом.

Таким чином, обидва підходи пропонують комплексну оцінку якості транспортних послуг, але потребують подальшого вдосконалення для підвищення зручності використання та точності оцінки.

А.В. Шабанов запропонував наступні параметри для оцінки якості

роботи транспорту:

- Надійність: відповідність перевезення пасажирів від початкового пункту до кінцевого пункту призначення запланованому розкладу або часу в дорозі.

- Комфорт: фізичні умови, в яких надаються транспортні послуги, включаючи зручність під час подорожі, оглядовість та інші аспекти, що забезпечують комфорт пасажирів.

- Безпека: відсутність загроз і ризиків, пов'язаних із пересуванням у громадському транспорті.

- Ввічливість: коректна, привітна та професійна поведінка персоналу, який надає транспортні послуги.

- Доступність: частота руху громадського транспорту, що забезпечує зручність для пасажирів.

- Взаєморозуміння: вивчення та врахування постачальниками транспортних послуг потреб і побажань пасажирів при організації перевезень.

- Комунікабельність: здатність системи громадського транспорту ефективно взаємодіяти з пасажирами, забезпечуючи доступ до необхідної інформації та комунікації.

Ці параметри дозволяють комплексно оцінити якість транспортних послуг з урахуванням потреб і очікувань пасажирів.

Автор пропонує здійснювати вимірювання та оцінку параметрів якості транспортних послуг, намагаючись мінімізувати розбіжності між запланованими та фактичними показниками якості. Для цього можуть застосовуватися різні методи оцінки, такі як статистичні або експертні підходи. Основна складність цього підходу полягає в тому, що більшість параметрів якості є складними для кількісного вимірювання, що ускладнює отримання об'єктивних оцінок.

У роботі В.М. Курганова підкреслюється, що ефективність транспортного обслуговування можна оцінювати за рівнем рівномірності

інтервалів між автобусами. Однак зазначається, що жоден із учасників транспортного процесу не має прямої зацікавленості в підтриманні рівномірності інтервалів як самоцілі.

При оцінці пасажиропотоку враховуються такі аспекти:

- транспортні витрати пасажирів за умови обмеження часу в дорозі;
- мінімізація часу в дорозі за умови обмежених фінансових витрат;
- психофізіологічний комфорт пасажирів.

Для глибшого розуміння транспортного процесу слід враховувати й інші фактори, які впливають на його ефективність, серед яких:

- транспортна мобільність населення;
- очікувані коливання пасажиропотоку;
- безперервність функціонування транспортної системи;
- розподіл пасажиропотоку між різними маршрутами;
- соціальна приналежність пасажирів;
- витрати часу і грошей на поїздку;
- рівень тарифів на проїзд.

Відомості про транспортну мобільність населення та точне прогнозування пасажирообігу дозволяють оптимально розподіляти транспортні ресурси між різними видами транспорту, визначати необхідну кількість рухомого складу та підвищувати якість транспортного обслуговування населення. Це, у свою чергу, сприяє раціоналізації транспортної системи та задоволенню потреб пасажирів.

Кокорєв М.В. та Лукашевич В.В. зазначають, що прогноз пасажирообігу визначається на основі змін у чисельності населення та рівні споживання на душу населення.

Для опису цього процесу запропоновано рівняння регресії у вигляді:

$$x_1 = a + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3, \quad (1.3)$$

де x_1 – вихідні дані (пасажирообіг);

x_2, x_3 - незалежні змінні (к-ть населення, стан доходів населення та інше);

a, b_2, b_3 – розрахункові параметри рівнянь регресії.

У роботі [17] проаналізовано рівняння (1.3) та розроблено моделі, що описують залежність транспортної рухливості населення від таких факторів:

зміна середньомісячної заробітної плати одного працівника;

зміна довжини маршрутної мережі;

чисельність працівників та доходи населення;

провізна спроможність громадського транспорту, чисельність населення та тариф за проїзд.

На основі рівнянь регресії можна прогнозувати різні показники, пов'язані з транспортними процесами.

1.4 Визначення параметрів безпеки та екологічності перевезень

Забезпечення якості автомобільних перевезень громадським транспортом нерозривно пов'язана з їхньою безпекою, яка є однією з основних характеристик транспортних засобів. Вона впливає на збереження життя і здоров'я пасажирів, стан рухомого складу, багажу, тривалість поїздки та забезпечує гарантоване прибуття до місця призначення. Безпека є комплексним показником, який залежить від конструктивних особливостей автомобіля, зокрема його стійкості, ефективності гальмівної системи, надійності кермового управління тощо. Вона включає активну, пасивну, аварійну та екологічну складові. Усі ці елементи спрямовані на зниження ризику дорожньо-транспортних пригод, зменшення їхніх наслідків і оперативне усунення наслідків аварій.

У різних дослідженнях розглядаються різні аспекти безпеки дорожнього руху, а також аналізуються методи оцінки ризиків у місцях концентрації ДТП.

Лобанов Є.М. у своїй роботі пропонує оцінювати безпеку руху на перехрестях за допомогою методу, що базується на статистичних даних про аварії. Суть методу полягає в тому, що рівень ризику кожної конфліктної

точки на перехресті зростає пропорційно до інтенсивності транспортних потоків, що проходять через цю точку. Небезпека конфліктних точок полягає у наступному:

$$q_i = \frac{K_i \cdot M_i \cdot N_i \cdot 25 \cdot 10^{-7}}{K_z}, \quad (1.4)$$

де K_i – рівень аварійності конфліктної точки, тобто кількість ДТП на 10 млн. ТЗ; M_i, N_i – відповідно інтенсивність транспортних потоків, які здійснюють перетинання у певній конфліктній точці, авт./добу; K_z – коефіцієнт нерівномірності руху в рік.

Рівень безпеки на перехресті визначиться із залежності:

$$G = \sum_{i=1}^n q_i, \quad (1.5)$$

де n – кількість конфліктних точок на перехресті.

Далі автор пропонує оцінювати безпеку руху на перехрестях із світлофорним регулюванням шляхом аналізу рівня ризику в конфліктних точках.

Безпека руху на перехресті визначається показником аварійності K_a , який визначається за формулою:

$$K_a = \frac{G \cdot K_z \cdot 10^7}{25 \cdot (M_s + N_s)}, \quad (1.6)$$

де M_s, N_s – значення інтенсивності руху транспорту на автошляхах, авт./добу.

Запропонована методика враховує вплив різноманітних факторів, однак процес розрахунків за нею є досить складним і трудомістким.

Використавши формулу Рейнгольда визначимо показник небезпеки V_0 для конкретного місця на ВДМ:

$$V_0 = p_0 \cdot n_0 + p_1 \cdot n_1 + p_2 \cdot n_2 + p_3 \cdot n_3 \quad (1.7)$$

де $p_0, \dots, p_3$ – параметри важкості наслідків ДТП ($p_0=1$; $p_1=5$; $p_2=70$; $p_3=130$); $n_0, \dots, n_3$ – кількість ДТП із відповідними параметрами, зокрема матеріальними збитками, важкими травмами, смертю людей.

Методика Рейнгольда не враховує інтенсивність руху та призначена для аналізу лише окремих коротких ділянок дороги, таких як перехрестя чи мости. У зв'язку з цим Клінковштейн Г.І. пропонує розширити підхід, розглядаючи більші ділянки дороги та виконуючи розрахунки в питомих показниках із урахуванням протяжності дороги та інтенсивності руху.

Для цього конкретного випадку параметр небезпеки ділянки ВДМ V_0' довжиною l при середньодобовій інтенсивності N_a становить:

$$V_0' = \frac{\sum p_i \cdot n_i}{365 \cdot l \cdot N_a}, \quad (1.8)$$

де p_i - коефіцієнт складності дорожньо-транспортних пригод для певної групи; n_i - число ДТП даної групи.

Найпоширенішим підходом є аналіз конфліктних точок, тобто місць перетину траєкторій руху транспортних засобів, пішоходів або зон розгалуження й злиття транспортних потоків.

Складність m будь-якого перехрестя з точки зору ймовірності створення ДТП визначається:

$$m = n_0 + 3 \cdot n_c + 5 \cdot n_n, \quad (1.9)$$

де n_0 , n_c , n_n – к-ть вузлів розгалуження, злиття та перетину.

Вважається, що вузол (перехрестя) має низьку складність (простий), якщо $t < 40$; середню складність при $40 \leq t \leq 80$; високу складність при $80 < t \leq 150$; і дуже високу складність при $t > 150$.

Таким чином, потенційну загрозу окремих ДСА можна визначити через кількість конфліктних точок. Запропонована технологія дозволяє оцінити рівень небезпеки для всього маршруту в цілому.

Значна увага приділялася екологічним аспектам пасажирських перевезень. Серед останніх досліджень виділяється робота Чернова Г.А., основною ціллю було створення методики для визначення кількості транспортних засобів з урахуванням екологічних аспектів.

У дослідженні пропонується модель, за якою інтенсивність викидів шкідливих речовин транспортним потоком розраховується як сума

інтенсивності викидів від усіх транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння, зокрема легкових автомобілів (Q_i), мікроавтобусів (Q_m) та автобусів (Q_a).

Загальний обсяг викидів токсичних речовин від транспортного потоку з двигунами внутрішнього згоряння має залишатися в межах допустимого рівня, щоб відповідати екологічним нормативам.

$$Q_i + Q_m + Q_a \leq Q_{don} \quad (1.10)$$

Знання довжини екологічно небезпечної ділянки автомагістралі дозволяє оцінити кількість транспортних засобів, що її перетинають, однак такий підхід має певні недоліки. Зокрема, він охоплює лише окрему ділянку, а не всю трасу, і не враховує вплив технічного стану транспорту та дорожніх умов на споживання палива та рівень викидів. Крім того, оцінка викидів здійснюється в одиницях г/км, що є релевантним для аналізу екологічної ситуації в місті, але не враховує кількість перевезених пасажирів. Це ускладнює порівняння екологічних характеристик різного транспорту за показником викидів на одного пасажирів.

Для більш точного оцінювання якості пасажирських перевезень слід враховувати не лише екологічні аспекти, а й складність і безпеку маршруту залежно від інтенсивності руху та схеми руху. Також важливо аналізувати фактори, що впливають на споживання палива й утворення викидів, такі як топографія маршруту, швидкість руху, стан дорожнього покриття та технічні характеристики транспортних засобів.

Ефективна оцінка екологічного впливу пасажирських перевезень може включати такі підходи:

Розрахунок викидів на одного пасажирів. Цей метод дозволяє порівнювати екологічну ефективність різних видів транспорту (автобуси, електрички, легкові автомобілі).

Впровадження екологічних норм. Наприклад, стимулювання використання електротранспорту або автомобілів з низьким рівнем викидів.

Оптимізація маршрутів. Використання даних інтенсивності руху й

аналізу пасажиропотоків для створення більш екологічних схем маршрутів, які знижують споживання палива.

Використання технологій моніторингу. Застосування сенсорів та GPS-технологій для відстеження транспортного потоку та реального часу викидів, що дозволяє оперативно реагувати на зміну умов руху.

Такий підхід сприятиме не лише зниженню екологічного навантаження, але й підвищенню ефективності пасажирських перевезень в умовах сучасних міських та приміських транспортних систем.

1.5 Висновки та постановка задач до кваліфікаційної роботи магістра.

Проведено аналіз сучасного стану транспортних процесів, досліджено різні підходи до організації пасажирського транспорту, а також розглянуто аспекти екологічної безпеки та безпеки дорожнього руху.

Встановлено, що в сучасних умовах ключовим завданням є розробка інструментів, які дозволяють визначати оптимальну структуру міського пасажирського транспорту. Це передбачає врахування інтересів трьох сторін: суб'єктів транспорту, операторів ринку транспортних послуг та суспільства. Особливий акцент зроблено на задоволенні транспортного попиту, впровадженні екологічно чистих рішень та підвищенні безпеки дорожнього руху.

У зв'язку з цим, метою роботи є дослідження структури міського пасажирського транспорту та розробка методики її оптимізації.

Завдання дослідження:

- окреслити основні чинники, що визначають формування системи міського пасажирського транспорту;
- розробити методологічні підходи для встановлення оптимальної конфігурації міської транспортної мережі;
- переглянути та вдосконалити індикатори, за якими оцінюються якості

обслуговування пасажирів і рівень комфорту їх поїздок;

- створити методику дослідження пасажирських потоків на міських маршрутах та аналізу показників швидкості руху;

- провести апробацію розробленого методу оптимізації транспортної структури на прикладі конкретних міських маршрутів.

2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Експериментальне дослідження параметрів транспортного процесу

Для визначення оптимальної структури рухомого складу для будь-якої точки дорожньо-транспортної мережі (ДТМ) необхідно сформувати комплексний набір даних, який забезпечить ефективне функціонування алгоритму, розробленого у другому розділі дослідження. Цей набір даних повинен враховувати широкий спектр факторів, що впливають на ефективність і безпеку транспортного процесу, а також екологічну складову.

До складу такого масиву даних включаються наступні елементи:

1. Початкові умови роботи пасажирського терміналу:
 - розташування терміналу;
 - обсяг і структура пасажиропотоків;
 - наявність інфраструктури для обслуговування транспорту та пасажирів.
2. Дорожньо-кліматичні умови експлуатації транспортних засобів:
 - тип і стан дорожнього покриття;
 - погодні умови (сезонність, температурний режим, опади);
 - особливості рельєфу місцевості.
3. Результати соціологічних досліджень:
 - анкетування пасажирів щодо їхніх потреб, уподобань і вимог до транспортного сервісу;
 - оцінка задоволеності пасажирів існуючою транспортною системою.
4. Результати натурного обстеження пасажиропотоків:
 - інтенсивність руху пасажирів у різні часові періоди;
 - аналіз маршрутів та точок концентрації пасажирів.
5. Моделі залежності швидкості сполучення:
 - від чинників, що впливають на безпеку дорожнього руху (наприклад,

рівень завантаженості доріг, стан інфраструктури, організація дорожнього руху).

6. Функції витрати палива:

- залежність витрат палива від швидкості руху транспортного засобу;
- вплив складності маршруту на витрати палива.

7. Екологічні показники:

- питомі викиди шкідливих речовин (розраховані на основі даних про витрати палива).

- гранично допустимі рівні викидів, встановлені екологічними нормативами.

8. Фактори, що впливають на організацію і безпеку дорожнього руху:

- особливості організації руху в зоні пасажирських терміналів (пішохідні переходи, місця посадки-висадки пасажирів, наявність регулювання);

- потенційні ризики для безпеки дорожнього руху.

Для підвищення якості моделювання доцільно залучити сучасні цифрові технології, зокрема системи збору даних на основі GPS-трекерів, камери відеоспостереження для аналізу інтенсивності руху, а також спеціалізоване програмне забезпечення для обробки великих масивів даних. Врахування цих компонентів дозволить не лише оптимізувати структуру рухомого складу, а й підвищити ефективність функціонування транспортної системи загалом.

2.2 Встановлення закономірностей розподілу характеристик транспортного процесу

Розуміння закономірностей явищ дає змогу прогнозувати їх перебіг і заздалегідь вносити необхідні корективи, що сприяє оптимізації процесу. Закони розподілу відображають фізичну природу досліджуваних явищ. У транспортному процесі ключовими елементами є час обороту та час

простою на кінцевій зупинці. Ці показники можуть варіюватися залежно від дорожніх умов, інтенсивності пасажиропотоку, рівня дисципліни водіїв та інших чинників. Відповідно до цього змінюється й тривалість поїздки для пасажирів.

Для встановлення закономірностей розподілу параметрів транспортного процесу було проведено дослідження на терміналі «Залізничний вокзал» у місті Рівне.

Цей термінал обслуговується автобусними маршрутами №32, №33, №37, №39, №43, №44, №55, №56, №64, а також тролейбусами №3 та №8. Детальна характеристика терміналу наведена в розділі 4. Узагальнені результати обстеження представлені у вигляді таблиці.

Для аналізу часу обороту автобуса маршруту №39 було проведено 50 спостережень ($N=50$). Максимальний зафіксований час склав 75 хвилин, мінімальний — 68 хвилин. Розрахункові дані систематизовано в таблицях 2.1 і 2.2.

Таблиця 2.1 – Статистичний аналіз експериментальних даних щодо часу оборотного рейсу автобуса.

№	$t_{ci}, \text{хв}$	m_i^*	p_i^*	$y = \ln t_i$	$p_i^* \cdot y_i$	$p_i^* \cdot y_i^2$	p_{iyc}	p_{icnp}	m_i	$(m_i^* - m_i)^2 / m_i$
1	69	8	0,16	3,970	0,635	2,522	0,118	0,138	6,90	0,16
2	70	10	0,20	4,043	0,809	3,269	0,162	0,190	9,50	0,02
3	71	12	0,24	4,110	0,986	4,054	0,173	0,203	10,15	0,34
4	72	9	0,18	4,174	0,751	3,136	0,156	0,183	9,15	0,01
5	73	4	0,08	4,234	0,339	1,434	0,118	0,138	6,90	1,21
6	74	3	0,06	4,290	0,257	1,104	0,078	0,092	4,60	0,55
7	75	4	0,08	4,344	0,347	1,510	0,047	0,055	2,75	0,56
Σ		50	1,00		4,124	17,029	0,852	1,00	50	2,85

Таблиця 2.2

γ_i	68,5	69,5	70,5	71,5	72,5	73,5	74,5	75,5
$\ln \gamma_i$	3,932	4,007	4,078	4,143	4,205	4,263	4,317	4,369
z_i	-1,293	-0,788	-0,310	0,128	0,545	0,936	1,300	1,650
$\Phi(z_i)$	-0,402	-0,284	-0,122	0,051	0,207	0,325	0,403	0,450
p_{iyc}	0,118	0,1620	0,1730	0,1560	0,118	0,078	0,047	

Параметри розподілу експериментальних даних:

$$M(t) = 71,3 \text{ хв.}; \sigma(t) = 6,215; v = 0,099.$$

Числові значення теоретичного розподілу

$$M(\ln t) = 4,124; D(\ln t) = 0,0216; \sigma(\ln t) = 0,1425; t_{об} = 70,3 \text{ хв.}$$

Перевіряємо достовірність гіпотези за критерієм Пірсона. У цьому випадку кількість ступенів вільності становить $\kappa = n - s = 7 - 3 = 4$.

$$p(\chi^2; k) = p(2,85; 4) = 0,597 > 0,05$$

Таким чином, використовуючи критерій Пірсона, підтверджено гіпотезу про відповідність логарифмічно нормальному розподілу.

Аналогічний підхід застосовується для аналізу розподілу часу обігу тролейбуса №3, де максимальний час становив 50 хвилин, а мінімальний — 45 хвилин. Підсумки розрахунків наведені в таблицях 2.3 та 2.4.

.

Таблиця 2.3 – Статистичний аналіз даних експерименту – часу обігу транспортного засобу

№	t_{ci} , хв	$m^* i$	$p^* i$	$y = \ln t_i$	$p^* i y_i$	$p^* i y_i^2$	p_{iyc}	p_{icnp}	m_i	$(m^* i - m_i)^2 / m_i$
1	45	4	0,02	3,466	0,069	0,240	0,087	0,90	4,50	2,72
2	46	14	0,28	3,526	0,987	3,481	0,228	0,235	11,75	0,43
3	47	21	0,42	3,584	1,505	5,395	0,298	0,307	15,35	2,08
4	48	9	0,18	3,638	0,655	2,282	0,223	0,229	11,45	0,52
5	49	4	0,08	3,689	0,295	1,089	0,104	0,107	5,35	0,34
6	50	1	0,02	3,738	0,075	0,279	0,032	0,033	1,65	0,26
Σ		50	1,00		3,586	12,867	0,972	1,00	50	6,35

Таблиця 2.4

y_i	44,5	45,5	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5
$\ln y_i$	3,434	3,495	3,555	3,611	3,664	3,714	3,761
z_i	-2,081	-1,247	-0,428	0,337	1,061	1,745	2,387
$\Phi(z_i)$	-0,481	-0,394	-0,166	0,132	0,355	0,459	0,491
p_{iyc}	0,087	0,288	0,298	0,223	0,104	0,032	

Значення розподілу вихідних значень:

$$M(t) = 49,8 \text{ хв.}; \sigma(t) = 2,037; \nu = 0,056.$$

Значення теоретичного розподілу:

$$M(\ln t) = 3,586; D(\ln t) = 0,00525; \sigma(\ln t) = 0,0732; t_{об} = 49,1 \text{ хв.}$$

Перевіряємо достовірність гіпотези за критерієм Пірсона. У цьому випадку кількість ступенів вільності становить $\kappa = n - s = 6 - 3 = 3$.

$$p(\chi^2; \kappa) = p(6,35; 3) = 0,097 > 0,05$$

Отже, згідно з критерієм Пірсона, гіпотеза про відповідність розподілу логарифмічно-нормальному закону підтверджується.

Час обороту транспортного засобу визначається значною кількістю незалежних факторів, серед яких швидкість руху, тривалість зупинок на проміжних і кінцевих станціях, а також кількість зупинок на маршруті. Як відомо, швидкість руху зазвичай підпорядковується нормальному закону розподілу. Однак у даному прикладі для часу обороту було отримано логарифмічно нормальний розподіл.

Логарифмічно нормальний закон виникає в тих випадках, коли розподілу Гауса підкоряється не сама випадкова величина, а її логарифм. Характерною особливістю такого розподілу є форма кривої: вона має крутий підйом зліва і плавний спуск справа, що вказує на те, що більші значення часу обороту трапляються значно рідше. Ця особливість може бути зумовлена впливом рідкісних, але значущих подій, наприклад, заторів, дорожніх ремонтів чи інших непередбачуваних обставин.

Логарифмічно нормальний розподіл часто використовується для

моделювання процесів, у яких вплив багатьох незалежних чинників є мультиплікативним, а не адитивним. У контексті транспортного процесу це може включати варіації у швидкості через дорожні умови, час посадки й висадки пасажирів, а також інші чинники, що впливають на тривалість обороту. Ця модель дозволяє точніше прогнозувати час обороту і враховувати ймовірність екстремальних затримок.

Автобуси та тролейбуси здійснюють рух згідно з встановленим розкладом. Середньоквадратичне відхилення є показником розсіювання випадкових величин навколо середнього значення, що дозволяє оцінити регулярність транспортного руху. Згідно з аналізом, найбільш регулярним видом транспорту є тролейбус, оскільки його значення часу мають мінімальний розкид. Час обороту автобусів також демонструє невеликі коливання, що свідчить про незначні відхилення від графіка руху.

Регулярність руху тролейбусів обумовлена їхнім функціонуванням на фіксованих маршрутах з меншим впливом зовнішніх факторів, таких як завантаженість пасажирями або очікування прибуття інших видів транспорту. У випадку автобусів, фактори, як-от очікування повного завантаження салону чи затори, можуть частково впливати на їхню регулярність, але сучасні системи GPS-контролю і диспетчеризації допомагають мінімізувати ці відхилення.

Застосування логарифмічно-нормального закону для моделювання часу простою дозволяє точніше враховувати випадковий характер змін цих показників і сприяє оптимізації транспортної системи. Це має важливе значення для прогнозування інтервалів руху та підвищення якості обслуговування пасажирів.

Крім того, час простою тролейбусів на кінцевих зупинках підпорядковується логарифмічно-нормальному закону розподілу. У ході дослідження було проведено 50 спостережень ($N=50$), де максимальний час простою склав 8 хвилин, а мінімальний — 4 хвилини. Результати розрахунків наведені у таблицях 2.5 та 2.6.

Дослідні дані мають наступні статистичні характеристики:

$$M(t) = 5,38 \text{ хв.}; \sigma(t) = 2,035; \nu = 0,405.$$

Інші параметри розподілу:

$$M(\ln t) = 1,45; D(\ln t) = 0,232; \sigma(\ln t) = 0,487; t_{ок} = 5,3 \text{ хв.}$$

Статистичний аналіз експериментальних даних щодо часу простою тролейбусів на кінцевій зупинці.

Таблиця 2.5

№	t_{ci} , хв	m^*_i	p^*_i	$y = \ln t_i$	$p^*_i \cdot y_i$	$p^*_i \cdot y_i^2$	p_{iyc}	p_{icnp}	m_i	$(m^*_i - m_i)^2 / m_i$
1	4	11	0,22	0,693	0,139	0,096	0,235	0,242	12,1	0,10
2	5	19	0,38	1,386	0,693	0,960	0,392	0,403	20,1	0,06
3	6	13	0,26	1,792	0,323	0,578	0,218	0,224	11,2	0,29
4	7	4	0,08	2,079	0,125	0,259	0,091	0,094	4,7	0,10
5	8	3	0,06	2,303	0,138	0,318	0,037	0,038	1,9	0,64
Σ		50	1,00		1,45	2,335	0,973	1,0	50	1,19

Таблиця 2.6

γ_i	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
$\ln \gamma_i$	0	1,099	1,609	1,946	2,197	2,389
z_i	-2,98	-0,721	0,327	1,019	1,535	1,948
$\Phi(z_i)$	-0,499	-0,264	0,128	0,346	0,437	0,474
p_{iyc}	0,235	0,392	0,218	0,091	0,037	

Гіпотеза перевіряється на достовірність за допомогою критерію Пірсона. У цьому випадку кількість ступенів свободи становить $k = n - s = 5 - 3 = 2$, $\alpha = 0,05$.

$$p(\chi^2; k) = p(1,19; 2) = 0,56 > 0,05$$

Для аналізу часу простою автобусів на кінцевій зупинці було проведено 50 спостережень ($N=50$). Максимальний зафіксований час простою становив 7 хвилин, а мінімальний – 2 хвилини. Частоти потрапляння значень у визначені інтервали наведені в таблиці 2.7.

Тепер перевіримо гіпотезу щодо відповідності отриманих даних

закону Ерланга. Параметри λ і α розраховуються за такими залежностями:

$$\begin{cases} \frac{\alpha}{\lambda} = M(t); \\ \frac{\alpha}{\lambda^2} = D(t) \end{cases} \quad (2.1)$$

У даному виразі $M(t)=3,88$ хв., $D(t)=6,88$. Розв'язавши систему рівнянь (2.1) отримаємо $a = 2,19$ і $\lambda = 0,564$. Значення заокруглюємо $a = 2$.

$$\lambda_k = \frac{\alpha}{M(t)} = \frac{2}{3,88} = 0,519 \quad (2.2)$$

Звідси $\kappa = a-1 = 3$, отже отримуємо рівняння Ерланга 3 порядку:

$$f(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda t} = \frac{0,519 \cdot (0,519 \cdot t)^3}{3!} \cdot e^{-0,519t} \quad (2.3)$$

Формула теоретичної ймовірності:

$$\psi(\gamma_i) = \frac{1}{6} \cdot e^{-\lambda \gamma} \cdot [(\lambda \cdot \gamma_i)^3 + 3 \cdot (\lambda \cdot \gamma_i)^2 + 6(\lambda \cdot \gamma_i) + 6] \quad (2.4)$$

Визначаємо значення ф-ї $\psi(\gamma_i)$ та вносимо їх у таблицю 2.8.

Таблиця 2.7 – Результати статистичної обробки даних - часу простою автобусів на кінцевій зупинці

№	t_{ci} , хв	m_i^*	p_i^*	p_i	m_i	$(m_i^* - m_i)^2 / m_i$
1	2	6	0,12	0,110	5,50	0,04
2	3	15	0,30	0,321	16,0	0,02
3	4	13	0,26	0,305	15,25	0,33
4	5	13	0,26	0,191	9,55	1,25
5	6	1	0,02	0,077	3,85	2,10
6	7	2	0,04	0,022	1,10	0,73
Σ		50	1,00	1,00	50,00	4,47

Таблиця 2.8 – Значення параметрів функції

γ_i	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
$\Psi(\gamma_i)$	1,0	0,890	0,599	0,294	0,103	0,026	0,004
p_i	0,110	0,321	0,305	0,191	0,077	0,022	

Проведено перевірку правдивості отриманих результатів за критерієм Пірсона. Для даного вибірки кількість степеней вільності складає $k=n-s=6-3=3$, $\alpha = 0,05$.

$$p(\chi^2; k) = p(4,47; 3) = 0,216 > 0,05$$

Гіпотеза щодо відповідності експериментальних даних закону Ерланга 3-го роду підтверджується.

Як для автобусів, так і для тролейбусів, передбачено маршрутний розклад, який регламентує тривалість простою на кінцевій зупинці. Розподіл значень випадкових величин навколо середнього відображає відхилення від розкладу під впливом різних чинників. Аналіз показав, що середньоквадратичне відхилення часу простою у автобусів дещо більше, ніж у тролейбусів, що свідчить про трохи більшу нерегулярність руху автобусів.

Це пояснюється особливостями експлуатації автобусів, які нерідко порушують розклад, відправляючись у рейс за ступенем заповненості салону. Крім того, триваліший час простою може виникати у зв'язку з очікуванням прибуття пасажирів, наприклад, із залізничного вокзалу. У той же час, тролейбуси, як правило, суворіше дотримуються графіка, що забезпечує більш стабільну регулярність їхнього руху.

2.3. Експертна оцінка якості перевезень

Якість пасажирських перевезень є ключовим критерієм ефективності транспортних систем у сучасних містах. Вона впливає на рівень задоволеності населення, безпеку дорожнього руху, екологічну ситуацію та соціально-економічний розвиток регіонів. Експертна оцінка якості

перевезень дозволяє об'єктивно оцінити стан транспортної системи, виявити її недоліки та запропонувати шляхи вдосконалення. Цей розділ розглядає методологічні аспекти експертної оцінки, ключові критерії якості перевезень, сучасні методи аналізу, приклади практичного використання, а також перспективи впровадження інноваційних підходів.

Значення експертної оцінки якості перевезень

Експертна оцінка якості перевезень — це системний аналіз та обґрунтування показників, які характеризують ефективність транспортної системи з точки зору зручності, безпеки, екологічності та економічності. Основна мета такої оцінки полягає у виявленні сильних і слабких сторін транспортної системи, а також у розробці рекомендацій для її вдосконалення.

Експертна оцінка відіграє важливу роль у плануванні транспортних мереж, оскільки дозволяє враховувати реальні потреби пасажирів. Вона сприяє підвищенню рівня комфорту перевезень, покращенню екологічної ситуації шляхом оптимізації маршрутів та зменшення викидів, а також забезпечує розвиток економіки через зниження витрат часу та ресурсів.

Експертна оцінка якості пасажирських перевезень базується на аналізі таких критеріїв: доступність, часові характеристики, комфорт, безпека, екологічність та економічність. Доступність включає аналіз відстані до зупинок транспорту та наявності пересадочних вузлів. Часові характеристики оцінюють тривалість поїздки, час очікування на зупинці та регулярність руху. Комфорт визначається завантаженістю транспортних засобів, наявністю місць для сидіння, рівнем шуму та температурними умовами. Безпека включає аналіз стану рухомого складу, дотримання правил дорожнього руху та зручність для маломобільних груп населення. Екологічність оцінює рівень викидів шкідливих речовин та енергоефективність транспорту, тоді як економічність зосереджена на вартості проїзду та співвідношенні ціни і якості обслуговування.

Експертна оцінка якості перевезень базується на багатокритерійному

аналізі, який включає анкетування пасажирів, аналіз об'єктивних даних, експертні оцінки та імітаційне моделювання. Процедура експертної оцінки починається з визначення цілей та завдань, включаючи формулювання критеріїв оцінки та вибір методів аналізу. На етапі збору даних використовуються польові дослідження, автоматизовані системи моніторингу та опитування. Аналіз даних здійснюється за допомогою статистичних і математичних методів, після чого формуються висновки та рекомендації для покращення роботи транспортної системи.

У сучасній практиці для оцінки якості перевезень широко використовуються новітні технології. GPS-трекери дозволяють відстежувати маршрути транспорту, аналізувати їхню точність і швидкість. Мобільні додатки забезпечують зворотний зв'язок із пасажирами, а аналіз великих даних дозволяє враховувати переміщення пасажирів, затори та використання транспорту. Інтелектуальні транспортні системи автоматизують збір і аналіз інформації, забезпечуючи ефективність перевезень.

У закордонній практиці широко застосовуються інтегровані підходи до оцінки якості перевезень. Наприклад, у Німеччині використовуються багаторівневі системи моніторингу, що враховують як якість перевезень, так і вплив на екологію. У Сінгапурі інтегрована система моніторингу дозволяє пасажирам у реальному часі оцінювати завантаженість маршрутів.

Після проведення експертної оцінки виявляються основні проблеми, такі як недостатня регулярність руху транспорту, високий рівень завантаженості у години пік, а також незадовільний стан рухомого складу. Для вирішення цих проблем пропонуються заходи з оптимізації маршрутної мережі, впровадження електронного квитка та заміни застарілого рухомого складу на екологічно чисті види транспорту.

У майбутньому експертна оцінка якості перевезень буде орієнтована на використання штучного інтелекту та автоматизованих систем аналізу. Це дозволить підвищити точність прогнозів і скоротити час на прийняття рішень. Інтеграція експертної оцінки з іншими аспектами міської

мобільності, такими як розвиток вело- та пішохідної інфраструктури, забезпечить більш збалансоване транспортне планування.

Кількісно якість перевезення пасажирів автомобільним транспортом можна оцінити за допомогою наступних показників:

1. Коефіцієнт використання пасажиромісткості транспорту

Цей показник дозволяє визначити ефективність використання рухомого складу:

$$K_{\text{в.п}} = N_{\text{пас}} / C \cdot T$$

$K_{\text{в.п}}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості;

$N_{\text{пас}}$ – кількість перевезених пасажирів за певний період;

C – пасажиромісткість транспортного засобу;

T – кількість виконаних рейсів.

2. Середній час поїздки пасажирів

Цей показник характеризує часову ефективність транспортної системи:

$$T_{\text{ср}} = T_{\text{оч}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{піш}}$$

$T_{\text{ср}}$ – середній час поїздки пасажирів;

$T_{\text{оч}}$ – середній час очікування транспорту;

$T_{\text{пер}}$ – середній час перебування пасажирів в транспортному засобі;

$T_{\text{піш}}$ – середній час пішохідного підходу до зупинки.

3. Інтегральний показник якості перевезень

Цей показник дозволяє враховувати кілька критеріїв якості перевезень одночасно:

$$Q = \alpha_1 \cdot K_{\text{в.п}} + \alpha_2 \cdot \frac{1}{T_{\text{ср}}} + \alpha_3 \cdot K_{\text{комф}}$$

Q – інтегральний показник якості перевезень;

$K_{\text{в.п}}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості;

$T_{\text{ср}}$ – середній час поїздки;

$K_{комф}$ – коефіцієнт комфорту (визначається за анкетуванням пасажирів або об'єктивними критеріями);
 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – вагові коефіцієнти, що відображають відносну важливість кожного критерію.

4. Коефіцієнт регулярності руху

Цей показник характеризує рівень дотримання графіка руху транспортних засобів:

$$K_{рег} = \frac{N_{факт}}{N_{план}}$$

$K_{рег}$ – коефіцієнт регулярності руху;

$N_{факт}$ – фактична кількість виконаних рейсів;

$N_{план}$ – запланована кількість рейсів.

5. Коефіцієнт наповнюваності транспорту

Цей показник показує, наскільки завантаженим є транспортний засіб під час перевезень:

$$K_{напов} = \frac{N_{пас}}{C}$$

$K_{напов}$ – коефіцієнт наповнюваності;

$N_{пас}$ – кількість пасажирів, які перебувають у транспортному засобі;

C – пасажиромісткість транспортного засобу.

6. Показник екологічної ефективності

Цей показник дозволяє оцінити вплив транспортної системи на навколишнє середовище:

$$E = \frac{Q_{вик}}{Q_{викид}}$$

E – показник екологічної ефективності;

$Q_{вик}$ – кількість перевезених пасажирів;

$Q_{викид}$ – обсяг викидів шкідливих речовин у атмосферу.

7. Показник витрат часу

Цей показник характеризує сумарний витрачений час пасажирів на

поїздки:

$$T_{\text{заг}} = N_{\text{пас}} \cdot T_{\text{ср}}$$

$T_{\text{заг}}$ – сумарний час, витрачений пасажирами;

$N_{\text{пас}}$ – кількість перевезених пасажирів;

$T_{\text{ср}}$ – середній час поїздки пасажирів.

8. Рівень задоволеності пасажирів

Рівень задоволеності пасажирів визначається за результатами соціологічного опитування:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$$

S – середній рівень задоволеності пасажирів;

R_i – оцінка якості перевезень окремим пасажиром (за шкалою, наприклад, від 1 до 5);

n – кількість опитаних пасажирів.

Для виявлення уподобань та інтересів пасажирів було проведено анкетування. Форму анкети, яка використовувалася під час опитування, представлено в таблиці. Опитування здійснювалося методом випадкової вибірки респондентів, а результати зведено у таблиці.

Пасажири, як споживачі транспортних послуг, мають різні потреби та можливості, що слід враховувати під час організації роботи транспорту.

У структурі пасажирських перевезень понад чверть складають особи віком понад 60 років. Для цієї категорії важливо забезпечити регулярність руху транспорту, короткі інтервали очікування, мінімальні витрати часу на поїздки та можливість зайняти місце в салоні. Більшість людей похилого віку користуються громадським транспортом, переважно тролейбусами, оскільки мають пільги на проїзд.

Приблизно дві третини загального пасажиропотоку складають люди працездатного віку, з яких 44% працюють, а 16% навчаються. Ці категорії здійснюють поїздки, пов'язані з роботою чи навчанням, створюючи години пік у будні дні. Це підвищує актуальність вирішення проблем транспортного

обслуговування в такі періоди, зокрема скорочення часу поїздки та зменшення заповненості транспортних засобів.

Понад половину поїздок через залізничний вокзал у весняно-літній період становлять культурно-побутові подорожі. Здебільшого це дачні поїздки, що часто супроводжуються перевезенням важкого багажу. У зв'язку з цим зростає попит на транспортні послуги, висуваються додаткові вимоги до рухомого складу та регулярності транспорту.

Таблиця 2.9 – Результати опитування пасажирів на території залізничного вокзалу

Питання		Варіанти відповідей	Структура
Ваша вікова категорія?		<16 років	3
		16-24	16
		24-40	22
		40-60	31
		>60	28
Чи працюєте Ви?		Що працює	44
		Безробітний	8
		Що вчиться	16
		Пенсіонер	32
Мета Вашої поїздки?		Трудова	22
		Культурно-побутова	65
		Ділова	7
Які види транспорту Ви використовуєте?		Автобус	36
		Тролейбус	44
		Таксі	20
Кількість використовуваних видів транспорту		1	72
		2	28
Час, що витрачається на поїздку		<20 хв.	14
		20-40	58
		40-60	25
		>60	3
Кінцевий пункт поїздки	По місту	Авторинок	3
		Р-н Дружба	12
		Центр	46
		Центральний ринок	24
		Р-н Аляска	11
		Центральний автовокзал	4

Питання		Варіанти відповідей	Структура
	За містом	Смиківці	8
		Колодно	9
		Львівські дачі	6
		Зборів	9
		Бережани	5
		Збараж	11
		В. Ходачків	15
		Гаї Шевченківські	4
		В. Гаї	12
		Підгороднє	9
		Бірки	5
		Байківці	5
		Кременець	2

Більшість пасажирів для поїздок користуються лише одним видом транспорту, хоча в окремих випадках доводиться комбінувати два. Це підкреслює важливість регулярності та узгодженості в роботі транспортної системи.

Час, витрачений на поїздку, є одним із ключових критеріїв оцінки якості транспортного обслуговування. У приміських перевезеннях, зокрема на залізничному транспорті, поїздки зазвичай тривають довше, ніж у міських умовах. Більше третини опитаних пасажирів зазначили, що їхні поїздки займають понад 40 хвилин. Для покращення якості обслуговування необхідно підвищувати швидкість сполучення. Це можна реалізувати шляхом збільшення технічної швидкості транспорту та скорочення часу очікування завдяки зменшенню інтервалів руху.

Для визначення пріоритетів пасажирів було проведено опитування 100 респондентів. Їм запропонували оцінити за важливістю такі фактори для різних видів транспорту: час, комфорт, вартість, надійність і безпека. Результати аналізу представлені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Процентні пріоритети респондентів щодо різних видів транспорту

Вид транспорту	Процентний розподіл респондентів					Разом
	Час	Зручність	Ціна	Надійність	Безпека	
Автобус	12,4	16,3	35,2	15,6	20,5	100
Тролейбус	11,3	13,3	42,6	15,6	17,2	100
Таксі	41,8	18,6	10,3	17,3	12,0	100



Рисунок 2.1 – Процентний розподіл вподобань респондентів

Після аналізу даних, представлених у таблиці 2.10, були визначені умовні коефіцієнти вибору пасажирями різних видів транспорту, з урахуванням факторів, що впливають на споживчу цінність поїздки:

автобуси – 0,41;

таксі – 0,15;

тролейбуси – 0,44.

Нерівномірність розподілу пасажиропотоків у часі та на різних ділянках маршрутів відіграє важливу роль у плануванні роботи пасажирського транспорту. Для раціонального використання рухомого складу та забезпечення високої якості обслуговування пасажирів необхідно враховувати напрямки, обсяги та ступінь нерівномірності пасажиропотоків.

2.4. Результати експериментального дослідження пасажиропотоків

Для аналізу характеристик пасажиропотоків у дослідженні було проведено їх вивчення за допомогою табличного методу. Спостереження здійснювалися на кінцевих зупинках транспорту поблизу залізничного вокзалу у весняно-літній період протягом двох тижнів. У ході обстеження фіксувалися такі дані: номер маршруту, номер транспортного засобу, час прибуття, відправлення та стоянки, а також кількість пасажирів, які виходили та заходили в транспорт. Результати обстеження наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Дані обстеження пасажиропотоків

Дата 15.01.2024 День тижня-понеділок					
Номер маршруту	Час			Пасажири	
	Прибуття	Відправлення	Стоянка	Прибуло, чол	Вибуло, чол
Тр. №3	6 ³¹	6 ³⁴	3	3	1
Тр. №3	6 ³⁹	6 ⁴⁴	5	5	7
Тр. №3	6 ⁴⁷	6 ⁵⁰	3	5	5
Тр. №3	6 ⁵³	6 ⁵⁶	3	4	4
Тр. №3	7 ⁰⁰	7 ⁰⁴	4	5	10
Тр. №3	7 ⁰⁶	7 ¹⁰	4	3	15
М №39	6 ¹⁵	6 ¹⁸	3	4	1
М №39	6 ²⁰	6 ²³	3	5	2
М №39	6 ²⁵	6 ²⁸	3	6	3
М №39	6 ³⁰	6 ³³	3	3	2
М №64	6 ⁴⁷	6 ⁵⁰	3	-	2
М №64	6 ⁵²	6 ⁵⁵	3	-	1
М №64	6 ⁵⁷	7 ⁰⁰	3	-	1
М №64	7 ⁰⁶	7 ⁰⁶	3	-	2
...	...	...	...	...	...

Спочатку для кожного маршруту окремо було підраховано кількість пасажирів, які заходили та виходили протягом кожної години. Для обчислення коефіцієнта нерівномірності визначали загальну кількість пасажирів за весь період (12 годин) $\sum Q$, а також середнє значення

інтенсивності пасажиропотоку $Q_{ср}$, яке обчислювали як відношення загальної кількості пасажирів до тривалості періоду.

В результаті аналізу отримано значення пасажиропотоків для різних видів транспорту, що наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Розподіл пасажиропотоків по видах транспорту

Маршрут	Буденні дні				Вихідні дні			
	Прибуло		Вибуло		Прибуло		Вибуло	
	Чол..	%	Чол..	%	Чол..	%	Чол..	%
Тролейбус	605	56	528	49	688	55	630	50
Таксі	33	3	99	9	37	3	63	5
Автобус	444	41	473	42	525	42	567	45
ВСЬОГО	1082	100	1100	100	1250	100	1260	100

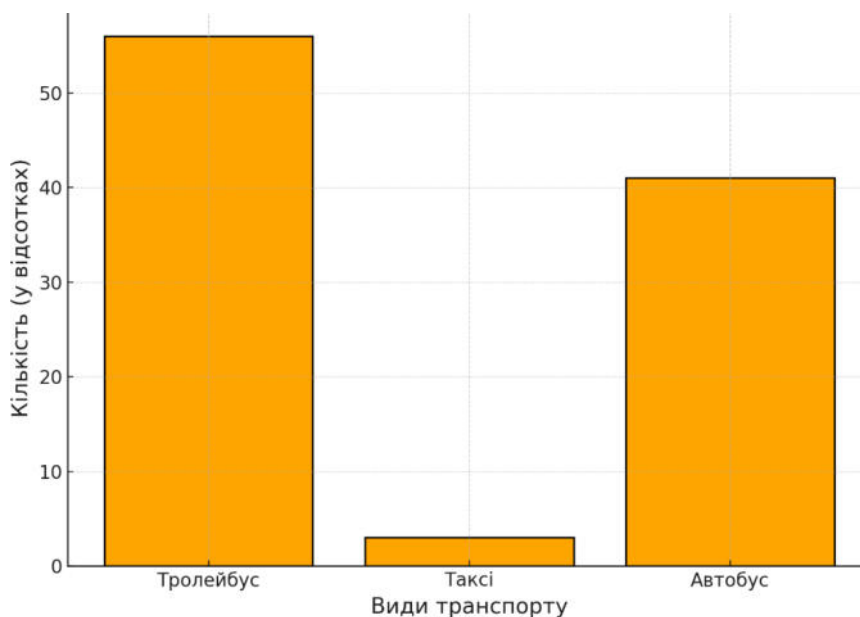


Рисунок 2.2 – Розподіл пасажирських перевезень за типами транспорту

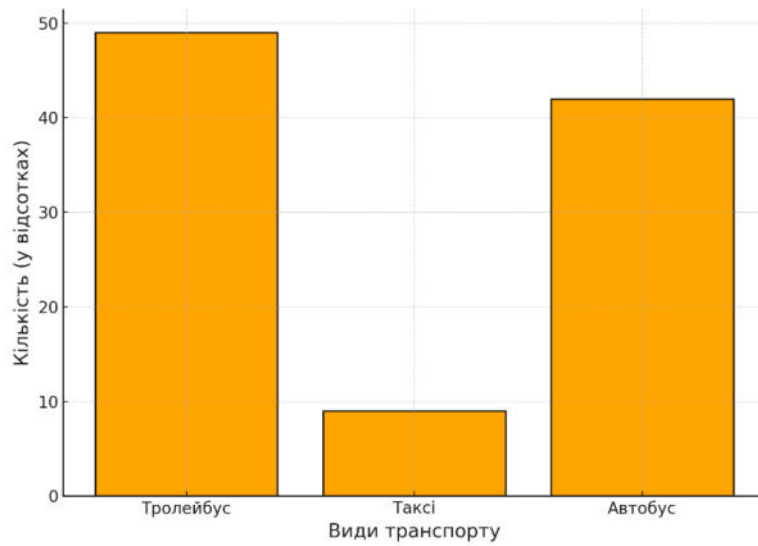


Рисунок 2.3 – Розподіл пасажирських перевезень за типами транспорту

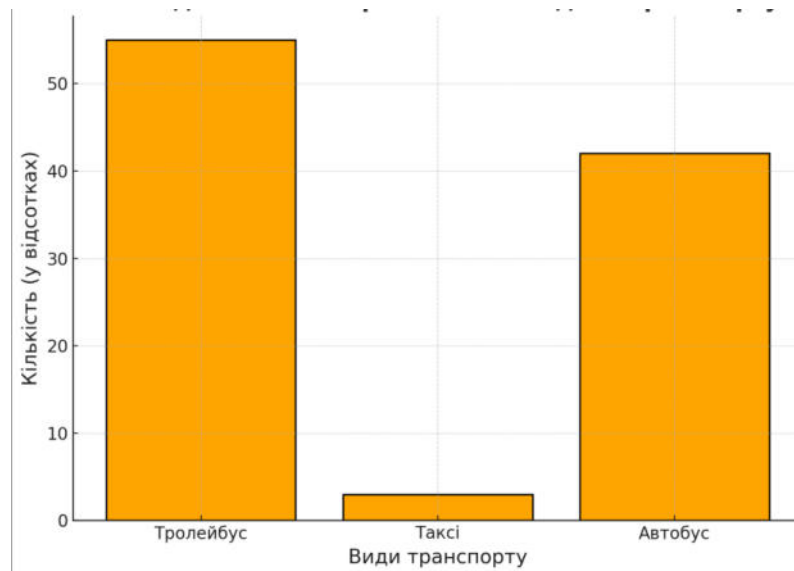


Рисунок 2.4 – Розподіл пасажирських перевезень за типами транспорту

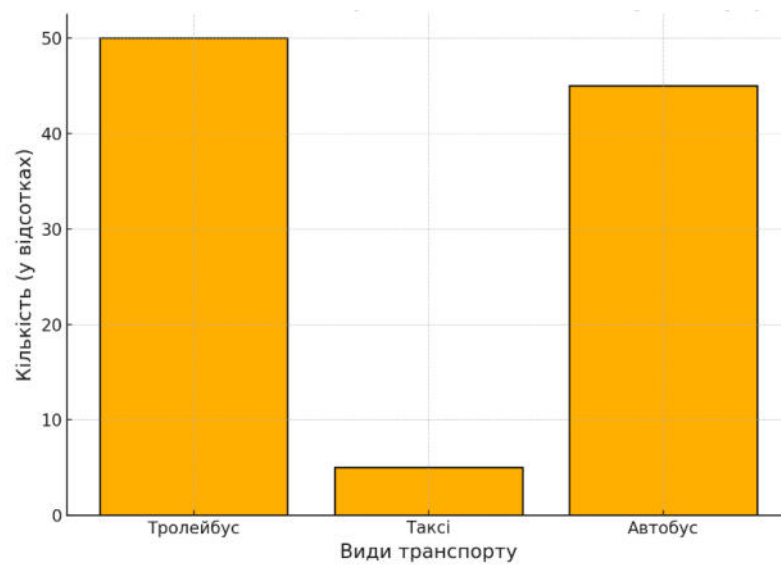


Рисунок 2.5 – Розподіл пасажирських перевезень за типами транспорту

Як видно, розподіл пасажиропотоків за видами транспорту (маршрутами) є схожим як у будні, так і у вихідні дні. Оскільки термінал «Залізничний вокзал» обслуговує переважно приміські маршрути, дослідження пасажиропотоків проводилося окремо для кожного маршруту в різні дні тижня. Отримані результати були проаналізовані. Динаміку змін пасажиропотоків протягом тижня на всіх маршрутах міського транспорту, які обслуговують пересадковий вузол залізничного вокзалу, зображено на рисунку.

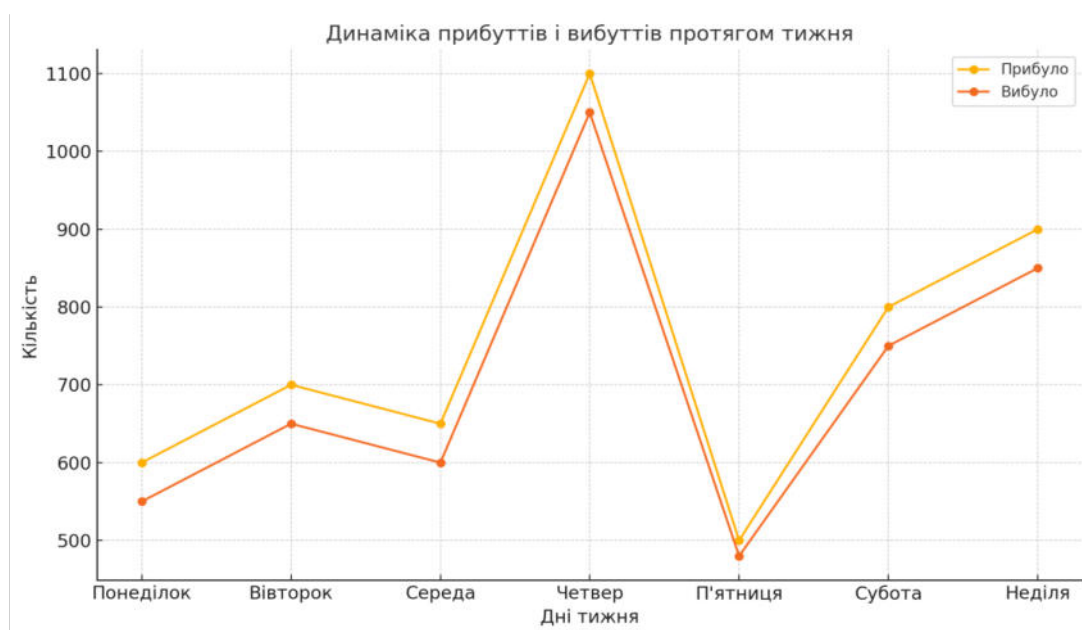


Рисунок 2.6 – Зміна пасажиропотоків по днях тижня (Тролейбус)

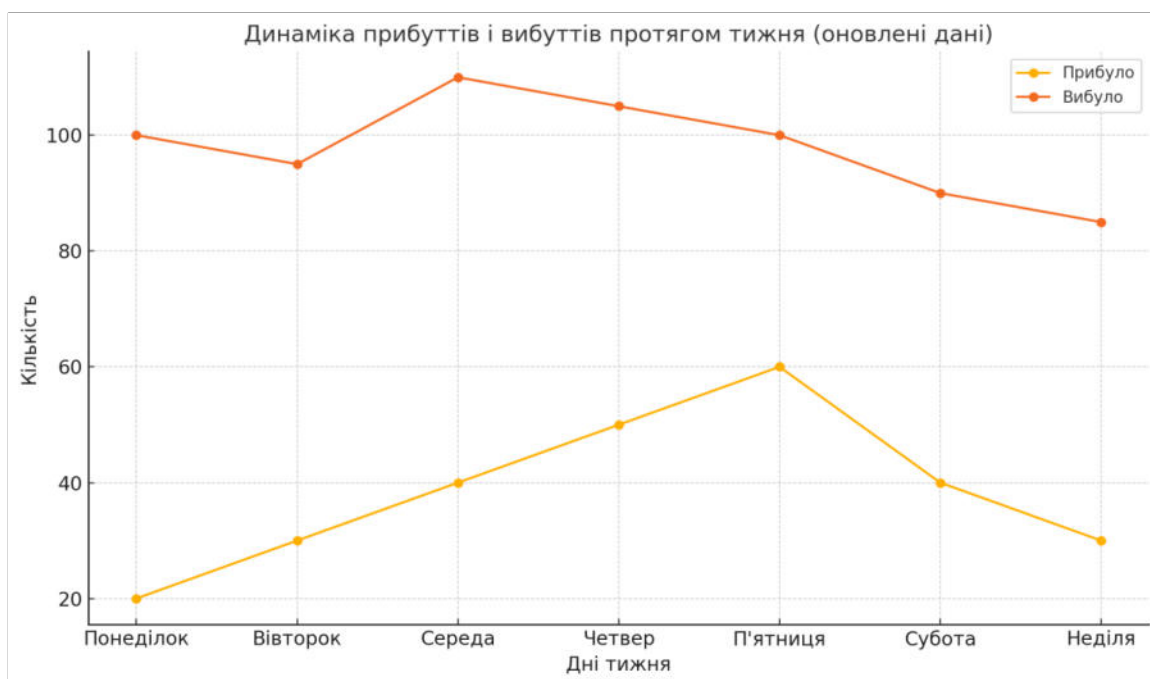


Рисунок 2.7 – Зміна пасажиропотоків по днях тижня (Таксі)

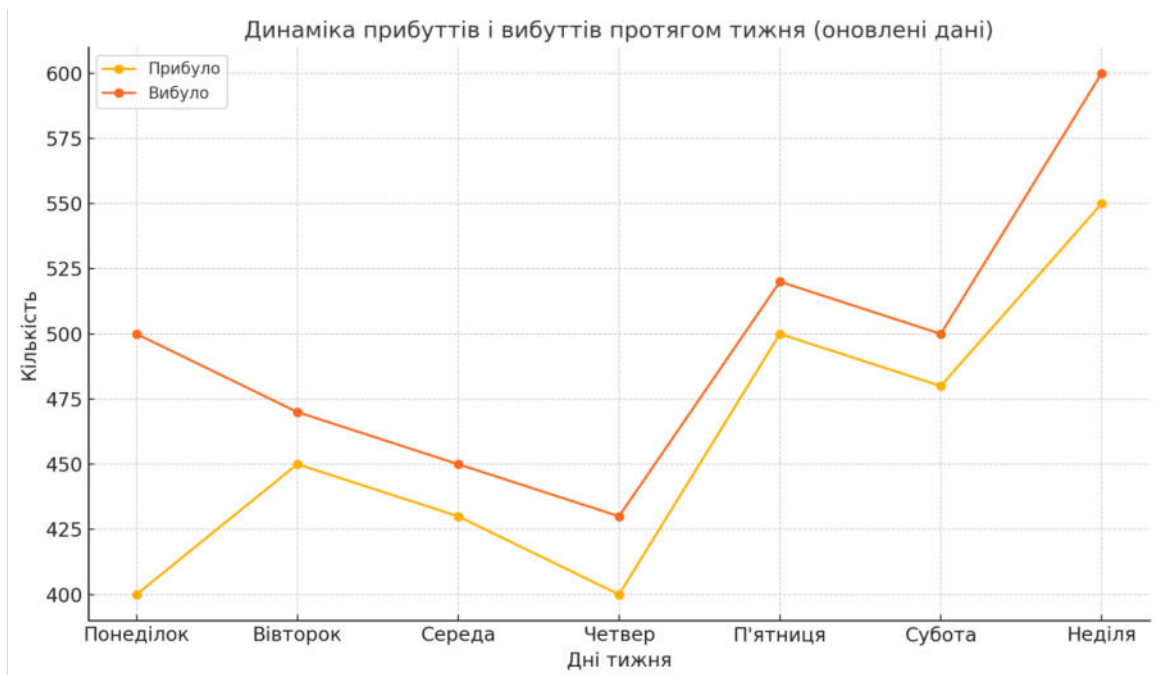


Рисунок 2.8 – Зміна пасажиропотоків по днях тижня (Автобус)

У будні дні пасажиропотік на залізничний вокзал розподіляється досить рівномірно, причому частка пасажирів, які дістаються пішки, залишається стабільною протягом усього дня. Розподіл попиту між різними видами транспорту також змінюється незначно. Найменший попит на маршрутні автобуси спостерігається у передобідні та післяобідні години, коли основними пасажирами є пенсіонери, які переважно користуються тролейбусами.

Пік попиту на маршрутні автобуси припадає на ранкові години (з 8:00 до 10:00), коли їхня частка в перевезеннях майже зрівнюється з тролейбусами. Після 18:00–19:00 спостерігається зниження попиту як на маршрутні автобуси, так і на тролейбуси. При цьому автобуси залишаються основним видом транспорту за часткою перевезених пасажирів протягом усього дня.

Така динаміка пасажиропотоку може бути зумовлена різними соціально-демографічними факторами, зокрема розкладом роботи та навчання, специфікою міської інфраструктури, а також доступністю та зручністю транспорту.

Для покращення транспортного обслуговування доцільно враховувати ці тенденції при плануванні графіків руху громадського транспорту. Збільшення кількості маршрутних автобусів у години пік може сприяти більш ефективному обслуговуванню пасажирів.

Оптимізація маршрутів дозволить краще задовольняти потреби різних категорій пасажирів, таких як пенсіонери чи робітники.

Впровадження систем моніторингу та управління пасажиропотоком сприятиме більш раціональному використанню транспортних засобів і підвищенню якості послуг.

Також варто приділити увагу розвитку екологічно чистих видів транспорту, таких як тролейбуси чи електробуси, що відповідають сучасним тенденціям сталого розвитку міської мобільності.

Уранці спостерігається найбільший попит на транспортні послуги через активні трудові поїздки, пов'язані з роботою та навчанням. Після 9:00 транспортна активність знижується, досягаючи мінімуму з 13:00 до 14:00, коли пасажирів частіше пересуваються пішки. До вечора попит на перевезення знову зростає: на маршрутні автобуси з 17:00, а на тролейбуси – з 18:00, оскільки пасажирів повертаються з роботи чи дач із багажем і втомою, що підвищує потребу в транспортних послугах.

Такі закономірності в динаміці пасажиропотоку характерні для міст із чітко вираженою соціально-економічною структурою, де робочий день і розклад навчання значною мірою формують інтенсивність транспортного руху. Для ефективного управління транспортними потоками важливо враховувати такі пікові періоди активності.

Це дозволить уникнути перевантаження громадського транспорту та скоротити час очікування для пасажирів.

Це зменшить навантаження на загальні маршрути та покращить комфорт пасажирів із багажем.

Поєднання різних видів транспорту (наприклад, автобусів і тролейбусів) із чіткими розкладом і пересадочними вузлами підвищить

зручність для пасажирів.

Аналіз даних про транспортну активність дозволить ефективніше розподіляти ресурси, адаптувати маршрути до потреб користувачів і оптимізувати розклади руху.

Врахування таких факторів сприятиме підвищенню ефективності транспортної системи, зменшенню перевантаженості та задоволенню потреб пасажирів у різні періоди дня.

У вихідні дні ранковий попит на транспортні послуги для прибуття на залізничний вокзал залишається невеликим до 8:00, як і в будні. Потім він різко зростає і стабільно тримається до 13:00, оскільки мешканці міста прагнуть вирушити за місто в першій половині дня. Після обіду попит на транспорт знижується, а у вечірні години зростає кількість пасажирів, які добираються до вокзалу пішки, що перевищує 10%.

Для пасажирів, які вибувають, максимальний попит на транспорт спостерігається також вранці, але він менш виражений, ніж у будні. Динаміка зміни попиту протягом дня подібна до будніх днів, з помітним зростанням увечері, коли люди повертаються з відпочинку або дач.

Відсоток пішоходів серед прибуваючих на залізничний вокзал значно вищий, ніж серед вибуваючих. Це пояснюється кількома чинниками. По-перше, шлях від вокзалу до центру міста досить далекий, що спонукає багатьох користуватися транспортом, особливо літніх людей. Водночас дорога до вокзалу від основних пересадкових пунктів (центральний ринок, театральна площа) займає лише 10–15 хвилин пішки, що робить цей варіант зручним. Автобуси та тролейбуси, які курсують з інтервалом близько 5 хвилин, не завжди забезпечують суттєву економію часу. Крім того, частина пасажирів відмовляється платити за короткі поїздки на одну-дві зупинки.

Багато пасажирів, які прибувають у місто, також обирають піший варіант для пересування до центру. Це зумовлено переповненістю транспорту та невизначеністю моменту його прибуття, що змушує людей

уникати очікування. Молодь часто надає перевагу пішій ходьбі, оскільки це дозволяє заощадити гроші, особливо за відсутності пільг чи проїзних квитків. Сприятливі погодні умови та відсутність важкого багажу також заохочують вибір пішохідного маршруту, навіть якщо доступний транспорт. Водночас старші люди здебільшого користуються громадським транспортом через його більшу зручність.

Розвиток транспортної системи повинен враховувати ці тенденції. Удосконалення інфраструктури для пішоходів, наприклад, покращення якості тротуарів та створення безпечних зон, сприятиме підвищенню зручності пересування. Оптимізація громадського транспорту, зокрема забезпечення регулярності руху та зменшення заповненості в години пік, дозволить ефективніше обслуговувати пасажирів. Введення короткострокових квитків може стимулювати використання транспорту для коротких поїздок, а заохочення екологічних видів транспорту, таких як електробуси чи велосипеди, сприятиме сталому розвитку міської мобільності. Особливу увагу слід приділити створенню комфортних умов для літніх пасажирів, наприклад, облаштуванню зупинок ближче до ключових об'єктів та полегшенню доступу до транспорту. Це дозволить зробити транспортну систему зручнішою для різних категорій населення та покращити її ефективність.

2.5 Аналіз методів отримання даних

З метою збору емпіричних даних, необхідних для адекватної оцінки характеристик транспортних засобів та всіх учасників транспортного процесу в умовах реальної експлуатації, було підготовлено спеціальну програму дослідних випробувань. Основна мета досліджень полягає в аналізі екологічної складової транспортної діяльності, витрат палива та безпеки дорожнього руху. Це дозволяє отримати ключові характеристики для вдосконалення алгоритмів оцінки ефективності та безпеки перевезень.

Для проведення експериментів використовується спеціальний комплекс обладнання, який включає діагностичний прилад Flash-сканер із програмним забезпеченням «Мотор-Тестер» для технічного аналізу транспортних засобів, ноутбук для збору та обробки даних, прилад «ІСКРА-М» для вимірювання швидкості руху транспортних засобів, а також газоаналізатор для оцінки викидів відпрацьованих газів двигунів.

Цей підхід забезпечує комплексну оцінку впливу різних факторів на витрату палива, екологічну ефективність та безпеку дорожнього руху, що є важливими параметрами для оптимізації транспортних процесів.

Програмний комплекс «Мотор-Тестер» та діагностичний інструмент Flash-сканер призначені для діагностики двигунів внутрішнього згоряння, обладнаних електронними системами впорскування палива. Вони надають можливість відстежувати контрольовані параметри двигуна як у цифровому форматі, так і у вигляді графічних зображень, а також дозволяють керувати його механізмами під час перевірки. Система підтримує виконання випробувань для визначення низки показників, серед яких частота обертання колінчастого вала, величина механічних втрат, темп прогрівання двигуна, поточна й середня витрата палива, швидкість руху автомобіля, а також надає інструменти для аналізу й видалення кодів несправностей з пам'яті електронного блока управління. Це робить її ефективним інструментом для комплексної діагностики та налаштування автомобільних двигунів.

3 ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис досліджуваного транспортного вузла

Транспортний вузол залізничний вокзал у місті Рівному є важливим вузлом, де взаємодіють різні види наземного транспорту, забезпечуючи масові пересадки пасажирів. Цей термінал виконує ключову роль у міській транспортній системі, слугуючи місцем зосередження пасажиропотоків, а також зручним пунктом для початку або завершення поїздок.

На момент проведення дослідження міський наземний пасажирський транспорт, що обслуговує залізничний вокзал, був представлений автобусами та тролейбусами. Зокрема, маршрути руху тролейбусів №3 і №8 забезпечують зв'язок вокзалу з різними частинами міста. Маршрут №3, що з'єднує залізничний і автовокзали, є одним із найбільш популярних серед пасажирів завдяки зручності та регулярності. На цьому маршруті експлуатуються тролейбуси моделей Škoda 14Tr, Škoda 9Tr, Jelcz, LAZ, які мають загальну пасажиромісткість близько 100 осіб і повністю відповідають сучасним вимогам до міського транспорту.

Автобусні маршрути, що обслуговують залізничний вокзал, зокрема (32, 33, 37, 39, 43, 44, 55, 56, 64, 67), також забезпечують швидке і комфортне перевезення пасажирів. Для цього використовуються автобуси таких моделей, як Богдан, Еталон, ISUZU, Mercedes, які дозволяють підтримувати високий рівень обслуговування та зручність для пасажирів.

Крім своєї транспортної функції, залізничний вокзал виконує роль місця культурного і побутового відпочинку. На його території розташовані магазини, кафе та інші об'єкти інфраструктури, які сприяють створенню додаткових потоків відвідувачів. У зв'язку з цим у структурі поїздок пасажирів спостерігається значна частка як трудових, так і ділових поїздок, а також поїздок культурно-побутового характеру (наприклад, до дач або заміських зон). Особливо вираженим цей тип поїздок стає у весняно-літній

період, коли активізується використання приміських маршрутів.

Для забезпечення безперебійної та скоординованої роботи транспорту важливо вивчити характер змін пасажиропотоків, їх структуру та попит на різні види транспорту. Як уже зазначалося, термінал повинен виконувати кілька основних завдань: забезпечувати максимально комфортні умови доступу та посадки пасажирів у транспортні засоби, ефективно координувати роботу різних видів транспорту, а також сприяти впорядкованому формуванню пасажирських потоків.

У випадку пересадкового вузла «Залізничний вокзал» найкраще реалізована саме функція формування пасажиропотоків. Однак функції зручності доступу та оптимізації роботи транспорту залишаються слабо реалізованими, що вимагає подальшого вдосконалення. Водночас цей пересадочний вузол забезпечує взаємодію залізничного транспорту з наземними видами – автобусами та тролейбусами, що створює передумови для розвитку інтегрованої транспортної системи міста.

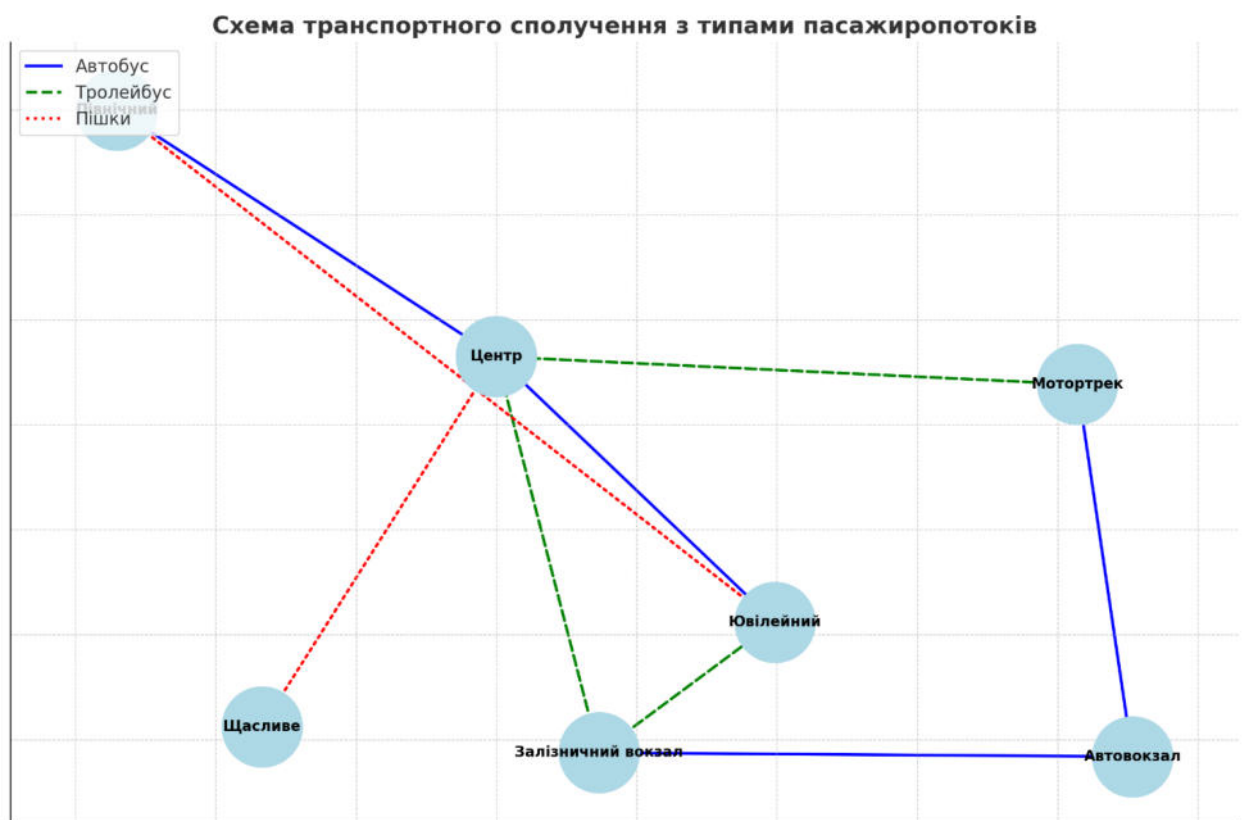


Рисунок 3.1. Схема транспортного сполучення з типами пасажиропотоків

З точки зору класифікації терміналів, залізничний вокзал належить до другої групи (див. рис. 3.1), яка включає спеціалізовані термінали, орієнтовані переважно на транспорт із високою пропускнуою здатністю. У цьому випадку основним видом транспорту виступає залізничний транспорт, який забезпечує масові пасажирські перевезення на далекі відстані.

Якщо розглядати типологію терміналу, то серед запропонованих варіантів найбільш відповідним є другий тип – це термінал, де завершується одна транспортна мережа і розпочинається інша. У такому випадку головною функцією роботи залізничного вокзалу стає обслуговування пасажирів, які користуються зовнішнім транспортом (залізничним), тоді як другорядною функцією є забезпечення перевезень внутрішнім транспортом (автобусами та тролейбусами).

Залізничний вокзал виконує важливу роль як пересадковий вузол, де пасажирів здійснюють зміну транспортних засобів для продовження своєї подорожі. Це вимагає оптимальної організації роботи наземного транспорту, який забезпечує доставку пасажирів до вокзалу та від нього. Зокрема, необхідно враховувати такі аспекти, як координація розкладів руху, мінімізація часу очікування пасажирів та створення зручних умов для пересадки між видами транспорту.

Для досягнення цього важливо приділити увагу плануванню та оптимізації використання рухомого складу. Алгоритм визначення оптимальної кількості транспортних засобів, представлений у розділі 2, може стати ефективним інструментом у вирішенні цього завдання. Його застосування дозволить забезпечити безперебійну роботу транспортної системи, підвищити якість обслуговування пасажирів і зменшити час пересадок.

Додатково, варто розглянути інтеграцію різних видів транспорту через впровадження єдиних квитків і інформаційних систем, які дозволяють пасажирам зручно планувати свої маршрути. Це сприятиме покращенню транспортної логістики і зробить залізничний вокзал більш привабливим та

функціональним центром міської транспортної системи.

3.2 Моделювання початкових параметрів функціонування пасажирського терміналу

Для пасажирського терміналу початкові умови можуть бути представлені у загальному вигляді, як зазначено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для моделювання

Позначення	Найменування
$T_{п.н}$	Початок роботи транспорту
$T_{к.н}$	Кінець роботи транспорту
$a_{п.п}$	Число пасажирів, прибуваючих на термінал
$a_{п.в}$	Число пасажирів, що вибувають з терміналу
$O_{п.а}$	Обсяг пасажирів, прибуваючих автомобільним
$O_{п.ел}$	Обсяг пасажирів, прибуваючих міським
$O_{п.з}$	Обсяг пасажирів, прибуваючих залізничним
τ_a	Середній інтервал руху автобусів, хв.
τ_m	Середній інтервал руху маршрутних таксі, хв.
τ_t	Середній інтервал руху тролейбусів, хв.
$T_{пл}$	Середній час підходу пасажирів до терміналу, хв.
$T_{оч.}$	Середній час очікування посадки в пересувний склад, хв.

Оскільки термінал є складною транспортною системою, яка функціонує за принципом «чорного ящика», для детального опису початкових умов необхідно впровадити таблиці моделювання. Це включає визначення детермінованих параметрів (табл. 3.2) та ймовірнісних характеристик (табл. 3.3).

Таблиця 3.2 –Визначені параметри для моделвання

Позначення	Види нерівномірностей
$F_n(H)$	Внутрішньодобова пасажиропотоку
$F_n(W)$	Внутрішньотижневого пасажиропотоку
$F_n(E)$	Внутрішньосезонного пасажиропотоку
$F_m(H)$	Внутрішньодобова пасажиропотоку по напрямках
$F_m(W)$	Внутрішньотижнева пасажиропотоку по напрямках
$F_m(E)$	Внутрішньосезонна пасажиропотоку по напрямках
$F_a(H)$	Внутрішньодобова руху автобусів
$F_b(H)$	Внутрішньодобова руху маршрутних таксі
$F_c(H)$	Внутрішньодобова руху тролейбусів
$F_a(W)$	Внутрішньотижнева руху автобусів
$F_b(W)$	Внутрішньотижневого руху маршрутних таксі
$F_c(W)$	Внутрішньотижневого руху тролейбусів
$F_a(E)$	Внутрішньосезонна руху автобусів
$F_b(E)$	Внутрішньосезонна руху маршрутних таксі
$F_c(E)$	Внутрішньосезонна руху тролейбусів
$T_{пр}(A)$	Час простою на зупинці автобуса, хв.
$T_{пр}(T)$	Час простою на зупинці маршрутного таксі, хв.
$T_{пр}(Tp)$	Час простою на зупинці тролейбуса, хв.

Таблиця 3.3 – Ймовірнісні параметри для моделювання

Позначення	Вид нерівномірностей
$Q_n(a)$	Число пасажирів, прибуваючих з одним автобусом
$Q_m(a)$	Число пасажирів, вибуваючих з одним автобусом
$Q_n(b)$	Число пасажирів, прибуваючих з одним маршрутним
$Q_m(b)$	Число пасажирів, вибуваючих з одним маршрутним таксі
$Q_n(c)$	Число пасажирів, прбуваючих з одним тролейбусом
$Q_m(c)$	Число пасажирів, вибуваючих з одним тролейбусом
$Q_n(z)$	Число пасажирів, прибуваючих залізничним транспортом

3.3 Рекомендації щодо покращення роботи мережі громадського автомобільного транспорту

Для покращення функціонування транспортної мережі громадського автомобільного транспорту м. Рівне необхідно провести комплексну модернізацію, враховуючи як існуючі проблеми, так і перспективи розвитку міста.

Стан транспортної мережі характеризується рядом проблем, серед яких виділяються затори та перевантаженість доріг, недостатня інтеграція маршрутів, низька регулярність руху транспорту, що створює незручності для пасажирів. Інфраструктура центральних вулиць не відповідає сучасному рівню автомобільного та пасажирського трафіку, а маршрути недостатньо охоплюють периферійні райони. До того ж відсутні пересадкові вузли, які б забезпечували зручне сполучення між різними частинами міста. Це знижує ефективність використання громадського транспорту та збільшує залежність населення від приватного автотранспорту.

Оптимізація маршрутної мережі передбачає перегляд та коригування існуючих маршрутів, зокрема скорочення дублюючих напрямків і створення нових маршрутів для обслуговування віддалених мікрорайонів, таких як Басів Кут, Північний, Новий Двір. Запровадження кільцевих маршрутів допоможе забезпечити зручний обхід центральної частини міста, зменшити перевантаження центральних вулиць та перенаправити трафік на об'їзні шляхи. Інтеграція маршрутів передбачає створення транспортних вузлів для зручних пересадок між автобусами, тролейбусами та іншими видами транспорту, що значно поліпшить транспортну доступність.

Підвищення якості транспортних послуг можна досягти за рахунок впровадження сучасних технологій. Оснащення транспорту GPS-трекерами дозволить контролювати графіки руху в реальному часі. Створення мобільного додатка з інформацією про розклад руху, місця зупинок і час прибуття транспорту значно покращить зручність користування. Важливим

аспектом є забезпечення комфорту пасажирів: обладнання транспорту інформаційними табло, Wi-Fi та зарядними пристроями для гаджетів. Також необхідно впровадити електронні квитки та безконтактну оплату, що підвищить швидкість обслуговування та зручність користування.

Розвиток транспортної інфраструктури включає розширення магістральних доріг та створення виділених смуг для громадського транспорту. Особливу увагу слід приділити облаштуванню зупинок, які повинні мати укриття, лавки, урни для сміття та електронні табло. Зупинки необхідно встановити не лише в існуючих місцях, але й у нових житлових районах. Пересадкові вузли допоможуть забезпечити інтеграцію різних видів транспорту.

Екологічний аспект передбачає впровадження електробусів та інших видів транспорту з низьким рівнем викидів. Заміна старих транспортних засобів на сучасні, що відповідають стандартам Євро-5 і Євро-6, зменшить шкідливий вплив на навколишнє середовище. Для популяризації велосипедного транспорту необхідно будувати велодоріжки та створювати стоянки біля зупинок громадського транспорту.

Підвищення безпеки дорожнього руху вимагає модернізації дорожньої інфраструктури. На складних перехрестях слід встановити додаткові світлофори, а в центрі міста — розширити пішохідні зони. Сучасні системи контролю, такі як камери відеоспостереження та автоматичні системи фіксації порушень, дозволять ефективніше забезпечувати дотримання правил дорожнього руху.

Для фінансування модернізації транспортної системи важливо залучати кошти міжнародних організацій через участь у грантових програмах, а також налагоджувати співпрацю з приватними інвесторами. Державно-приватне партнерство може стати основою для оновлення автопарку та розвитку інфраструктури.

Моніторинг та дослідження пасажиропотоків мають бути регулярними. Це дозволить вивчати завантаженість маршрутів і визначати найефективніші

напрямки оптимізації. Використання автоматизованих систем підрахунку пасажирів та проведення опитувань сприятимуть адаптації транспортної системи до реальних потреб населення.

Комунікація з громадськістю має бути прозорою та відкритою. Інформування пасажирів про стан транспорту, залучення їх до обговорення змін та популяризація громадського транспорту як екологічно чистого виду перевезень — ключові елементи ефективної взаємодії. Запуск інформаційних кампаній і мобільних додатків підвищить рівень довіри до міського транспорту та сприятиме зменшенню використання приватних авто.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Освітлення автомобільних доріг

Організація раціонального освітлення необхідних місць автомобільних доріг забезпечує безпеку руху й вирішує питання охорони праці.

Освітлювальні покриття рекомендується застосовувати для виділення пішохідних переходів (типу «зебра»), зупинок автобусів, перехідно-швидкісних смуг, додаткових смуг на підйомах, смуг для зупинок автомобілів, проїзної частини в тунелях і під шляхопроводами, на залізничних переїздах, малих мостах і інших ділянках, де перешкоди погано видно на тлі дорожнього покриття.

Стаціонарне електричне освітлення на автомобільних дорогах варто передбачити на ділянках у межах населених пунктів, а при наявності можливості використання існуючих електричних розподільних мереж - також на більших мостах, автобусних зупинках, перетинаннях доріг I і II категорій між собою й із залізницями, на всіх сполучених відгалуженнях вузлів перетинань і на підходах до них на відстані не менше 250 метрів, на кільцевих перетинаннях і на під'їзних дорогах до промислових підприємств або їхніх ділянок при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

Якщо відстань між сусідніми освітлюваними ділянками становить менш 250 метрів, рекомендується влаштовувати безперервне висвітлення дороги, що виключає чергування освітлених і неосвітлених ділянок. Яскравість поверхні або покриття дороги L – відношення сили світла, випромінюваного в розглянутому напрямку, до площі освітленої поверхні, кд/м^2 :

$$L = I / S ; \quad (4.1)$$

За одиницю сили світла прийнята кандела (кд). Сила світла - величина, що оцінює просторову щільність світлового потоку, яка, у межах, представляє з себе відношення потоку $d\Phi$ до тілесного кута $d\omega$ якого світловий потік поширюється

$$I = d\Phi / d\omega; \quad (4.2)$$

Поза населеними пунктами середня яскравість покриття ділянок автомобільних доріг, у тому числі великих і середніх мостів, повинна бути $0,8 \text{ кд/м}^2$ на дорогах I категорії, $0,6 \text{ кд/м}^2$ на дорогах II категорії, а на сполучних відгалуженнях у межах транспортних розв'язок – $0,4 \text{ кд/м}^2$. Відношення максимальної яскравості покриття проїзної частини до максимального не повинне перевищувати 3:1 на ділянках доріг I категорії, 5:1 на дорогах інших категорій. Одним з показників освітленості є показник засліпленості X - критерій оцінки сліпучої дії створюваної освітлювальною установкою.

$$X = (S - I)100; \quad (4.3)$$

$$S = U_1 / U_2; \quad (4.4)$$

де U_1 , U_2 – видимість об'єкта спостереження відповідно при екрануванні й при наявності близьких джерел у полі зору. Видимість характеризує здатність ока сприймати об'єкт; залежить від освітленості, розміру об'єкта, його яскравості, контрасту об'єкта з фоном, тривалості експозиції. Видимість визначається числом граничних контрастів у контрасті обсягу з фоном:

$$U = K / K_{\text{гран}}; \quad (4.5)$$

де K – контраст об'єкта з фоном; $K_{\text{гран}}$ – граничний контраст, тобто найменший помітний оком контраст при невеликому зменшенні якого об'єкт стає нерозрізненим.

Контраст об'єкта з фоном вважається більшим при значеннях K більше 0,5 (об'єкт і фон розрізняються за яскравістю); середнім при значеннях K від 0,2 до 0,5 і малим при значеннях K менш 0,2 (об'єкт і фон мало відрізняються за яскравістю).

Показник засліпленості установок зовнішнього висвітлення не повинен перевищувати 150.

Середня горизонтальна освітленість проїздів довжиною до 60 м під шляхопроводами й мостами в темний час доби повинна бути 15лк, а відношення максимальної освітленості до середньої - не більше 3:1.

Висвітлення ділянок автомобільних доріг у межах населених пунктів варто виконувати відповідно до вимог СНІП II-4-79, а висвітлення автодорожніх тунелів відповідно до вимог СНІП II-44-78.

Освітлювальні установки перетинань автомобільних і залізничних доріг в одному рівні повинні відповідати нормам штучного висвітлення, регламентованих системою стандартів безпеки праці на залізничному транспорті.

Опори світильників на дорогах, як правило, варто розташовувати за брівкою земляного полотна. Дозволяється розташовувати опори на розділовій смузі шириною не менш 5 м з установкою огорожень.

Включення висвітлення ділянок автомобільних доріг варто робити при зниженні рівня природної освітленості до 15 - 20 лк, а відключення - при його підвищенні до 10 лк.

У нічний час варто передбачати зниження рівня зовнішнього висвітлення протяжних ділянок автомобільних доріг (довжиною понад 300 м) і під'їзди до мостів, тунелів і перетинань автомобільних доріг з автомобільними й залізничними дорогами шляхом вимикання не більше

половини світильників. При цьому не допускається відключення підряд двох світильників, а також розташованих поблизу відгалуження, примикання, вершини кривої в поздовжньому профілі радіусом менш 300 м, пішохідного переходу, зупинки суспільного транспорту на кривій у плані радіусом менш 100 м.

Електропостачання освітлювальних установок автомобільних доріг слід здійснювати від електричних розподільних мереж найближчих населених пунктів, або мереж найближчих виробничих підприємств.

Електропостачання освітлювальних установок залізничних переїздів треба, як правило, здійснювати від електричних мереж залізниць, якщо ці ділянки залізничної колії обладнані поздовжніми лініями електропостачання, або лініями електроблокування.

Керування мережами зовнішнього висвітлення варто передбачати централізованим дистанційним або використати можливості установок керування зовнішнім висвітленням найближчих населених пунктів, або виробничих підприємств. Проекти автомобільних доріг I - IV категорій у частині безпеки руху й охорони праці повинні узгоджуватися з органами Державтоінспекції МВС України.

Для освітлювальних установок вулиць і доріг категорії В, а також освітлювальних установок, рівень висвітлення яких регламентується нормами середньої освітленості, найменша висота розташування світильників за умовами обмеження засліпленості повинна прийматися по таблиці 4.1.

Світильники зовнішнього висвітлення, які встановлюють на стінах будинків, не повинні засвітлювати вікна житлових будинків. В установках зовнішнього висвітлення при середній яскравості дорожнього покриття 0,4 кд/м² і більше й середньої освітленості 4 лк і більше варто застосовувати переважно світильники з газорозрядними джерелами світла.

Над проїзною частиною вулиць, доріг і площ світильники повинні встановлюватися на висоті не менш 6,5 м.

Висота підвісу світильників при їхньому розташуванні над контактною мережею трамвая повинна бути не менше 8 м від рівня голівок рейок, при розташуванні над контактною мережею тролейбуса - не менше 9 м від рівня проїзної частини.

Таблиця 4.1 – найменша висота розташування світильників за умовами обмеження засліпленості

Світлорозподіл світильників	Найбільший світловий потік ламп у світильниках, встановлених на одній опорі, лк	Найменша висота установки світильників, м	
		При лампах накалювання	При газорозрядних лампах
Напівшироке	Менш 5000	6,5	7
	від 5000 до 10000	7	7,5
	більше 10000 до 20000	7,5	8
	більше 20000 до 30000	—	9
	більше 30000 до 40000	—	10
	більше 40000	—	11,5
Широке	Менш 5000	7	7,5
	від 5000 до 10000	8	8,5
	більше 10000 до 20000	9	9,5
	більше 20000 до 30000	—	10,5
	більше 30000 до	—	11,5

	40000		
	більше 40000	—	13

Мінімальна висота установки світильника в парапетах мостів і шляхопроводів не обмежується за умови забезпечення захисного кута не менш 10° й виключення можливості доступу до ламп без застосування спеціального інструмента. У транспортних тунелях повинні застосовуватися світильники із захисним кутом не менш 10° . Висота їхнього розташування повинна бути не менш 4м.

У пішохідних тунелях повинні використовуватися світильники: а) із захисним кутом не менш 15° – для люмінесцентних ламп сумарною потужністю не більше 80 Вт і ламп ДРЛ потужністю не більше 125 Вт; б) з матованими й молочними розсіювачами без відбивачів - для ламп ДРЛ потужністю не більше 125 Вт.

4.2. Захист цивільного населення

Забезпечення захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань держави.

Головною метою захисту населення і територій під час надзвичайних ситуацій є забезпечення реалізації державної політики у сфері запобігання і ліквідації їх наслідків, зменшення руйнівних наслідків терористичних актів та воєнних дій. Основними завданнями захисту населення і територій під час НС є:

- розроблення і реалізація нормативно-правових актів, додержання державних технічних норм та стандартів з питань забезпечення захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій;
- забезпечення готовності органів управління, сил і засобів до дій, призначених для запобігання надзвичайних ситуацій та реагування на них;

- розроблення та забезпечення заходів щодо запобігання виникненню звичайних ситуацій;

- збирання та аналітичне опрацювання інформації про надзвичайні ситуації;

- прогнозування та оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій, визначення на основі прогнозу потреби в силах, матеріально-технічних фінансових ресурсах;

- створення, раціональне збереження і використання резервів фінансових матеріальних ресурсів, необхідних для запобігання надзвичайних ситуацій та імітування на них;

- здійснення державної експертизи, нагляду і контролю в галузі захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій;

- оповіщення населення про загрозу та виникнення надзвичайної ситуації несвоєчасне та достовірне інформування його про наявну обстановку і вжиті заходи;

- організація захисту населення (персоналу) та надання безкоштовної медичної допомоги.

З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має проводитися спеціальний комплекс заходів.

Оповіщення та інформування, яке досягається завчасним створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної, територіальних та об'єктових систем оповіщення населення.

Спостереження і контроль за довкіллям, продуктами харчування і водою забезпечується створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю незалежно від підпорядкованості. Укриття в захисних спорудах, якому підлягає усе населення відповідно до приналежності (працююча зміна, населення, яке

проживає в небезпечних зонах, тощо), досягається створенням фонду захисних споруд.

Евакуаційні заходи, що проводяться в містах та інших населених пунктах, які мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також у воєнний час, основним способом захисту населення є евакуація і розміщення його у позаміській зоні.

Інженерний захист проводиться з метою виконання вимог ІТЗ із питань забудови міст, розміщення будівель, будинків, інженерних споруд та інше. Медичний захист проводиться для зменшення ступеня ураження людей, своєчасного надання допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідемічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій.

Біологічний захист включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, їх характеру і масштабів, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних та медичних заходів.

Хімічний захист включає заходи щодо виявлення і оцінки радіаційної обстановки, організацію і здійснення дозиметричного та хімічного розроблення типових режимів радіаційного захисту, забезпечення індивідуального захисту, організацію і проведення спеціальної обробки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Використання розробленої методики для оптимізації транспортної системи, яка обслуговує термінал у місті Рівне, дозволяє визначити найбільш ефективну структуру транспорту для цього об'єкта.

У межах пасажирського терміналу «Залізничний вокзал» є можливість скоротити кількість маршрутних автобусів на 21% або замінити застарілі моделі типу «Мерседес» на сучасні автобуси «Богдан». Це забезпечить зниження рівня викидів на 10% і підвищить задоволеність пасажирів транспортними послугами.

Результати проведених досліджень свідчать про покращення процесу міських пасажирських перевезень, орієнтованого на якісне транспортне обслуговування населення, з урахуванням екологічної безпеки та вимог дорожньої безпеки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кристопчук М. Є., Лобашов О. О. (2012). Приміські пасажирські перевезення: навчальний посібник. Харків: НТМТ. 224 с. https://www.academia.edu/31410621/Приміські_пасажи́рські_перевезення_навчальний_посі́бник_М_Є_Кристопчук_О_О_Лобашов_Х_НТМТ_2012_224с
2. Босняк М. Г. (2009). Пасажирські автомобільні перевезення: навчальний посібник. Київ: Видавничий Дім "Слово". 272 с. https://www.logistics-gr.com/index.php?Itemid=99&c-72=&id=5795&option=com_content
3. Яновський П. О. Пасажирські перевезення: навчальний посібник. <https://z-lib.gd/book/3123217/d1d4b1/Пасажирські-перевезення-Навчальний-посі́бник.html?dsource=recommend>
4. Доля О. Є., Доля К. В. (2020). Наукові основи управління проєктами міських пасажирських перевезень: монографія. Бостон: Primedia eLaunch. 136 с. <https://isg-konf.com/wp-content/uploads/2021/03/Monograph-978-1-64871-649-2.pdf>
5. Цимбал С. В., Тодорашко Г. Ю. (2015). Класифікація маршрутів міських пасажирських перевезень. Вінницький національний технічний університет. <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/11123/788.pdf?sequence=3>
6. Бараш, О. Методичний підхід щодо оптимізації діяльності міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://crust.ust.edu.ua/bitstream/123456789/3771/1/Barash,%20.pdf>.
7. Чечет, І. Методи аналізу міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс] / І. Чечет. – Режим доступу: https://publications.ntu.edu.ua/visnyk/31_1_tech_2015/379-384.pdf.
8. Класифікація маршрутів міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/11123/788.pdf?sequence=3>.

9. Аналіз ефективності функціонування міського пасажирського транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10455/1/03.pdf>.
10. Проблеми та перспективи розвитку міського електротранспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://repository.knuba.edu.ua/handle/987654321/6103>.
11. Моделювання пасажиропотоків у міському транспорті [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2019/may/16612/2019v1n1-3.pdf>.
12. Відомості щодо транспортних засобів, які обслуговують пасажирські маршрути [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://data.gov.ua/dataset/1a>.
13. Методи і моделі оцінки пасажиропотоків на міських маршрутах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://diser.ntu.edu.ua/Chechet_vidhuk2.pdf.
14. Наукові основи управління проєктами міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://isg-konf.com/wp-content/uploads/2021/03/Monograph-978-1-64871-649-2.pdf>.
15. Аналіз пасажиропотоків міського транспорту та їх вплив на організацію перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.onat.edu.ua:8080/handle/123456789/3122>.
16. Планування та організація міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7816/1/>.
17. Сучасні тенденції розвитку міського пасажирського транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/tarp/article/download/151898/151635>.
18. Міський транспорт: Посібник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-03/Посібник%20МТ.pdf>.

19. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/25195/document%20%2841%29.pdf?sequence=1>.

20. Проблеми організації міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/1865/1797/>.

21. Дослідження наявних проблем організації міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://isg-journal.com/isjea/article/download/450/252>.

22. Оптимізація маршрутної мережі міського пасажирського транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8266/1/05.pdf>.

23. Удосконалення системи міських пасажирських перевезень на основі інноваційних технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/45513/1/03.pdf>.

24. Аналіз ефективності функціонування міського транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2019/may/16612/2019v1n1-3.pdf>.

25. Сучасні проблеми міських пасажирських перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/45785/1/02.pdf>.

26. Техноекоелогія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник / В.С. Стручок, – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2022. – 150 с.

27. Методичні вказівки до практичного заняття і самостійної роботи з курсу «Техноекоелогія та цивільна безпека» частина «Цивільна безпека» на тему «Шляхи і способи підвищення стійкості роботи промислового об'єкта» для студентів всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм

навчання / укл. : В.С. Стручок . - Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2023.
- 26 с.

28. Стручок В. С. До питання захисту персоналу та населення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС / Стручок Володимир Сергійович // Матеріали IV Міжнародної наукової конференції „Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки“, 18-19 квітня 2024 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2024. — С. 113–115. — (Вплив воєнних конфліктів та техногенних катастроф на безпеку життєдіяльності, локальні та глобальні екосистеми).