

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи магістра

магістр
(освітній рівень)
на тему: Розроблення пасажирської транспортної системи
міста Тернополя

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

Студент	(підпис)	Гикавий Н.М. (прізвище та ініціали)
	(підпис)	Кіш І.Р. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Дзюра В.О. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Плекан У.М. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Зав. каф.	(підпис)	Цьонь О.П. (прізвище та ініціали)

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

Гикавому Назарію Михайловичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розроблення пасажирської транспортної системи міста
Тернополя*

керівник проекту (роботи) *Дзюра Володимир Олексійович, 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; 1.1 Сучасний стан транспортного процесу; 1.2 Оцінка якості перевезення пасажирів;

2.1 Дослідження об'єкту пасажирський термінал; 2.2 Дослідження процесу надання послуг у

транспортній системі; 2.3 Дослідження процесу перевезення з точки зору споживача послуг; 2.4

Процес перевезення з погляду суспільства; 2.5 Моделювання умов експлуатації автомобіля з

урахуванням дорожньо-кліматичних факторів; 3.3 Аналіз структури транспортного парку (з

урахуванням зменшення кількості маршрутних автобусів); 3.4 Аналіз роботи автобусного

маршруту

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.1	<i>Сучасний стан транспортного процесу;</i>	<i>15.11.2024</i>	
1.2	<i>Оцінка якості перевезення пасажирів;</i>	<i>22.11.2024</i>	
2.1	<i>Дослідження об'єкту пасажирський термінал;</i>	<i>05.12.2024</i>	
2.2	<i>Дослідження процесу надання послуг у транспортній системі;</i>	<i>07.12.2024</i>	
2.3	<i>Дослідження процесу перевезення з точки зору споживача послуг;</i>	<i>09.12.2024</i>	
2.4	<i>Процес перевезення з погляду суспільства;</i>	<i>13.12.2024</i>	
2.5	<i>Моделювання умов експлуатації автомобіля з урахуванням дорожньо-кліматичних факторів;</i>	<i>15.12.2024</i>	
3.3	<i>Аналіз структури транспортного парку (з урахуванням зменшення кількості маршрутних автобусів);</i>	<i>17.12.2024</i>	
3.4	<i>Аналіз роботи автобусного маршруту</i>	<i>19.12.2024</i>	

Студент _____
(підпис)Гикавий Н.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

Дзюра В.О.

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

Киш Ігорю Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розроблення пасажирської транспортної системи міста
Тернополя*

керівник проекту (роботи) *Дзюра Володимир Олексійович, 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)

1.3 Безпека і екологічність перевезень; 1.4 Фактори, що впливають на умови дорожнього руху в міських умовах; 1.5 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу; 2.6 Послідовність визначення кількості транспортних засобів для забезпечення перевезень; 2.7 Встановлення закономірностей розподілу в транспортному процесі; 2.8 Експертна оцінка якості перевезень; 2.9 Аналіз результатів обстеження пасажиропотоків; 2.10 Методика збору даних; 2.11 Статистичний аналіз швидкостей сполучення; 3.1 Опис транспортного вузла «Залізничний вокзал»; 3.2 Аналіз існуючої структури транспорту

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі
завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.3	<i>Безпека і екологічність перевезень;</i>	<i>15.11.2024</i>	
1.4	<i>Фактори, що впливають на умови дорожнього руху в міських умовах;</i>	<i>22.11.2024</i>	
		<i>05.12.2024</i>	
1.5	<i>Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу;</i>	<i>07.12.2024</i>	
2.6	<i>Послідовність визначення кількості транспортних засобів для забезпечення перевезень;</i>	<i>09.12.2024</i>	
2.7	<i>Встановлення закономірностей розподілу в транспортному процесі;</i>	<i>13.12.2024</i>	
2.8	<i>Експертна оцінка якості перевезень;</i>	<i>15.12.2024</i>	
2.9	<i>Аналіз результатів обстеження пасажиропотоків;</i>	<i>16.12.2024</i>	
2.10	<i>Методика збору даних;</i>	<i>17.12.2024</i>	
2.11	<i>Статистичний аналіз швидкостей сполучення;</i>	<i>18.12.2024</i>	
3.1	<i>Опис транспортного вузла «Залізничний вокзал»;</i>	<i>19.12.2024</i>	
3.2	<i>Аналіз існуючої структури транспорту</i>	<i>20.12.2024</i>	

Студент _____
(підпис)

Кіш І.Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

Дзюра В.О.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	8
ВСТУП	10
1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Сучасний стан транспортного процесу	12
1.2. Оцінка якості перевезення пасажирів	15
1.3. Безпека і екологічність перевезень	19
1.4. Фактори, що впливають на умови дорожнього руху в міських умовах	23
1.5. Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу	27
2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Дослідження об'єкту пасажирський термінал	29
2.2 Дослідження процесу надання послуг у транспортній системі	39
2.3 Дослідження процесу перевезення з точки зору споживача послуг	41
2.4 Процес перевезення з погляду суспільства	44
2.5 Моделювання умов експлуатації автомобіля з урахуванням дорожньо-кліматичних факторів.	47
2.6 Послідовність визначення кількості транспортних засобів для забезпечення перевезень	49
2.7 Встановлення закономірностей розподілу в транспортному процесі	54
2.8 Експертна оцінка якості перевезень	60
2.9 Аналіз результатів обстеження пасажиропотоків	63
2.10 Методика збору даних	73
2.11 Статистичний аналіз швидкостей сполучення	76
2.12 Математична обробка результатів експерименту	79

3	ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	
3.1	Опис транспортного вузла «Залізничний вокзал»	86
3.2	Аналіз існуючої структури транспорту	88
3.3	Аналіз структури транспортного парку (з урахуванням зменшення кількості маршрутних автобусів)	94
3.4	Аналіз роботи автобусного маршруту	94
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
4.1	Охорона праці	104
4.2	Безпека дорожнього руху	110
4.2.1	Поняття про дорожній рух (ДР), безпеку дорожнього руху.	110
4.2.2	Організація стажування водіїв, проведення інструктажів	116
4.2.3	Обов'язки і права служби безпеки руху в АТП	121
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	123
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	124

РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Основною метою роботи є підвищення ефективності пасажирських перевезень через оптимізацію структури міського транспортного парку. Для досягнення цієї мети було визначено такі завдання:

- здійснити аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку міських пасажирських перевезень;
- визначити основні чинники, що впливають на формування структури міського транспортного парку;
- запропонувати методику для обґрунтування оптимальної структури міського пасажирського транспорту;
- удосконалити критерії оцінювання рівня обслуговування та комфорту пасажирів;
- розробити методику аналізу пасажирських потоків на міських маршрутах і характеристик швидкості руху транспорту;
- провести апробацію розробленої методики на прикладі оптимізації транспортної структури для певних міських маршрутів.

Об'єкт дослідження – процес організації пасажирських перевезень на міських транспортних маршрутах.

Предмет дослідження – структура транспортного парку міського пасажирського транспорту.

Методи дослідження. У роботі застосовано методи теорії ймовірностей і математичної статистики для опису процесів у транспортних системах. Для моделювання функціонування зупинок транспорту використано теорію масового обслуговування. Методи дослідження операцій слугували основою для оптимізації розподілу інтенсивності руху на маршрутах із загальними ділянками та визначення місткості транспортних засобів на маршрутах з комбінованим режимом руху.

Основні результати дослідження:

Удосконалено підходи до визначення оптимальних характеристик функціонування міської транспортної системи, враховуючи вплив транспортної пропозиції на попит.

Розроблено методи оптимізації маршрутної системи, що дозволяють врахувати вибір видів транспорту та обсяг рухомого складу під час проєктування або модернізації транспортної мережі.

Запропоновано раціональну структуру транспортного парку для забезпечення міських пасажирських перевезень.

Ключові слова: пасажиропотоки, транспортний вузол, транспортна мережа, вулично-дорожня система, математичні моделі.

ВСТУП

Європейська транспортна стратегія до 2020 року має на меті вдосконалення міських пасажирських перевезень шляхом вирішення ключових проблем, таких як підвищення безпеки дорожнього руху, зменшення інтенсивності транспортних потоків, зниження рівня шуму та забруднення повітря, а також забезпечення якісного задоволення транспортних потреб населення. Основна мета цієї стратегії – створення збалансованої транспортної системи, яка мінімізує негативний вплив на екологію міста, одночасно забезпечуючи швидкість і безпеку поїздок.

В Україні міські пасажирські перевезення до кінця XX століття розвивалися на основі комплексного підходу, що інтегрував містобудування і транспортне планування у відповідності до загальнодержавної транспортної політики. Це дозволило створити ефективну систему міських перевезень. Однак із зміною соціально-економічних умов, пріоритетів у господарстві, суспільних цінностей, а також через недосконале транспортне законодавство і кризові явища система міських пасажирських перевезень почала деградувати.

Прискорена автомобілізація населення, необґрунтоване формування маршрутних мереж, залучення малодосвідчених приватних перевізників з автобусами малої місткості та порушення чинного законодавства загострили проблеми міських перевезень в Україні. Це призвело до ускладнення функціонування транспортної системи та поставило під сумнів її подальший розвиток.

Разом із цим існують і позитивні фактори, які сприяють розвитку міських маршрутних перевезень в Україні. Серед них — зростання мобільності населення, високі витрати на утримання приватного транспорту, вдосконалення нормативно-правової бази, покращення економічної ситуації та фінансового стану громадян, а також впровадження програм розвитку міського транспорту та конкурсних засад для відбору перевізників.

Водночас збільшення кількості транспортних засобів, обмежена пропускна здатність дорожньої мережі та поганий стан рухомого складу спричиняють зниження швидкості перевезень. У місті Тернополі зростання кількості маршрутних таксі на перший погляд поліпшує транспортне обслуговування, однак надмірна їхня кількість створює перевантаження дорожньої мережі, підвищує рівень аварійності та погіршує екологічну ситуацію. Рационалізація структури транспорту є одним із ключових шляхів вирішення цієї проблеми.

Стан транспортного парку безпосередньо впливає на перевізну спроможність, експлуатаційні витрати та якість обслуговування населення. Формування структури парку міського транспорту потребує обґрунтування оптимального співвідношення видів, типів та строків експлуатації транспортних засобів. Важливими завданнями управління є раціональний розподіл транспорту між маршрутами та підтримання оптимальної структури парку.

Однак існуючі методи управління та формування структури транспортного парку часто не враховують сучасних умов. Отримані на їх основі результати нерідко виявляються непрактичними, що вказує на необхідність адаптації цих методів до актуальних реалій і потреб.

Таким чином, дослідження, спрямоване на розробку методики формування структури транспортного парку міського пасажирського транспорту з урахуванням соціально-екологічних аспектів, сучасних економічних умов і оптимізації маршрутів, є вкрай актуальним.

1. ТЕОРЕТИНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Сучасний стан транспортного процесу

На сьогоднішній день в Україні більшість пасажирів у межах міст, передмість та під час міжміських поїздок користуються послугами громадського транспорту. Автомобільний транспорт відіграє важливу роль у задоволенні потреб населення у пасажирських перевезеннях у багатьох регіонах країни.

В умовах сучасних викликів необхідно створювати моделі функціонування та розвитку транспортної системи, які б враховували інтереси держави, регіонів, автотранспортних підприємств та громадян. Вирішення таких завдань можливе через розробку регіональних програм, спрямованих на задоволення попиту на пасажирські перевезення. Перед формуванням таких програм необхідно провести детальний аналіз ситуації в регіоні щодо транспортного обслуговування населення. Такий аналіз доцільно здійснювати із застосуванням логістичного підходу до вивчення матеріальних, сервісних та інформаційних потоків, які утворюють ланцюжки: «постачальник – виробник – споживач».

Ефективне функціонування транспортної системи можливе лише за дотримання низки умов, серед яких: підтримання необхідного швидкісного режиму руху, забезпечення комфортності поїздок, виконання екологічних стандартів, дотримання вимог безпеки перевезень і досягнення фінансової стабільності транспортних підприємств. Основною метою дослідження є своєчасне та якісне задоволення потреб населення у пасажирських перевезеннях.

Проблеми обслуговування пасажирів та організації дорожнього руху викликали значний інтерес як серед вітчизняних, так і серед зарубіжних дослідників. Покращення організації транспортного процесу пасажирських перевезень є важливою соціальною задачею, яка потребує активної участі всіх рівнів влади.

У 1990-х роках процес приватизації спричинив ліквідацію державної монополії у сфері управління транспортною галуззю. У ході реформ автотранспортні підприємства були передані у власність муніципалітетів або приватних власників. Проте цей перехід супроводжувався недостатнім фінансуванням. Більше того, значна частина рухомого складу автотранспортних підприємств була морально та фізично зношена, що не дозволяло повною мірою задовольнити попит на пасажирські перевезення. Ці обставини стали передумовою для виходу на ринок приватних перевізників. Основу їхнього автопарку становили автобуси середньої місткості (зокрема, типу «ПАЗ») і малої місткості (типу «Газель»). Приватні перевізники забезпечували зупинки не тільки на офіційних маршрутах, але й на вимогу пасажирів, що суттєво підвищувало їхню конкурентоспроможність.

Аналіз динаміки розвитку пасажирських перевезень в Україні демонструє тенденцію до збільшення обсягів перевезень (див. рис. 1.1).

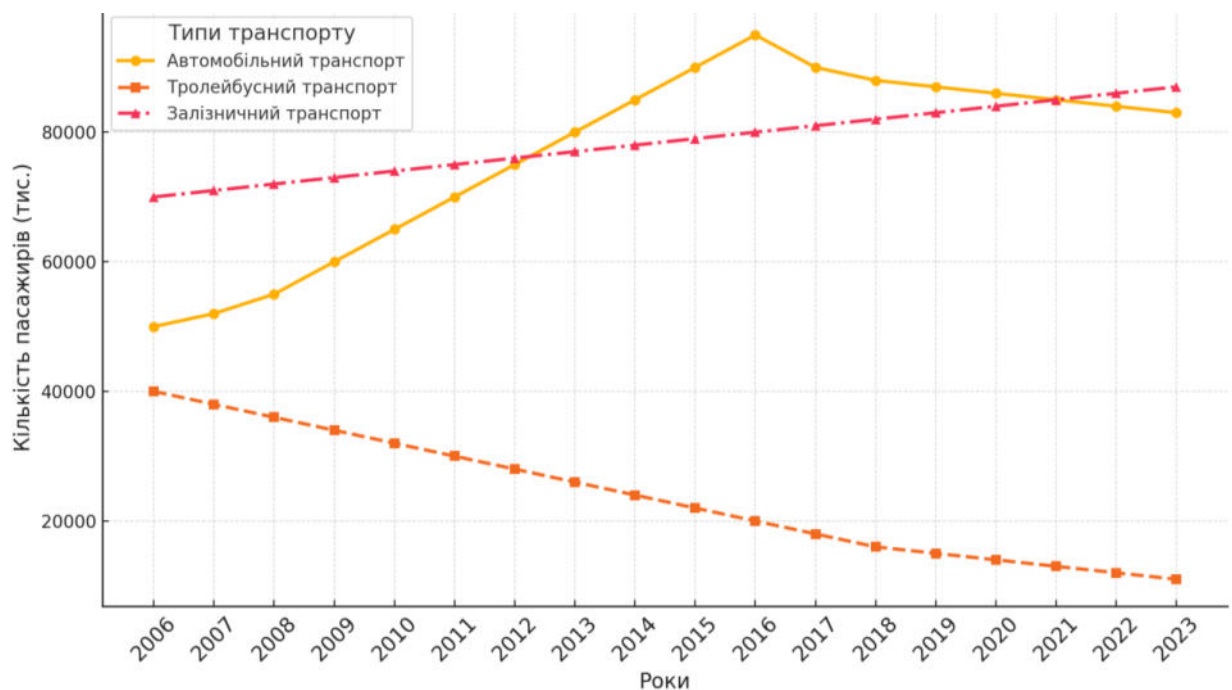


Рисунок 1.1. Обсяг перевезень по Україні по роках

Крім того, щороку відбувається зростання кількості автомобілів, рівня автомобілізації, а також протяжності та щільності магістральних вулиць. Зокрема, за період з 1970 по 2015 роки автопарк збільшився в 11 разів, рівень

автомобілізації—в 22 рази. Водночас довжина мережі магістральних вулиць зросла лише в 2,8 раза, а їх щільність—лише в 2,1 раза.

Враховуючи підвищений рівень автомобілізації у великих містах країни, близько 80% магістралей загальноміського значення в центральних районах вичерпали свою пропускну здатність або працюють на її межі. Це призводить до частих заторів, збільшення часу в дорозі та підвищення рівня забруднення повітря.

Нині спостерігається значна різноманітність та багатовекторність переміщень пасажирів, зниження швидкості сполучень і збільшення середньої відстані поїздки. Усе це негативно впливає на ефективність транспортної системи та комфорт пасажирів.

За таких обставин стає очевидною необхідність у розробці методик, які дозволять визначити оптимальне співвідношення різних видів транспорту на кожному конкретному маршруті. Це включає аналіз пасажиропотоків, оцінку ефективності різних транспортних засобів і планування інтегрованих рішень для поліпшення мобільності.

Одним із ключових елементів, що забезпечують максимальну ефективність роботи різних видів транспорту з урахуванням їх взаємодії, організації та безпеки дорожнього руху, а також екологічних аспектів перевезень, є великі пасажироутворюючі та пересадкові пункти. Ці "пасажирські термінали" служать центрами, де пасажиропотоки з'єднуються та розділяються, забезпечуючи зручні пересадки та зменшуючи час очікування.

Раціональне комбінування різних видів транспорту дозволить максимально повно та якісно задовольнити потреби населення в перевезеннях. Інтеграція громадського транспорту, розвиток мережі велодоріжок і пішохідних зон сприятимуть зниженню навантаження на дорожню інфраструктуру та покращенню екологічної ситуації.

Для ефективного функціонування різних видів пасажирського транспорту необхідна належна організація маршрутної мережі та пасажироутворюючих і пересадкових пунктів. Важливо впроваджувати

сучасні технології, такі як інтелектуальні транспортні системи, які допоможуть оптимізувати маршрути, зменшити затори та покращити інформаційне забезпечення пасажирів.

Крім того, розвиток екологічно чистих видів транспорту, таких як електробуси, трамваї та метрополітен, сприятиме зниженню викидів шкідливих речовин і покращенню якості повітря в містах. Стимулювання використання громадського транспорту через підвищення його комфорту та доступності може зменшити залежність населення від приватних автомобілів.

Таким чином, комплексний підхід до планування міської транспортної системи, що включає оптимізацію інфраструктури, інтеграцію різних видів транспорту та впровадження інноваційних технологій, є необхідним для забезпечення стійкої мобільності та підвищення якості життя мешканців міста.

1.2 Оцінка якості перевезення пасажирів

Якість обслуговування пасажирів наразі стає одним із ключових напрямків у сфері надання транспортних послуг населенню. До основних показників якості пасажирських перевезень, згідно з дослідженнями [2, 3, 9], належать:

- коефіцієнт заповнюваності транспортних засобів;
- витрати часу пасажирів на переміщення;
- регулярність руху транспорту;
- рівень аварійності.

Покращення якості перевезень передбачає впровадження комплексу заходів, спрямованих на скорочення часу, витраченого пасажирами на переміщення, і підвищення рівня комфорту поїздок.

Одним із найважливіших критеріїв оцінки якості транспортного обслуговування є загальний час, який витрачають мешканці на переміщення від початкової до кінцевої точки маршруту. Цей показник включає такі

аспекти, як швидкість сполучення, густота транспортної мережі, кількість пересадок, кількість транспортних засобів на маршруті тощо.

Загальний час, витрачений пасажиром, охоплює:

час на підхід до зупинки;

очікування транспортного засобу;

посадку в транспорт;

поїздки в транспорті;

переміщення пішки до кінцевої точки.

Згідно з будівельними нормами та правилами з планування міст і населених пунктів [7, 8], час на переміщення від місця проживання до роботи чи інших місць масового відвідування (в один бік) не повинен перевищувати 40 хвилин для 80–90% пасажирів у великих містах і 30 хвилин в інших населених пунктах.

Комфортність поїздки часто оцінюється за коефіцієнтом заповнюваності транспортних засобів [3, 6].

Одним із ключових показників якості транспортного обслуговування є регулярність руху транспортних засобів, яка безпосередньо впливає на час очікування пасажирів. Як зазначено у дослідженні [3], рух автобусів можна вважати регулярним, якщо коефіцієнт варіації знаходиться в межах $\pm 0,2\sigma/\text{trux.cp}$, де trux.cp – середній інтервал між прибуттям транспортних засобів. Якщо відхилення перевищують ці межі, рейси вважаються нерегулярними. Тому перевізникам важливо дотримуватись розкладу руху.

У роботі [6] автор запропонував використовувати коефіцієнт якості $K_{\text{я}}$ для оцінки транспортного обслуговування населення. Цей коефіцієнт визначається як співвідношення часу, розрахованого для пересування в ідеальних умовах ($t_{\text{пер}}^3$), до часу, витраченого в реальних умовах ($t_{\text{пер}}^{\Phi}$).

$$K_{\text{я}} = \frac{t_{\text{пер}}^3}{t_{\text{пер}}^{\Phi}}, \quad (1.1)$$

Дослідники рекомендують використовувати коефіцієнт ($K_{\text{я}}$), що розраховується як середньоарифметичне значення, для оцінки якості транспортного обслуговування пасажирів.

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

де K_i – параметр оцінки якості; P_i – ваговий коефіцієнт.

Запропонована методика враховує різні фактори при оцінці якості пасажирських перевезень. Наприклад, автор виділяє п'ять ключових показників: "заповненість автобусів", "час, витрачений пасажиром на поїздки", "тип автобуса на маршруті", "регулярність руху автобусів" та "якість обслуговування на автовокзалі". Однак основним недоліком методики є її складність, оскільки для визначення вагомості окремих показників потрібно використовувати таблиці, створені на основі анкетних опитувань.

Мун Е. Е. [77] пропонує оцінювати якість роботи маршрутних таксі за такими критеріями:

- коефіцієнт випуску автомобілів на маршрут;
- коефіцієнт заповнюваності;
- коефіцієнт використання часу в наряді;
- швидкість транспортного сполучення;
- інтенсивність руху;
- інтервал між рухомими одиницями;
- коефіцієнт регулярності;
- ефективність обслуговування;
- коефіцієнт економічної ефективності;
- узагальнений показник якості роботи маршрутного транспорту.

Шабанов А. В. запропонував оцінювати якість перевезень за такими параметрами:

Надійність – відповідність графіку перевезень і часу поїздки;

Комфортність – зручність і умови поїздки, включаючи оглядовість;

Безпека – відсутність ризиків під час користування громадським транспортом;

Ввічливість – доброзичливість, коректність і професіоналізм обслуговуючого персоналу;

Доступність – частота руху транспорту;

Взаєморозуміння – врахування перевізником інтересів пасажирів;

Комунікабельність – здатність транспорту до ефективної взаємодії з користувачами.

Автор пропонує не лише вимірювати ці параметри, а й мінімізувати розбіжності між запланованими і фактичними показниками. Для цього можуть використовуватися різні методи оцінки, зокрема статистичні чи експертні. Проблемою залишається те, що більшість параметрів складно виміряти кількісно, що ускладнює об'єктивну оцінку.

Курганов В. М. зазначає, що ефективність транспортного обслуговування слід оцінювати за рівномірністю інтервалів руху автобусів. Однак ця оцінка не враховує, що жодна сторона перевезень не має прямої зацікавленості у строгому дотриманні таких інтервалів.

При аналізі пасажирських перевезень також враховуються:

- витрати на перевезення при обмеженні часу переміщення пасажирів;
- скорочення часу переміщення за умови обмеження витрат;
- психофізіологічні аспекти комфорту пасажирів.

Щоб отримати більш повне уявлення про процес перевезень, важливо враховувати й інші фактори, що впливають на його покращення. До них належать: транспортна мобільність населення, прогнозований пасажирообіг, безперервність перевізного процесу, розподіл пасажиропотоків між різними маршрутами, належність пасажирів до певних соціальних груп, час, витрачений на поїздку, вартість проїзду тощо.

Знання про транспортну мобільність населення та точне прогнозування пасажирообігу дозволяють раціонально розподілити перевезення між різними видами транспорту, правильно визначити потребу в рухомому

складі та покращити транспортне обслуговування населення.

Наприклад, Кокорев М.В. і Лукашевич В.В. зазначають, що прогнозування очікуваного пасажирообігу базується на визначенні його величини залежно від змін чисельності населення та фонду споживання на душу населення [7].

Для цього пропонується використати рівняння регресії такого типу:

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

де x_1 - залежна змінна (пасажирооборот);

x_2, x_3 - незалежні змінні, такі як чисельність населення, споживчий фонд та доходи на одну особу;

a, b_2, b_3 – коефіцієнти регресії.

Проведено аналіз рівняння (1.3), у результаті якого було побудовано моделі, що описують залежність транспортної рухливості населення від таких чинників:

змін середньомісячної заробітної плати одного працівника;

змін довжини маршрутної мережі;

кількості працевлаштованих осіб і рівня доходів населення;

провізної спроможності громадського транспорту, чисельності населення та тарифів на проїзд.

На основі рівняння регресії можливо здійснювати прогнозування окремих показників транспортного процесу.

1.3 Безпека і екологічність перевезень

Якість пасажирських перевезень нерозривно пов'язана з їхньою безпекою, яка є одним із ключових експлуатаційних характеристик транспортного засобу. Від безпеки залежить життя і здоров'я людей, збереження транспортних засобів і багажу, час перебування пасажирів в дорозі та гарантія його прибуття до пункту призначення. Безпека виступає комплексним показником, що визначається конструктивними особливостями автомобіля (такі як стійкість, надійність органів керування, гальмівні

властивості тощо) і зазвичай поділяється на активну, пасивну, післяаварійну та екологічну. Усі вищезгадані види безпеки сприяють зниженню ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод (ДТП), зменшенню тяжкості їх наслідків і забезпечують можливість швидкого усунення наслідків ДТП.

У роботі [6] детально розглянуто аспекти безпеки дорожнього руху та проаналізовано різні методики порівняння відносної небезпеки різних місць концентрації ДТП.

Для оцінки безпеки руху на перехрестях у [9] запропоновано метод, що базується на аналізі статистичних даних про ДТП. Основою методу є припущення, що кожна конфліктна точка на перехресті становить небезпеку для руху, яка зростає пропорційно до інтенсивності транспортних потоків, що перетинаються в цій точці. Рівень небезпеки для кожної конфліктної точки q_i визначається наступним чином:

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

де K_i – відносна небезпечність (аварійність) конфліктної точки, виражена як кількість ДТП на 10 мільйонів автомобілів; M_i , N_i – інтенсивність транспортних потоків, які перетинаються в конфліктній точці, у авт./добу; K_Γ – параметр, що характеризує річну нерівномірність руху транспортних засобів.

Загальний рівень небезпеки розраховується за формулою:

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

де n – кількість конфліктних точок, що утворюються на перехресті.

Далі автор рекомендує оцінювати безпеку руху на перехрестях зі світлофорним регулюванням з урахуванням ризиків, пов'язаних із конфліктними точками. Рівень дорожньої безпеки на таких перехрестях визначається за показником аварійності K_a :

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

де M_s , N_s – інтенсивність руху транспортних засобів на перехрестях, авт./добу.

Запропонована методика враховує вплив різних факторів, проте її розрахунки є досить складними та трудомісткими.

У 1938 році Ф. Рейнгольд розробив формулу для розрахунку показника небезпеки VoV_o для конкретного місця на вулично-дорожній мережі (ВДМ):

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

де $p_0, \dots, p_3$ – коефіцієнти важкості наслідків при ДТП ($p_0 = 1$; $p_1 = 5$; $p_2 = 70$; $p_3 = 130$); $n_0, \dots, n_3$ – кількість ДТП із матеріальними збитками, легкими травмами, тяжкими травмами та смертельними наслідками.

Методика Рейнгольда не враховує інтенсивність руху та призначена для аналізу окремих коротких ділянок дороги, таких як перехрестя чи мости. У зв'язку з цим Г.І. Клінковштейн пропонує розширити підхід, оцінюючи більші ділянки дороги та використовуючи питомі показники, що враховують протяжність дороги та інтенсивність руху. У цьому випадку показник небезпеки V_o' розраховується для ділянки дороги довжиною l за умови середньодобової інтенсивності руху N_a :

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

де p_i – коефіцієнт важкості наслідків при ДТП даної групи; n_i – к-ть ДТП даної групи.

Найбільш поширеним підходом є методика аналізу конфліктних точок, які представляють собою місця перетину траєкторій руху транспортних засобів або транспортних засобів і пішоходів на одному рівні, а також ділянки, де відбувається злиття, розділення або відгалуження транспортних потоків.

Складність t (умовна небезпека) будь-якого перехрестя визначається.

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

де n_o , n_c , n_n – кількість точок відгалуження, перетину та злиття на перехресті.

Вузол (перехрестя) вважається простим при $m < 40$, середньої складності – при m від 40 до 80, складним – при m від 80 до 150, і дуже складним – при $m > 150$.

Таким чином, стає можливим оцінювати потенційну небезпеку окремих ділянок ВДМ за кількістю конфліктних точок. Застосовуючи запропоновану методику, можна визначити рівень небезпеки всього маршруту.

Питання екологічності пасажирських перевезень також отримали значну увагу. Зокрема, останні дослідження Чернової Г.А. були присвячені розробці методики квотування кількості транспортних засобів з урахуванням екологічних аспектів.

У даній роботі передбачається, що загальна інтенсивність викидів токсичних речовин транспортного потоку визначається як сума інтенсивностей викидів від усіх транспортних засобів із двигунами внутрішнього згоряння, які входять до його складу: легкових автомобілів (Q_i), маршрутних таксі (Q_m) та автобусів (Q_a).

При цьому сумарна інтенсивність викидів токсичних речовин для транспортного потоку з двигунами внутрішнього згоряння не повинна перевищувати встановленого максимально допустимого рівня.

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

Потім, визначивши довжину екологічно небезпечної ділянки магістралі, можна розрахувати кількість транспортних засобів, що перебувають у русі.

Одним із недоліків цього підходу є те, що аналізується лише певна ділянка магістралі, а не весь маршрут загалом. Також відсутній врахунок впливу технічного стану транспортного засобу та дорожніх умов на споживання палива, а отже, і на викиди шкідливих речовин. Крім того, всі викиди вимірюються в грамах на кілометр (г/км), що є прийнятним для оцінки екологічної ситуації в місті, але не враховує кількість перевезених пасажирів. Це не дозволяє порівнювати екологічні характеристики різних

видів рухомого складу за кількістю шкідливих викидів на одного пасажирів за одиницю транспортної роботи.

Таким чином, при оцінюванні якості пасажирських перевезень необхідно, окрім іншого, враховувати складність і небезпеку маршруту, які залежать від інтенсивності руху та організації дорожнього руху, а також фактори, що впливають на споживання палива і викиди шкідливих речовин.

1.4 Фактори, що впливають на умови дорожнього руху в міських умовах

На дорожній рух у міському середовищі впливають численні чинники, які умовно поділяють на три основні групи: технічні характеристики транспортних засобів, особливості учасників руху та дорожні умови.

Характеристики транспортних засобів, у свою чергу, поділяють на статичні й динамічні [2, 4]. До статичних належать габарити (розміри), маса, умови оглядовості, конструктивні особливості й розташування органів керування, гальмівної системи, підвіски, а також показники потужності двигуна тощо. Габаритні параметри визначають ширину смуги руху, розміри стоянкових майданчиків і конфігурацію спрямувальних елементів у транспортних потоках. Маса транспортних засобів впливає на вибір типу дорожнього покриття, витрату палива, характерні швидкісні показники, а також на рівень шуму й загазованості.

Динамічні характеристики охоплюють потужність двигуна, тип та передаточне число трансмісії, гальмівні властивості, тип шин тощо. Саме ці параметри зумовлюють динаміку розгону й гальмування, формуючи так званий динамічний габарит автомобіля. Для безпечного руху динамічні габарити транспортних засобів, що рухаються один за одним, не повинні перетинатися, а отже, вони безпосередньо впливають на пропускну спроможність смуги руху. Відхилення траєкторії від запланованої (так зване «рискання») пов'язане з порогом чутливості водія та автомобіля й визначає необхідну ширину смуги руху, залежачи від психофізіологічних

властивостей кермувальників.

Отже, технічні особливості транспортних засобів значно впливають на режим руху потоків та умови дорожнього середовища.

Рівень безпеки й кількість конфліктних ситуацій на дорогах багато в чому зумовлені діями учасників руху – водіїв і пішоходів. На поведінку людини впливають кваліфікація, мотивація, психофізіологічні характеристики, стан здоров'я, вік і соціальний статус.

Різноманітність дорожніх умов зумовлює необхідність окремого розгляду стану руху для кожної конкретної ділянки міської вулично-дорожньої мережі. Ці ділянки мають власні геометричні параметри, специфічний стан та тип покриття, ступінь розділення пішохідних і транспортних потоків, умови видимості тощо.

Суттєвим чинником формування дорожніх умов є методи організації руху, зокрема заходи з інженерного регулювання, впроваджені на конкретній ділянці. До них належать управління перехрестями для транспортних і пішохідних потоків, обмеження швидкості, заборони на обгони, певні повороти та розвороти, впровадження одностороннього руху, надання пріоритету громадському транспорту, а також обмеження в'їзду окремим категоріям транспортних засобів у різні райони міста.

Основними геометричними параметрами вулиць і доріг, що впливають на умови та режими руху, є ширина проїжджої частини та окремих смуг, характеристики пішохідних шляхів (тротуарів, пішохідних переходів), наявність і розміри стоянкових смуг, густота перехресть, величина й конструктивні особливості розділювальних смуг, а також розташування та тип зупинок громадського транспорту.

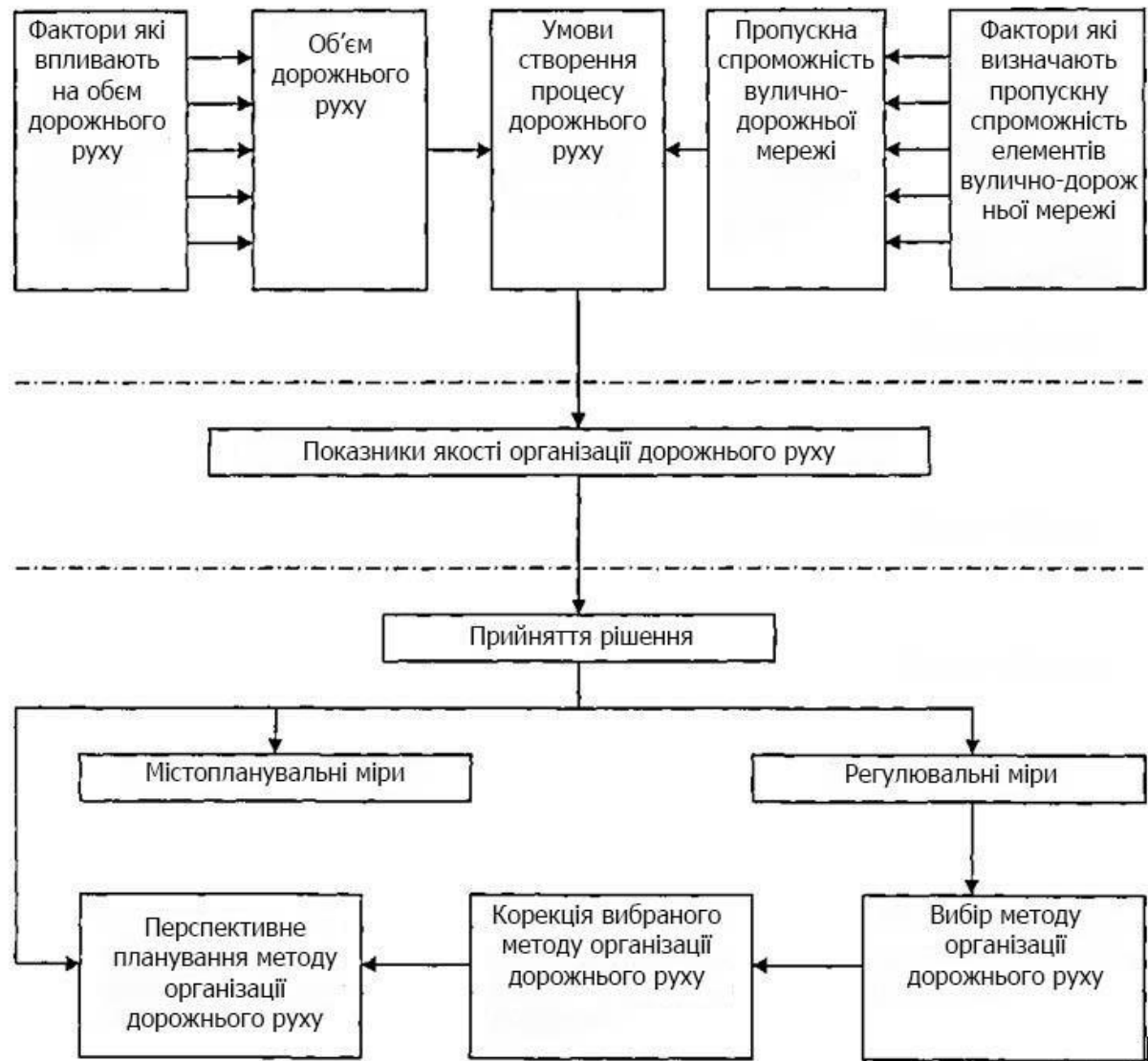


Рисунок 1.2 – Блок-схема процесу прийняття рішень щодо організації дорожнього руху

Цільову функцію процесу дорожнього руху визначають за допомогою комплексного показника ефективності, який враховує часові параметри, рівень безпеки учасників та завантаженість вулично-дорожньої мережі. Для досягнення зазначених цілей ухвалюються рішення, спрямовані на поліпшення умов руху на конкретній ділянці (рис. 1.2).

На першому етапі здійснюється аналіз чинних умов дорожнього руху, зокрема порівнюються дані, що характеризують режими переміщення пішоходів і транспортних засобів, умови паркування та статистичні показники дорожньо-транспортних пригод. На другому етапі виконується

оцінка якості організації руху: фактичні параметри зіставляються з орієнтовними показниками, наведеними у нормативно-довідкових джерелах. Результати цього аналізу на третьому етапі стають підставою для прийняття рішень, покликаних удосконалити умови руху.

Для оцінки умов дорожнього руху в містах використовують низку кількісних характеристик: тривалість затримок, довжину черг, середню швидкість руху, рівень шуму від прискорення, швидкість сполучення, пропускну спроможність, тривалість паркування, ймовірність наявності вільних місць на стоянках та різні показники безпеки. Проте найчастіше до оцінювання ефективності використовують сукупність критеріїв, що відображають показники швидкості, безпеки й пропускну спроможність дорожньої мережі. При цьому до інтегрального показника ефективності висуваються такі вимоги: він має кількісно відображати цільову функцію конкретного процесу руху, бути однозначно поданим одним числом, задовольняти принципи універсальності й повноти, мати чіткий фізичний зміст, а також бути простим у розрахунку.

Розглянемо приклад центрального району великого міста. Зважаючи на особливості використання вулиць різними категоріями учасників руху, на результати досліджень фактичних режимів їх переміщення і потребу в оперативній оцінці, показниками якості організації руху можуть слугувати швидкість транспорту та пішоходів, а також час обслуговування (тривалість паркування).

У цьому випадку згадані показники можна розглядати як реакцію системи дорожнього руху на дію чинників, що формують її поведінку (рис. 1.3). Вони відповідають цілям оцінювання, мають чіткий фізичний зміст, легко та просто вимірюються, є універсальними, виражаються кількісним значенням, статистично надійні й актуальні за будь-яких умов. Отже, з одного боку, ці показники слугують чутливими індикаторами особливостей перебігу дорожнього руху (залежно від зовнішніх умов), а з іншого боку — дають змогу оцінити пропускну спроможність тих елементів вулично-дорожньої мережі, які використовують певні категорії учасників руху. Вибір

факторів, що впливають на режим дорожнього руху, базується на попередній оцінці ступеня їхньої дії, а також на даних попередніх досліджень і зібраних спостереженнях.

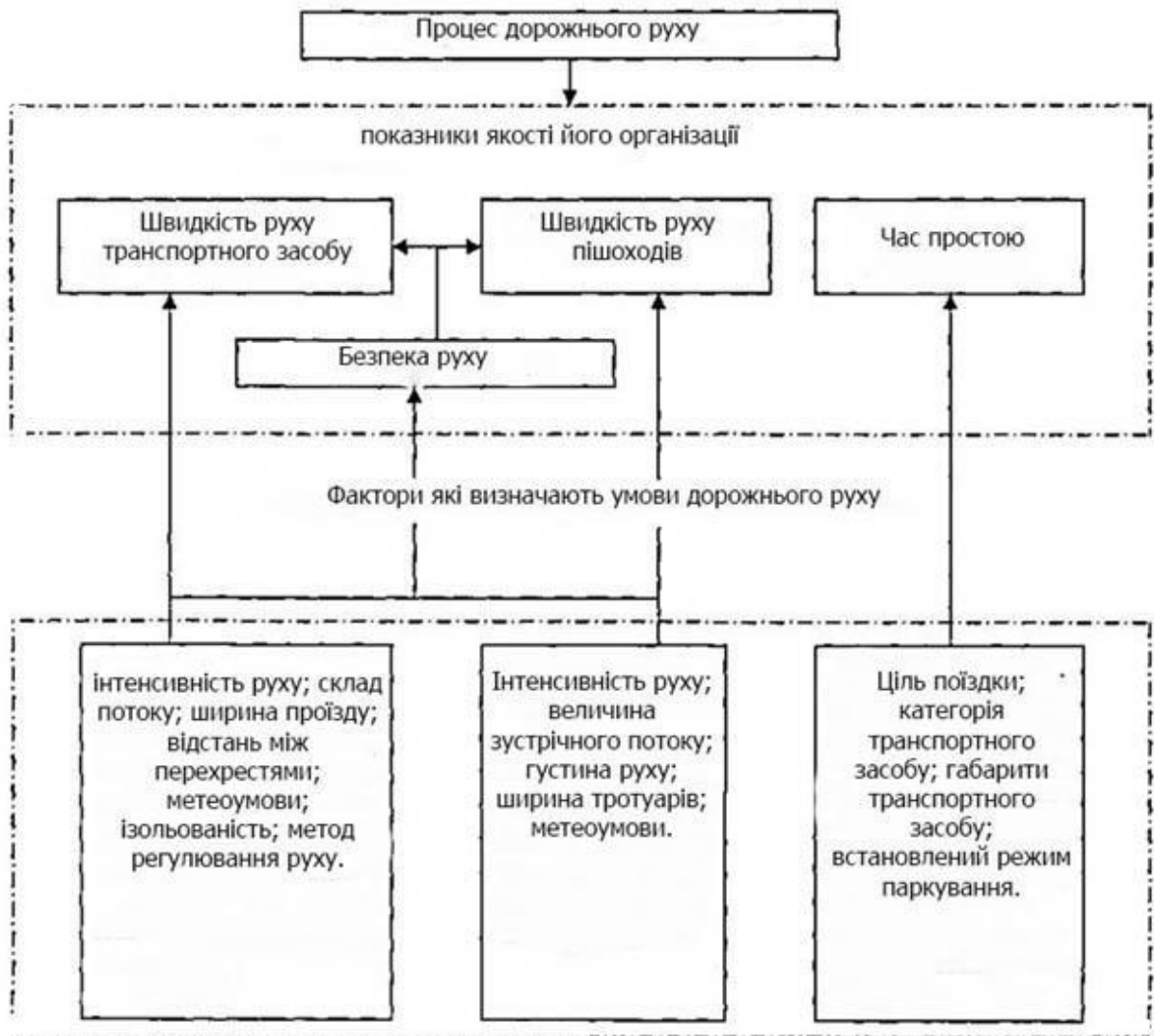


Рис. 1.3. Фактори, які впливають на умови дорожнього руху в центральній частині міста.

1.5 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу.

Дослідження спрямовано на аналіз сучасного стану міських транспортних процесів, розгляд різних способів організації пасажирських перевезень, а також врахування екологічних і безпекових аспектів дорожнього руху. Виявлено необхідність створення підходу до визначення

оптимальної структури міського транспорту, що задовольняє попит на перевезення й потреби всіх зацікавлених сторін – пасажирів, операторів ринку та суспільства в цілому.

Метою роботи є вивчення та оптимізація структури транспорту для міських пасажирських перевезень. Для досягнення цієї мети передбачено:

Визначення факторів, що впливають на формування структури міського пасажирського транспорту;

Розробку методики для вибору оптимальної конфігурації транспортних засобів і маршрутів;

Удосконалення показників комфорту й сервісу;

Створення підходу до аналізу пасажирських потоків і швидкісних характеристик руху;

Практичне випробування розробленої методики на реальних міських маршрутах.

2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Дослідження об'єкту пасажирський термінал

Входження приватних перевізників на ринок транспортних послуг, разом із неспроможністю муніципальних транспортних підприємств оновити застарілий рухомий склад, а також дублюванням деяких маршрутів з порушеннями технології перевезень з боку індивідуальних підприємців, призвело до низки негативних наслідків. Серед них:

Перенасичення вулично-дорожньої мережі міста транспортними засобами (внаслідок значного збільшення кількості автобусів малої місткості);

Зростання кількості дорожньо-транспортних пригод;

Зниження пропускної спроможності доріг;

Зменшення швидкості сполучення;

Підвищення рівня загазованості вулиць.

Усе це зумовлює необхідність розробки інструментарію, який дозволить визначити найбільш раціональну структуру транспорту.

Міські пасажирські перевезення здійснюються різними видами транспорту, зокрема автобусами, тролейбусами, трамваями, маршрутними таксі та швидкісними видами транспорту, такими як метрополітен і електропоїзди.

Взаємодія між різними видами транспорту значною мірою залежить від чіткості роботи загальнотранспортних вузлів. Під цим терміном розуміється система матеріальних і людських ресурсів, організованих у взаємопов'язані технологічні процеси для забезпечення координації та підвищення ефективності перевезень.

Такі вузли є значними пунктами формування пасажиропотоків та пересадок, де можуть прийматися управлінські рішення. Їх також можна назвати "пасажирськими терміналами". Пасажирські термінали виконують важливу роль у транспортній інфраструктурі міста, забезпечуючи зручне та

ефективне пересування громадян. Вони не лише сприяють кращій координації між різними видами транспорту, але й підвищують комфорт та безпеку пасажирів.

Перш ніж приступати до розробки методики оптимізації транспортної структури, важливо детально розглянути поняття "пасажирський термінал". Пасажирський термінал — це не просто місце пересадки; це комплексний об'єкт, який може включати зони очікування, інформаційні служби, торговельні та сервісні заклади. Ефективне управління терміналами може суттєво покращити загальну продуктивність транспортної системи.

Як слушно зауважив Д. Бенсон, з розвитком міжнародних економічних зв'язків в Україні з'явилося поняття "термінал". У перекладі з англійської "terminal" означає кінцеву зупинку або пункт призначення. Проте не слід плутати терміни "термінал" і "кінцева зупинка". Кінцева зупинка або кінцевий пункт — це місце, де щось (наприклад, маршрут) завершується. Термін "кінцевий пункт" доцільно використовувати при описі точок, розташованих наприкінці маршруту, але не в проміжних пунктах. Тоді як термінали можуть знаходитися і в проміжних точках.

Важливо зазначити, що пасажирські термінали можуть служити центрами розвитку міської інфраструктури. Вони сприяють оптимізації транспортних потоків, знижують навантаження на дорожню мережу та підвищують екологічну стійкість міста. Інтеграція різних видів транспорту в рамках терміналів дозволяє зменшити час пересадки, підвищити зручність для пасажирів та стимулює використання громадського транспорту замість приватних автомобілів.

Розробка ефективних пасажирських терміналів вимагає врахування багатьох факторів, включаючи розташування, доступність, інфраструктуру та потреби користувачів. Сучасні технології, такі як інформаційні системи та автоматизоване управління, можуть значно покращити функціонування терміналів.

У підсумку, глибоке розуміння концепції пасажирського терміналу та його ролі в міській транспортній системі є ключовим для створення

ефективної та раціональної транспортної структури. Це дозволить не лише підвищити якість перевезень, але й сприятиме сталому розвитку міста загалом.

Аналіз джерела [11] показує, що чіткого визначення терміна «пасажирський термінал» не існує. Отже, щоб уточнити це поняття, необхідно дослідити різні характеристики пасажирського терміналу (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Аналіз ознак пасажирського терміналу

Ознака	Пасажирський термінал
По Бенсону Д. і Уайтхеду Дж.	
Визначення	Накопичувальний майданчик (пересадочний пункт).
Функції	1.Зручний доступ і посадка пасажирів в РС; 2.Оптимізація використання різних видів транспорту; 3.Обслуговування пасажиропотоків.
Накопичення	Здійснюється прибуття пасажирів на термінал з метою подальшого переміщення.
Завантаження	Забезпечується зручність посадки (майданчики, засоби доставки з одного виду транспорту на інший - ескалатор)
Ознака	Пасажирський термінал
По Бенсону Д. і Уайтхеду Дж.	
Розташування	У зручних місцях, добре доступних для пасажирів. Поблизу місць центрів тяжіння населення. Необхідно враховувати вулично-дорожню мережу міста.
Обладнання	Обладнані зупиночні пункти, система пішохідних доріжок, надання додаткових послуг.

На основі даних, наведених у таблиці 2.1, можна зробити висновок, що пасажирський термінал—це великий пересадочний вузол (автовокзал, залізничний вокзал, аеропорт, річковий або морський порт), де перетинаються пасажиропотоки, завершується одна транспортна мережа і починається інша. Він оснащений різноманітними засобами для зручності пасажирів та обслуговуючого персоналу. До таких засобів належать захисні огорожі, місця для аварійного відстою рухомого складу (включаючи надання

сервісних послуг), зони відпочинку для персоналу і пасажирів, організація та встановлення інформаційних табло для інформування пасажирів тощо [17].

На основі проведеного аналізу можна визначити такі функції пасажирського терміналу:

Забезпечення зручного доступу та посадки пасажирів на рухомий склад;

Оптимізація використання різних видів транспорту;

Обслуговування пасажирських потоків.

Пасажирські термінали умовно поділяються на дві групи:

Універсальні – обслуговують кілька видів транспорту;

Спеціалізовані – орієнтовані переважно на транспорт з високою провізною здатністю.

Розташування терміналу варто планувати в зручних і легко доступних для пасажирів місцях, поблизу центрів тяжіння населення. Це враховує вулично-дорожню мережу міста з метою організації ефективної взаємодії між різними видами транспорту та покращення транспортного обслуговування населення.

Пасажири зазвичай самостійно виконують посадку та висадку з транспортних засобів і здійснюють пересадки на інші види транспорту, якщо не належать до категорії осіб з інвалідністю або немічних людей. У таких випадках працівники транспортних служб зобов'язані надати їм допомогу під час посадки та виходу. Маючи інформацію про розклад руху, пасажири самостійно прибувають до терміналу, готові до початку поїздки. Це звільняє перевізника від потреби підшукувати пасажирів для укомплектування транспортного засобу. Однак пасажир готовий чекати потрібний маршрут лише обмежений проміжок часу. Тому дотримання розкладу є дуже важливим, оскільки зі зростанням тривалості поїздки збільшується й вимогливість пасажира до пунктуальності.

Під час очікування на транспорт транспортні компанії мають забезпечити певний сервіс та комфорт. Серед них — зали для очікування, туалети, кімнати відпочинку, магазини та кафетерії. Для спрощення доступу і

прискорення переміщень іногородніх пасажирів бажано організувати стоянки для автомобілів поблизу терміналу, особливо якщо пасажир дістається міста власним авто. Крім того, перевізник повинен гарантувати належну якість перевезень, що визначається часом подорожі, зручністю посадки та висадки, комфортом у дорозі, рівнем обслуговування пасажирів і безпекою. Забезпечення безпеки передбачає можливість аварійної стоянки для несправних транспортних засобів і використання сучасних систем відстеження місцезнаходження рухомого складу. Для додаткової безпеки пасажирів, які прибувають до терміналу, доцільно передбачити міліцейські пости.

Пасажири виходять із помешкання та прямують до найближчої зупинки, де їх очікує транспортний засіб. Кожен житловий масив має свою власну зупинку. Транспорт від кожного мікрорайону доставляє пасажирів до станції метро, де вони роблять пересадку на швидкісний трамвай. Далі пасажири прямують до потрібної станції, де на них уже чекає інший вид масового транспорту — наприклад, автобус чи електротранспорт. Таким чином вони потрапляють до кінцевого пункту призначення. Повернення додому відбувається в зворотній послідовності.

Щодо пасажирського термінала, типовий варіант організації перевезень може бути наступним (див. рис. 2.1)

Зазвичай усім терміналам притаманні такі недоліки:

Відсутність єдиної техніко-економічної бази для взаємодії різних видів транспорту;

Брак спільної правової основи для співпраці;

Ігнорування рівномірного розподілу навантаження транспортних вузлів у напрямках транспортної мережі;

Неефективне використання паливно-енергетичних та трудових ресурсів;

Невирішеність питання щодо структури органів управління транспортом .

При аналізі пасажирських терміналів можна виділити кілька їхніх

типів.

Почнемо з терміналу, який забезпечує взаємодію зовнішнього та внутрішнього транспорту. Першим типом у цій групі є термінал, орієнтований на транспорт із високою провізною здатністю; можливу схему його функціонування представлено на рис. 2.2.

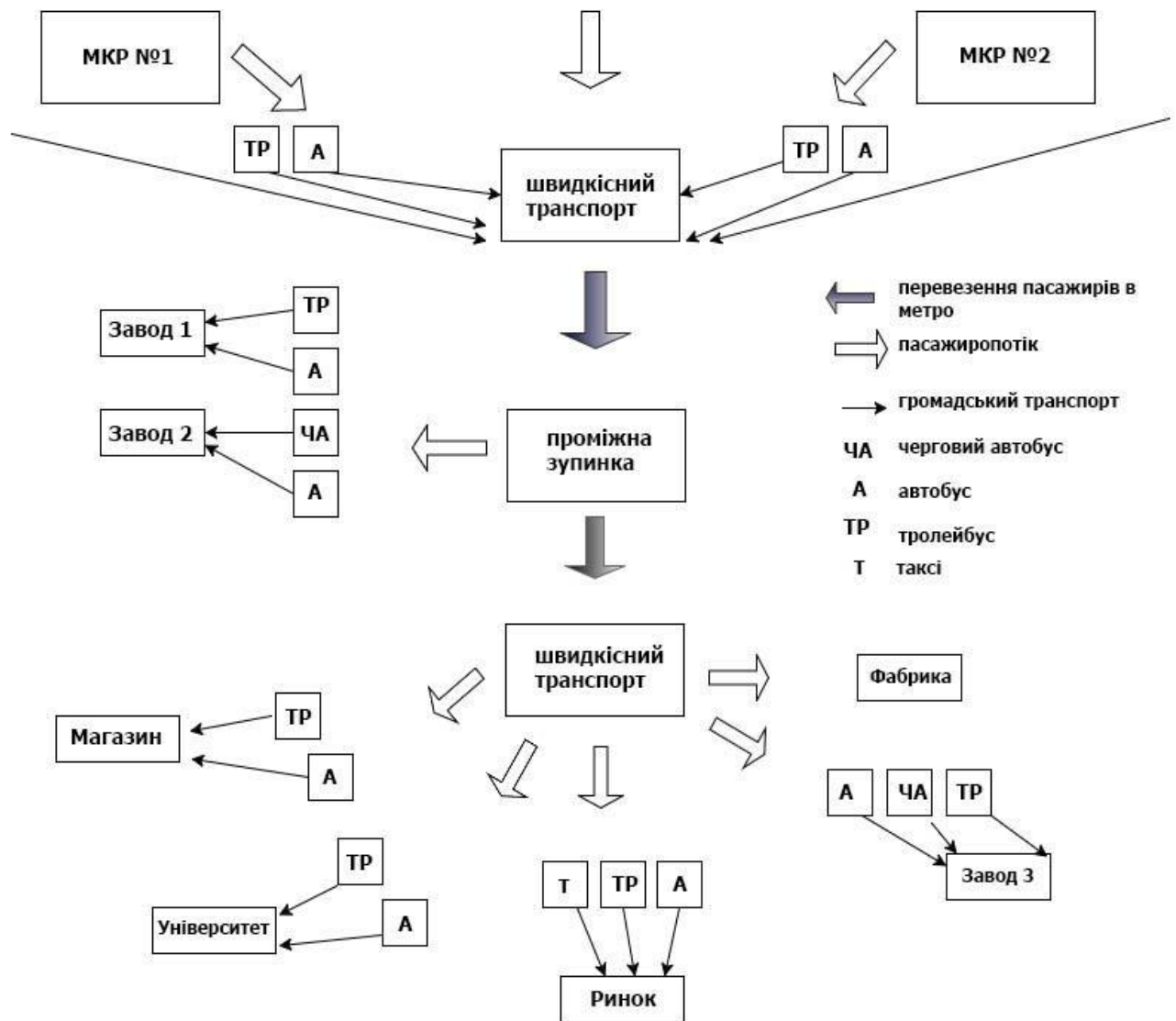


Рисунок 2.1 – Загальна концепція організації перевезень із застосуванням пасажирського терміналу.

Як видно з рисунка 2.2, міські транспортні засоби забезпечують перевезення пасажирів з міста до залізничного вокзалу та назад. У такій схемі взаємодії пасажирські автотransпортні підприємства повинні узгоджувати свої розклади із графіками руху поїздів. Тобто ключову роль відіграє

перевезення пасажирів залізничним транспортом, а міський транспорт виконує допоміжну функцію, забезпечуючи доставку пасажирів до вокзалу.

У цьому контексті електротранспорт виступає як основний засіб транспортування значних пасажиропотоків, тоді як автобуси виконують допоміжну роль. Для залізничних вокзалів характерними є помітні пікові навантаження, зумовлені прибуттям та відправленням поїздів. Це вимагає облаштування достатніх площ для комфортного розміщення великої кількості пасажирів. Термінал у такій ситуації перетворюється на консолідуючий центр перевезень, де взаємодіють різні види транспорту та засоби управління. Завдяки цьому можливо комплексно розв'язувати завдання організації пасажирських перевезень із застосуванням сучасних логістичних підходів.

У сучасних умовах формування ефективних пасажирських терміналів набуває ключового значення для розвитку міської транспортної інфраструктури. Інтеграція різноманітних видів транспорту в одному терміналі скорочує час пересадок, підвищує комфорт для пасажирів та оптимізує рух пасажиропотоків.

Впровадження інформаційних технологій, таких як електронні розклади, системи навігації та мобільні додатки, дозволяє пасажирам краще планувати свої поїздки і зменшує навантаження на персонал терміналу. Крім того, розвиток екологічно чистого транспорту, зокрема електробусів та трамваїв, позитивно впливає на екологічну ситуацію в містах.

Для подолання зазначених недоліків необхідно створити єдині стандарти та нормативи, що регулюють взаємодію різних транспортних систем. Це включає розробку спільної техніко-економічної та правової бази, що забезпечить ефективну координацію між перевізниками.

Також важливо враховувати рівномірний розподіл навантаження на транспортні вузли, що дозволить знизити перевантаження окремих ділянок мережі і покращити загальну ефективність системи. Раціональне використання паливно-енергетичних та трудових ресурсів сприятиме зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню економічної стійкості

транспортних підприємств.

Створення централізованої структури управління транспортом допоможе забезпечити єдину політику розвитку галузі, спрямовану на задоволення потреб населення та стимулювання економічного зростання.

У підсумку, модернізація пасажирських терміналів та впровадження інноваційних підходів до їхньої організації є невід'ємною частиною розвитку сучасної транспортної інфраструктури, що сприятиме підвищенню якості життя громадян та сталому розвитку міст.

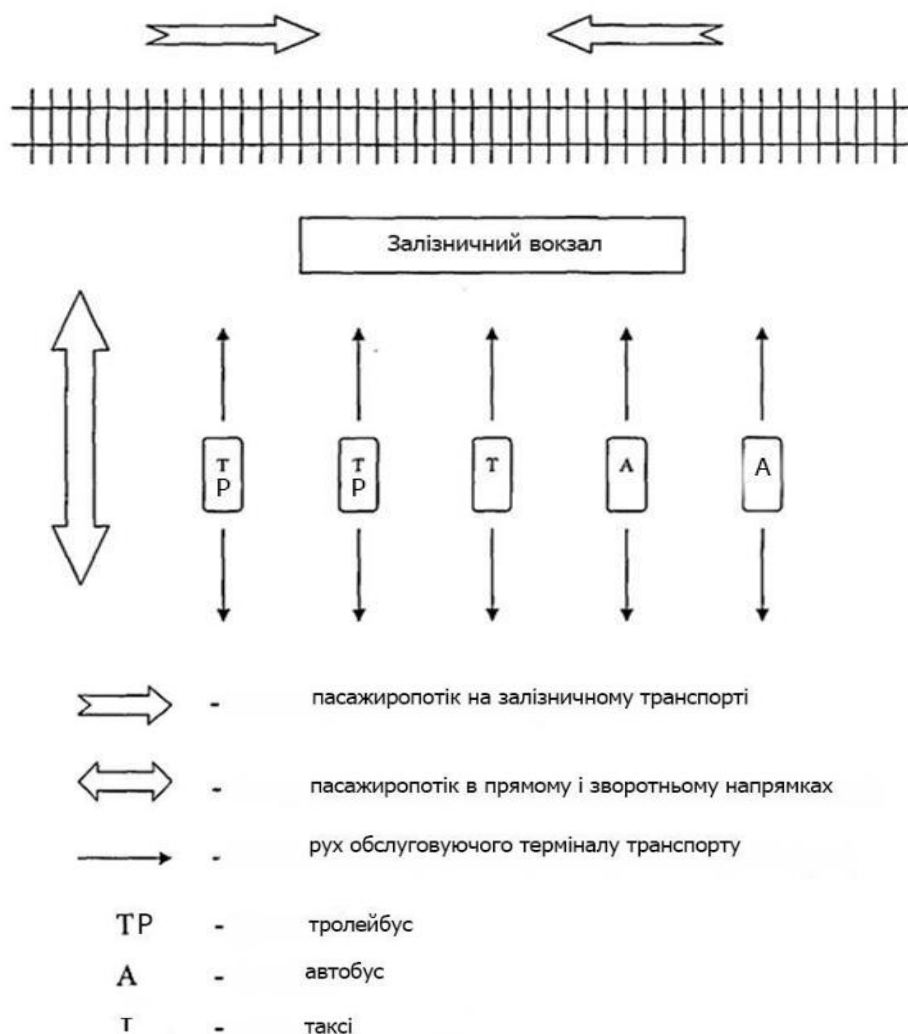


Рисунок 2.2. Схема терміналу з підвищеною пропускнуною здатністю.

Зрозуміло, що якщо термінал такого типу потребує приміщень для пасажирів, то доцільно оснастити їх засобами, які забезпечать комфорт і безпеку. До таких засобів можна віднести зали очікування, кімнати відпочинку, туалети, магазини, кафетерії тощо. Безпеку пасажирів може

забезпечувати власна охоронна фірма, яка здійснює охорону термінала. Служба безпеки контролює термінал цілодобово, як всередині, так і ззовні. Додатково встановлені камери відеоспостереження для підвищення рівня безпеки.

У випадках, коли роль термінала виконує автовокзал, аеропорт або порт (річковий чи морський), ми маємо справу з іншим типом термінала. Основною характеристикою такого термінала є відносно невеликий пасажиропотік. Тому його можна назвати терміналом, де завершується одна транспортна мережа і починається інша (див. рис. 2.3).

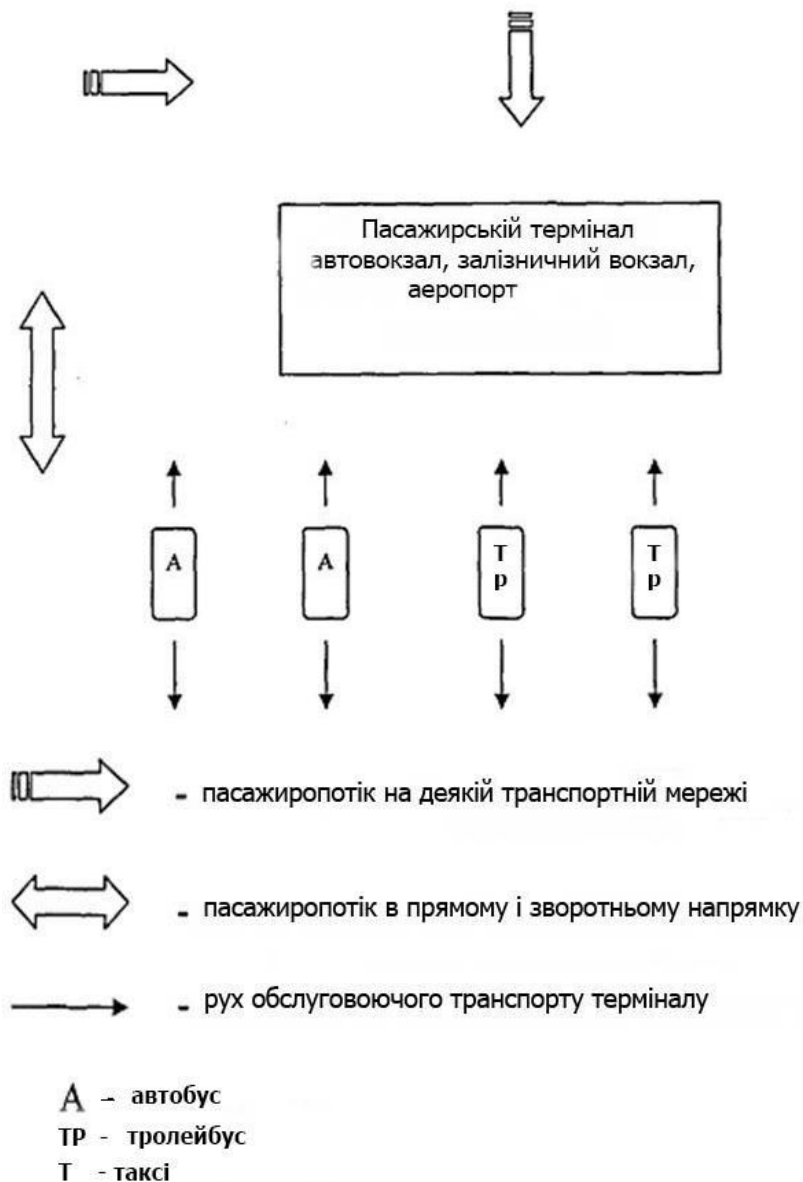


Рисунок 2.3 – Схема терміналу при «зустрічі» транспортних мереж

Зважаючи на менші пасажиропотоки в порівнянні з попередньою

схемою, для підвезення пасажирів буде достатньо автобусного транспорту. Також слід врахувати, що аеропорт зазвичай розташований за межами міста, тому недоцільно прокладати до нього тролейбусні лінії, трамвайні колії або метрополітен. Як і в попередній схемі, основною функцією є перевезення пасажирів автомобільним, повітряним, морським або річковим транспортом, а допоміжною—доставка пасажирів міським транспортом.

Після аналізу можливих схем організації перевезень у цій групі можна стверджувати, що основну роль виконує зовнішній транспорт, який забезпечує перевезення пасажирів, тоді як внутрішній транспорт відіграє допоміжну функцію.

Ще однією потенційною схемою організації перевезень із використанням терміналу є модель, спрямована на обслуговування пасажиропотоків (рис. 2.4). Цю схему можна виокремити в окрему категорію. У цьому випадку термінал може виступати кінцевою точкою маршруту для більшості пасажирів, проте його головна роль полягатиме в тому, щоб слугувати великим пересадочним вузлом.

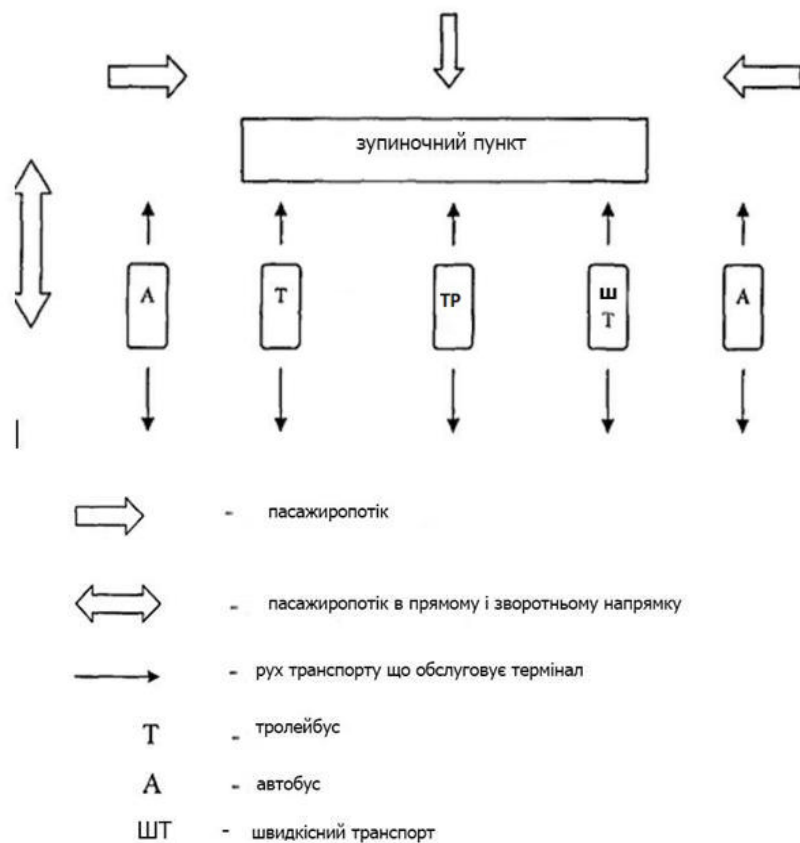


Рисунок 2.4 – Термінал, як генератор пасажиропотоків

Як показано на рисунку, пасажирів прямують до терміналу з метою здійснити поїздку. Вони можуть дістатися до нього пішки або скористатися якимось транспортом, що прямує до цієї зупинки, і тут вже пересісти на інший вид транспорту. У такій схемі головною функцією є обслуговування пасажиропотоків, а підпорядкованою—своєчасне подання рухомого складу.

2.2. Дослідження процесу надання послуг у транспортній системі

Перевезення пасажирів — це складний процес, для ефективної організації якого необхідно враховувати безліч чинників, що впливають на нього в різній мірі. Важливо також пам'ятати, що в цьому процесі беруть участь три «сторони»: пасажир, транспортне підприємство та суспільство.

Кожен учасник транспортного процесу має своє власне бачення перевезення, і ці погляди можуть суттєво відрізнятися, хоча в деяких аспектах вони можуть і співпадати (рис. 2.5).

Наприклад, з точки зору пасажирів, основними є чинники, що впливають на час, витрачений під час поїздки, комфортність подорожі, надійність обслуговування, безпеку руху та вартість проїзду.

Транспортне підприємство планує перевезення пасажирів, враховуючи такі параметри: довжину маршруту; кількість зупинок і відстань між ними; чисельність населення в районах, прилеглих до зупинок; наявність паралельних маршрутів інших видів транспорту; протяжність спільних ділянок і кількість рейсів на них за добу; прибутковість перевезень.

Для суспільства загалом провідну роль відіграють соціальні фактори, розвиток транспортної інфраструктури, екологічні аспекти та безпека в широкому сенсі цього слова.

Таблиця 2.2 – Інтереси учасників транспортного процесу

Інтереси пасажира					Інтереси підприємства						Інтереси суспільства				
Ціна	Час	Надійність	Комфорт	Безпека	Виручка	Час	Регулярність	Наповненість	Пасажиропот	Протяжність маршруту	Соц.	Екологія	Безпека	Трудова зайнятість	Податки

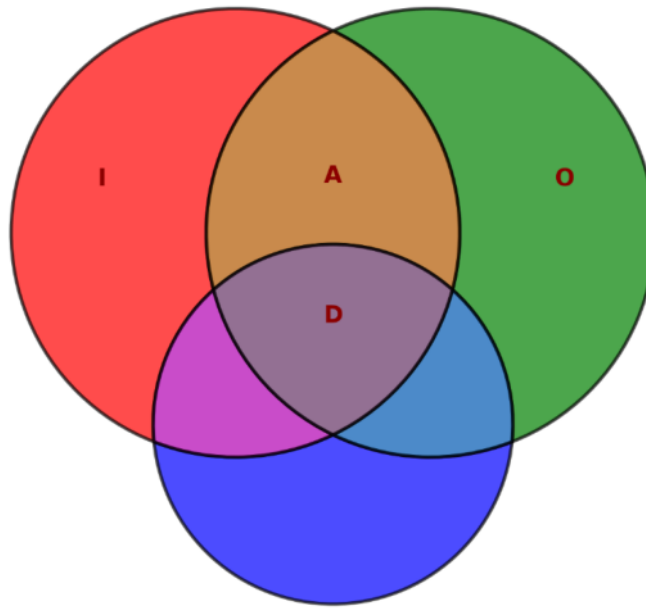


Рисунок 2.5 – Відображення взаємодії учасників процесу перевезень:

I – пасажери;

A – транспортні підприємства;

O – суспільні інтереси;

D – спільні інтереси усіх учасників перевізного процесу.

Хоча всі "сторони" мають спільний інтерес у питанні вартості проїзду, у цьому спільному питанні прихована діалектична суперечність: пасажери прагнуть, щоб ціна за проїзд була якомога нижчою; підприємство хоче знизити собівартість наданої послуги, тобто перевезення, але водночас встановити максимально можливу ціну за проїзд; суспільство загалом зацікавлене в розумних, помірних цінах на проїзд, оскільки це дозволяє підприємству отримувати прибуток і відповідно відраховувати певний відсоток цього прибутку на користь суспільства.

При врахуванні всіх цих точок зору та їх перетині, формується певна "область D", яка в тій чи іншій мірі задовольняє інтереси всіх учасників транспортного процесу.

2.3 Дослідження процесу перевезення з точки зору споживача послуг

Усі вищезгадані фактори визначають підхід до процесу перевезення з точки зору «постачальника послуг», тобто автотранспортного підприємства. Однак важливо також враховувати й перспективу «споживача послуг», тобто пасажирів.

Підвищення ефективності транспортного обслуговування пасажирів громадським транспортом залежить від практичної реалізації комплексу чинників, які впливають на витрати часу пасажирів під час поїздок, комфортність подорожі, надійність обслуговування, безпеку руху та фінансові витрати на проїзд. Усі ці аспекти можна представити у вигляді схеми (рис. 2.6).

Кожен із зазначених чинників включає в себе низку різних елементів, які визначають якість пасажирських перевезень.

Часові витрати пасажирів під час поїздки включають такі компоненти:

- час на купівлю квитка (при користуванні метрополітеном);
- час, необхідний для підходу до зупинки;
- час очікування транспортного засобу;
- час, витрачений на пересадки;
- час стоянки на зупинках;
- безпосередньо час руху в транспортному засобі;
- час пішого переходу від зупинки до місця призначення.

На кожен із цих компонентів впливають такі фактори:

- будівництво нових та розширення існуючих касових приміщень, усунення черг у касах (у випадку метрополітену);
- відстань до зупинки;

- регулярність руху, інтервали між транспортними засобами, координація з іншими видами транспорту;
- оптимізація маршрутної мережі, взаємодія з іншими видами транспорту;
- зменшення часу стоянки на проміжних зупинках;
- кількість зупинок;
- використання диспетчерських служб та радіозв'язку;
- розташування зупинок;
- швидкість руху;
- динамічні характеристики транспортних засобів;
- регулювання швидкості;
- розклад руху;
- режими руху (швидкі, експресні, скорочені рейси);
- організація руху;
- пріоритетний проїзд для громадського транспорту;
- відстань від зупинки до місця призначення.

До факторів, що забезпечують комфортність пасажирських поїздок, належать такі аспекти: заповнюваність транспортних засобів; зручність подорожі; оплата проїзду; культура обслуговування.

Кожен із цих елементів залежить від наступних чинників: тип і кількість транспортних засобів, частота та організація руху, інформаційне забезпечення про маршрут; стиль водіння, планування салону, наявність місць для багажу, зручність посадки, мікроклімат у салоні, втом від транспорту; забезпечення проїзними та довідковими документами, обладнання місць для дітей, наявність чохлів на сидіннях і штор на вікнах, наявність схем небезпечних ділянок маршрутів, раціональна організація збору виручки, використання касових апаратів, ефективні форми контролю, зниження тарифів і пільговий проїзд; робота водія з пасажиром під час поїздки, діяльність обслуговуючого персоналу терміналу, чистота і справність салону транспортних засобів та приміщень терміналу, інформаційне забезпечення пасажирів, зручний час відправлення і прибуття

транспорт.

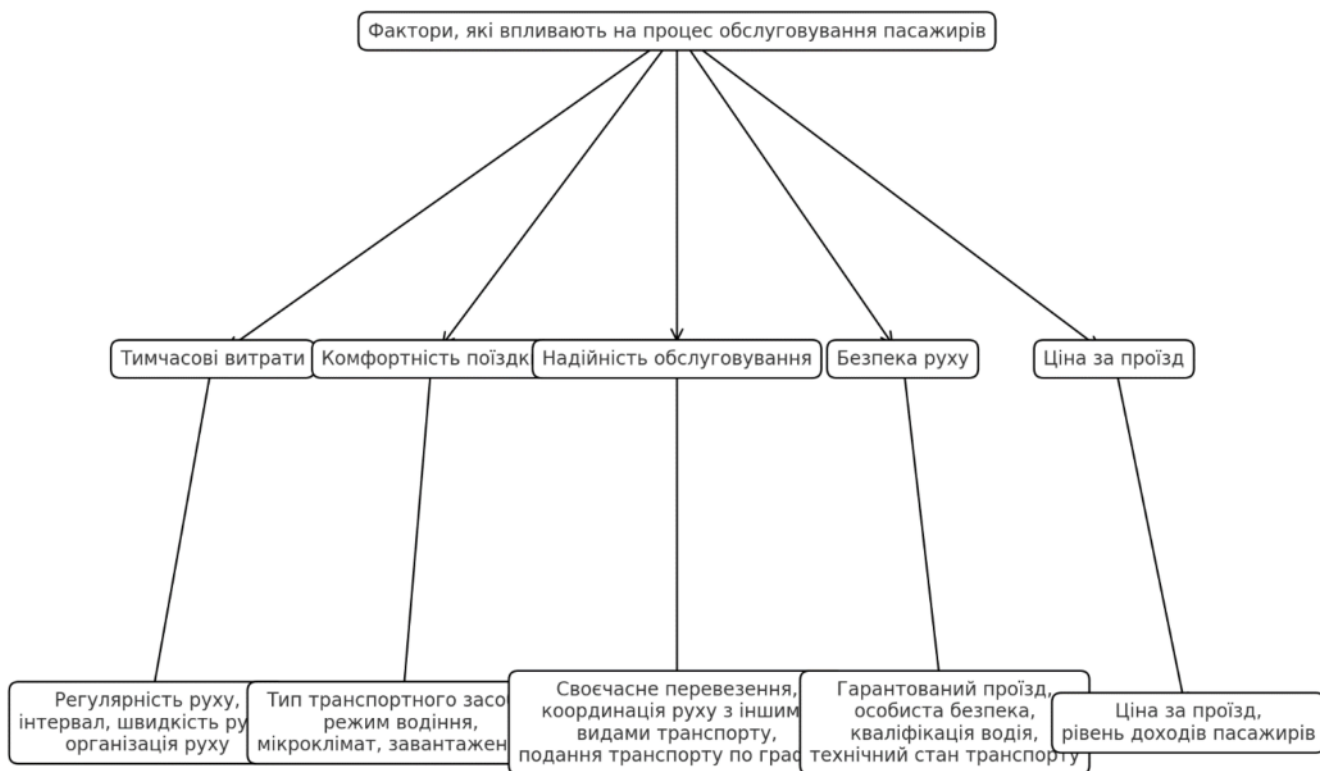


Рисунок 2.6 – Цінність поїздки з точки зору споживача

Надійність обслуговування передбачає: своєчасне перевезення пасажирів; координацію руху з іншими видами транспорту; своєчасну подачу та відправлення транспортного засобу; можливість швидкого придбання квитків; дотримання розкладу руху.

На безпеку руху впливають такі фактори: гарантованість проїзду; повний випуск технічно справних і заправлених транспортних засобів; особиста безпека пасажирів; ефективний контроль на маршруті за рухом транспорту; наявність резервного рухомого складу; дотримання точності руху по всій довжині маршруту; відповідність типу транспорту умовам і видам перевезень; виконання запланованої кількості рейсів; повна укомплектованість водіями; наявність технічних засобів зв'язку; кваліфікація водія та його психологічні якості; технічний і гігієнічний стан транспортних засобів; зменшення шуму, вібрацій і токсичності вихлопних газів; дорожні та кліматичні умови; трудова і транспортна дисципліна, екологічні характеристики; облаштування терміналів.

На ціновий фактор впливають такі аспекти: безпосередня вартість проїзду; рівень доходів населення; співвідношення «ціна-якість» наданих послуг.

Зрозуміло, що з усіх перерахованих чинників реально розрахувати можна лише часовий показник, тоді як інші фактори доведеться оцінювати за допомогою експертних методів.

Таким чином, рівень наданих транспортних послуг можна оцінити за допомогою коефіцієнта оптимізації структури транспорту ($K_{0Ст}$), який базується на застосуванні функції бажаності. Ця функція враховує рівень транспортного обслуговування, екологічність перевезень та безпеку дорожнього руху і розраховується за формулою:

$$K_{ост} = \sqrt[3]{K_{пер} \cdot K_{ек} \cdot K_{бд}} \quad (2.8)$$

де $K_{пер}$ – рівень якості обслуговування пасажирів;

$K_{ек}$ – рівень екологічності перевезень;

$K_{бд}$ – рівень безпеки дорожнього руху.

Очевидно, що формула (2.8) сприятиме оптимальному вибору структури транспорту для будь-якої ділянки вулично-дорожньої мережі.

2.4 Процес перевезення з погляду суспільства

Оцінюючи інтереси постачальників і споживачів транспортних послуг, важливо врахувати також інтереси суспільства. Як зазначалося раніше, для суспільства ключовими факторами є екологічна складова, безпека у найширшому розумінні, соціальний аспект і розвиток транспортної інфраструктури.

Екологічну складову перевезень можна оцінити різними способами, зокрема через аналіз витрати палива, що дозволяє визначити питомі викиди шкідливих речовин, виражені у перерахунку на СО.

Для визначення обсягу викидів шкідливих речовин необхідно враховувати витрату палива транспортним засобом. Проте розрахунок

витрати палива загальноприйнятими теоретичними методами, які базуються на питомій або оберненій витраті, є досить складним і потребує значної кількості вихідних даних.

З цієї причини доцільно запропонувати рівняння, яке описує залежність швидкості руху від факторів, що впливають на безпеку дорожнього руху. На основі цього рівняння можна визначити коефіцієнт складності маршруту, який дозволить оцінити витрату палива. Надалі цей показник можна використовувати для оцінки обсягу викидів шкідливих речовин маршрутними таксі в порівнянні з міським громадським транспортом.

Для оцінки екологічної складової перевезень у цій роботі застосовано методику, розроблену Воробйовим О.Г. Її суть полягає у визначенні загальної маси викидів шкідливих речовин від усіх учасників транспортного процесу.

Запропоновано аналізувати перевезення з точки зору руху транспортних засобів як у терміналі, так і на вулично-дорожній мережі.

Може здатися, що використання електротранспорту дозволяє досягти співвідношення коли транспорт не створює викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Однак це не зовсім так. Електротранспорт є джерелом значних електромагнітних випромінювань та коливань низької і високої частоти, які впливають на людський організм.

Цей вплив пояснюється тим, що в електричному полі атоми і молекули, з яких складається тіло людини, піддаються поляризації. Полярні молекули, зокрема молекули води, орієнтуються у напрямку поширення електромагнітного поля. У рідинах, що виконують роль електролітів, таких як тканинна рідина, кров або міжклітинна рідина, під дією зовнішнього електромагнітного поля виникають іонні струми.

Вони безпосередньо впливають на нервову систему, викликаючи зміни в орієнтації клітин або молекулярних ланцюгів відповідно до напрямку силових ліній електричного поля, а також впливаючи на біохімічну активність білкових молекул і склад крові. Спостерігаються порушення у вуглеводному, білковому та мінеральному обміні речовин. Однак ці зміни

мають функціональний та оборотний характер: після припинення опромінення на неприпустимому рівні симптоми зникають.

Водночас слід враховувати, що виробництво електроенергії супроводжується екологічними втратами в інших місцях. Таким чином, варто говорити про непряму екологічну безпеку, коли забруднення навколишнього середовища відбувається в іншому регіоні.

Коефіцієнт, який враховує небезпеку дорожнього руху, визначається на основі загальноприйнятої методики. Її суть полягає в оцінці рівня небезпеки перехресть за допомогою відносних коефіцієнтів ризику руху, пов'язаних із маневрами злиття, відгалуження та перетину потоків. При максимальному рівні небезпеки вузла ($m > 150$) цей коефіцієнт характеризується такими показниками:

$$K'_{\text{од}} = \frac{150}{m'}, \quad (2.18)$$

де m' - небезпека оцінюваного вузла, визначається по формулі (1.9).

Однак, для оцінки безпеки дорожнього руху на маршруті доцільно застосувати коефіцієнт, який враховує режими руху автомобіля, тривалість його роботи та умови навколишнього середовища:

$$K''_{\text{од}} = \frac{\sum_1^n (m_{ci} + m_{oi}) \cdot \frac{P_{\text{нер}}}{P_{\text{заг}}} \cdot \frac{Ч_{\text{реал}}}{Ч_{\text{норм}}} \cdot K \cdot 150}{N_a \cdot l_M}, \quad (2.19)$$

де m_{ci} - показники, що характеризує рівень небезпеки i -го перехрестя;

m_{oi} - показник, що характеризує рівень небезпеки в русі до i -го перехрестя;

$P_{\text{нерег}}$ - кількість перехресть, рух на яких не регулюється;

$P_{\text{заг}}$ - загальна кількість перехресть на маршруті;

$Ч_{\text{реал}}$ - реальний час роботи водія на лінії;

$Ч_{\text{норм}}$ - нормативний час роботи водія;

N_a - інтенсивність руху транспортних засобів;

l_M - загальна довжина маршруту в км;

K - параметр, що характеризує рівень перешкод на маршруті.

Аналізуючи зупинку транспорту (яка за певних умов може перетворитися на термінал), можна впевнено заявити, що термінал є складною системою масового обслуговування. Він виступає як своєрідний «чорний ящик» із великим обсягом вхідної інформації та наявністю збуджуючих факторів. Результатом функціонування цієї системи є висновок про оптимальність наявної структури транспорту (рис. 2.7).

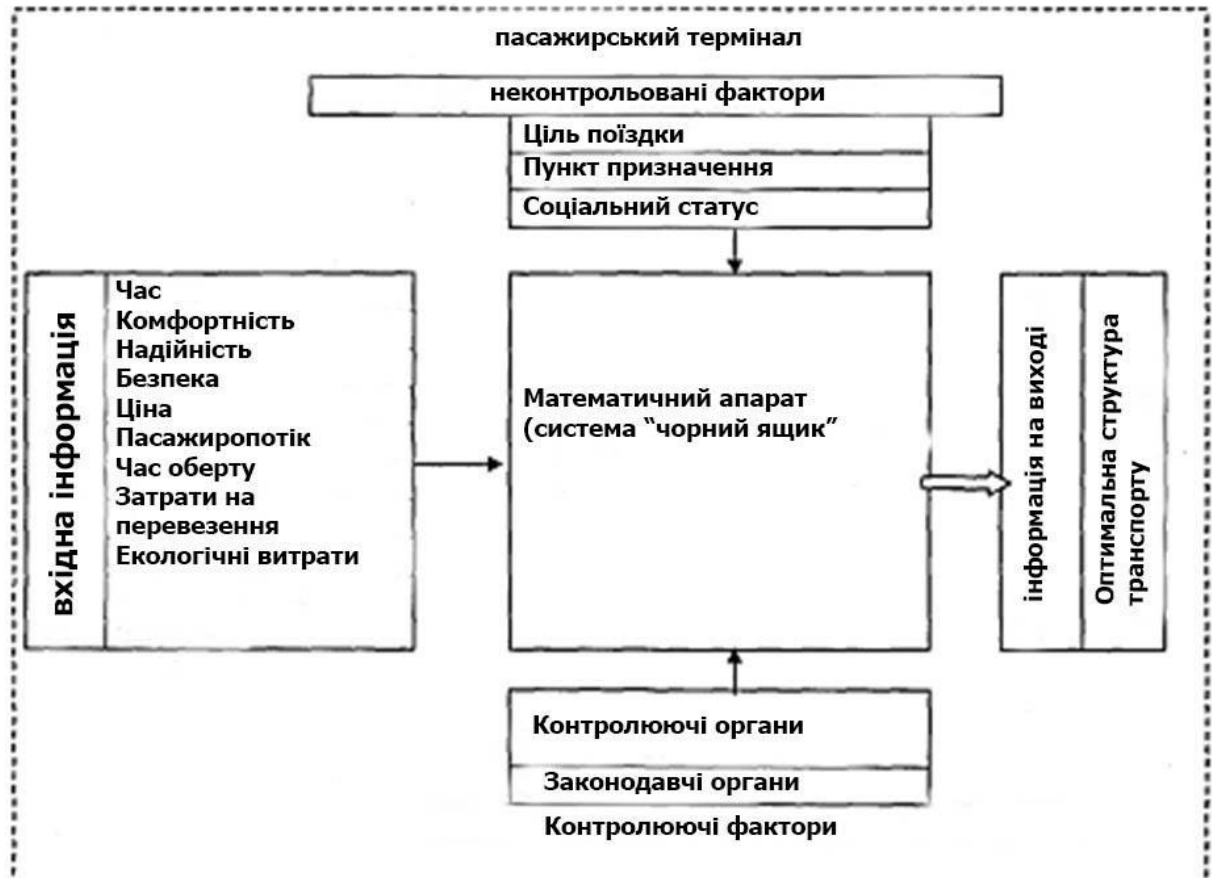


Рисунок 2.7 – Зупинка типу «чорний ящик»

2.5 Моделювання умов експлуатації автомобіля з урахуванням дорожньо-кліматичних факторів.

Для того щоб визначити функцію швидкості сполучення як одну зі складових коефіцієнта складності маршруту, а отже, і функцію витрати палива, необхідно розглянути дорожньо-кліматичні умови експлуатації автомобіля.

Для дослідження процесу руху автомобіля слід розглядати кожну з

підсистем у системі «водій–автомобіль–дорога–середовище» як окрему систему, а також визначити умови їхньої взаємодії. Однак підходи до побудови цієї системи та внутрішніх зв'язків можуть відрізнятися залежно від поставлених завдань.

Наприклад, автор [3] у своїй роботі враховує характеристики дорожніх умов, які визначаються макропрофілем, коефіцієнтом зчеплення, рівністю дорожнього покриття, звивистістю траси, шириною проїжджої частини, інтенсивністю руху та обмеженнями швидкості, зумовленими регулюванням руху і наявністю різних перешкод на дорозі. Загалом оцінка зводиться до двох випадкових процесів, що описують зміну ухилів і максимально допустимої швидкості руху залежно від пройденого шляху. Ці процеси можуть бути представлені як випадкові сигнали із заданими ймовірнісними характеристиками або як конкретні функціональні залежності.

При цьому, згідно з експериментальними даними [9], отриманими для різних типів автомобілів (вантажних, легкових, автобусів), встановлено, що для магістральних, гірських і міських умов експлуатації закони розподілу ухилів подовжнього профілю дороги та швидкостей руху близькі до нормального розподілу і мають такі характеристики: математичне сподівання синуса кута нахилу подовжнього профілю дорівнює нулю; дисперсія ухилу подовжнього профілю (y %) становить 3,68 для магістральних доріг і 3,88 для міських доріг; середня швидкість руху автомобілів вкладається в довірчі інтервали.

У роботі А. Ф. Нефедова та Л. Н. Височина представлено результати статистичної обробки та аналізу подовжнього профілю й плану вулиць, по яких проходять автобусні маршрути.

Розрахунки руху та визначення експлуатаційних показників роботи автомобілів здійснюються для конкретних доріг і маршрутів, що мають унікальні індивідуальні особливості. Щоб можна було кількісно охарактеризувати та порівняти між собою конкретні дороги, необхідно навчитися кількісно оцінювати умови руху, а також класифікувати та типізувати дороги. У зв'язку з цим деякі автори прагнуть створити більш

повні класифікації дорожніх умов, враховуючи більшу кількість факторів. Інші шукають способи кількісної оцінки якості дороги.

Основні принципи класифікації зовнішніх чинників, які впливають на автомобіль в умовах експлуатації, викладені в роботах А.Н. Островцева. Усі зовнішні фактори поділяються на дві групи: дорожні та атмосферно-кліматичні. Найбільший вплив на експлуатаційні характеристики автомобіля мають саме дорожні фактори.

Характеристики маршруту можна визначати двома способами. Перший спосіб полягає в детальному описі конкретного маршруту руху автобуса з розподілом його на ділянки та введенням цих даних у ЕОМ як вихідних параметрів. Цей підхід є найточнішим, але його застосування обмежене через складність збору початкових даних.

Другий спосіб базується на моделюванні конкретних реалізацій випадкового процесу на ЕОМ, використовуючи задані статистичні характеристики маршрутів. У цьому випадку випадкові реалізації маршруту генеруються на основі умов стаціонарності процесу. При цьому довжини перегонів між зупинками на маршруті підкоряються нормальному розподілу, визначеному після аналізу даних про низку автобусних маршрутів міста Тернополя.

Міські автомобільні перевезення здійснюються дорогами з асфальтобетонним покриттям. Стан дорожнього покриття враховується опосередковано через показник швидкості руху транспортного засобу, а енергетичні втрати в підвісці автомобіля відображаються за допомогою коефіцієнта опору коченню.

2.6 Послідовність визначення кількості транспортних засобів для забезпечення перевезень

Для прогнозування необхідних типів рухомого складу і їх кількості на Для забезпечення виконання заданих обсягів перевезень на маршруті можна запропонувати такий алгоритм.

Для реалізації цього алгоритму необхідно:

Встановити початкові дані: кількість уповільнень на кожен кілометр шляху; завантаженість транспортного засобу; дисперсію ухилу поздовжнього профілю; насиченість маршруту перешкодами; інтенсивність руху; кількість транспортних засобів на маршруті.

Проаналізувати на карті міста існуючу маршрутну мережу та визначити центри тяжіння населення. Це можуть бути житлові райони, культурно-побутові центри, ринки тощо.

Для кожного центру тяжіння визначити способи доставки пасажирів, кількість пересадок, які вони здійснюють, та інші особливості.

Для кожного району і способу доставки оцінити показники якості перевезення пасажирів з використанням різних видів транспорту (тролейбусів, маршрутних таксі, автобусів тощо) за такими критеріями: часові витрати; комфортність поїздки; надійність обслуговування; безпека руху; вартість проїзду.

Звісно, ці фактори слід розглядати для різних груп населення, оскільки пріоритети пенсіонерів і працюючих людей можуть відрізнятися. Оцінити важливість кожного з факторів для різних груп можна лише за допомогою методу експертних оцінок.

Методика складання таблиці переваг полягає в наступному: респондентові пропонують ранжувати параметри для кожного виду транспорту в порядку важливості на його думку. Потім всі переваги за факторами підсумовуються для кожної групи респондентів по кожному виду транспорту. У підсумку визначаються відносні вагові параметри кожного фактора для кожної групи респондентів по кожному виду транспорту.

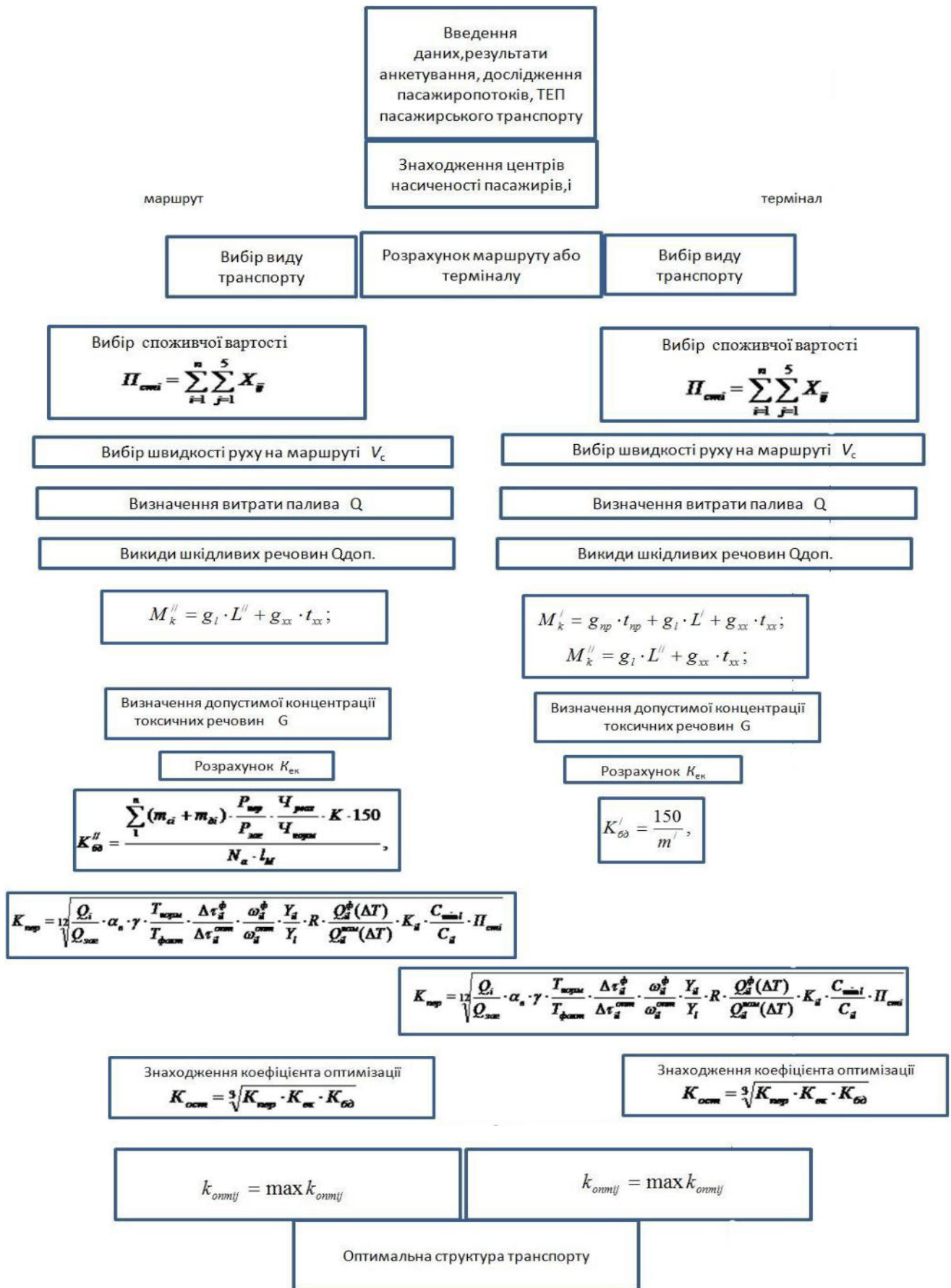


Рисунок 2.8 – Послідовність визначення кількості рухомого складу

Таблиця 2.3 – Переваги пасажирів щодо вибору видів транспорту

Показник	1-а група респондентів			...	і-а група респондентів		
	Автобус	Марш.таксі	Тролейбус	...	Автобус	Марш.таксі	Тролейбус
Час	X_{11}	Y_{11}	Z_{11}	...	X_{1i}	Y_{1i}	Z_{1i}
Ціна	X_{21}	Y_{21}	Z_{21}	...	X_{2i}	Y_{2i}	Z_{2i}
Зручність	X_{31}	Y_{31}	Z_{31}	...	X_{3i}	Y_{3i}	Z_{3i}
Надійність	X_{41}	Y_{41}	Z_{41}	...	X_{4i}	Y_{4i}	Z_{4i}
Безпека	X_{51}	Y_{51}	Z_{51}	...	X_{5i}	Y_{5i}	Z_{5i}

Для кожної категорії пасажирів визначити споживчу цінність перевезення або конкурентоспроможність кожного виду транспорту. Для цього необхідно використовувати вагові параметри факторів переваги, представлені у вигляді таблиці (табл. 2.3), де наведені показники, що впливають на ефективність транспортного процесу (час, ціна, комфортність, надійність і безпека), соціальна група респондентів та параметри переваги для кожного виду транспорту.

Обчислення споживчої вартості для обраного виду транспорту здійснюється наступним чином:

$$P_{cmi} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^5 X_{ij} \quad (2.20)$$

У цьому випадку виконується обчислення споживчої вартості пасажирської поїздки для і-го виду транспорту, орієнтуючись на першу групу респондентів. За таким же принципом проводять розрахунки для кожного виду транспорту щодо всіх інших груп опитаних.

Після цього за формулою (2.6) визначають коефіцієнт, що враховує рівень транспортного обслуговування населення.

Далі послідовно виконують наступні кроки:

Визначають швидкість сполучення на заданому маршруті.

Виходячи з типу та марки рухомого складу, а також враховуючи отриману швидкість сполучення, за формулами (2.9)–(2.16) обчислюють витрати палива транспортним засобом, масові викиди шкідливих речовин, гранично допустимі та максимально допустимі викиди забруднювальних речовин. Потім, застосовуючи формулу (2.17), визначають коефіцієнт

екологічності перевезень.

Оцінюють рівень небезпеки даного маршруту або транспортного вузла за методикою Клінковштейна Г.А. Отримані результати використовують разом із формулами (2.18) та (2.19) для розрахунку коефіцієнта безпеки перевезень, окремо для терміналу та маршруту.

На основі даних, одержаних у пунктах 5–8 (за первинною нумерацією – фактично це дані про пасажиропотоки, споживчу вартість, екологічні та безпекові показники), визначають необхідну структуру транспортних засобів.

Перевіряють отриману структуру з огляду на критерії задоволеності населення якістю транспортного обслуговування, дотримання екологічних норм і критерії безпеки перехресть на відповідному маршруті чи вузлі.

За формулою (2.8) знаходять коефіцієнт оптимізації структури транспортного складу.

Проводять заключну перевірку на оптимальність отриманого рішення:

$$k_{onmij} = \max k_{onmij} \quad (2.21)$$

де i – номер групи; j – вид транспорту, який бере участь в дослідженні.

На основі цієї інформації розробити транспортну структуру для маршруту.

2.7 Встановлення закономірностей розподілу в транспортному процесі

Розуміння закономірностей явищ дозволяє передбачити їх розвиток і заздалегідь вносити необхідні корективи, забезпечуючи оптимізацію процесу. Закони розподілу відображають фізичну природу досліджуваних явищ.

Основними елементами транспортного процесу є час обороту та час простою на кінцевій зупинці. Ці показники можуть змінюватися під впливом дорожніх умов, інтенсивності пасажиропотоку, рівня дисципліни водіїв

тощо. Відповідно, змінюється і тривалість поїздки для пасажирів.

Для вивчення законів розподілу в транспортному процесі було проведено обстеження на терміналі «Залізничний вокзал» у місті Тернопіль. Термінал обслуговують автобуси маршрутів №32, 33, 37, 39, 43, 44, 55, 56, 64 та тролейбуси маршрутів №3 і №8. Детальний опис терміналу наведено у розділі 4. Результати обстеження систематизовані у таблицях.

Зокрема, для дослідження часу обороту автобуса маршруту №39 було здійснено 50 спостережень. Максимальне зафіксоване значення часу обороту склало 75 хвилин, а мінімальне – 68 хвилин. Результати розрахунків представлені в таблицях.

Таблиця 2.4 – Статистична обробка експериментальних даних – часу обороту автобуса

№	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	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 2.5 – Результати обробки експериментальних даних

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	0,162	0,173	0,156	0,118	0,078	0,047	

Статистичні параметри дослідних даних:

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

Теоретичний розподіл:

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

Перевіряємо достовірність гіпотези за допомогою критерію Пірсона. Для даного прикладу кількість степеней вільності $k=n-s=7-3=4$.

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

Отже, згідно з критерієм Пірсона, гіпотеза про належність даних до логнормального розподілу підтверджується.

За тим самим підходом здійснювалися розрахунки й для визначення закону розподілу часу обороту тролейбуса №3, де максимальне значення становило 50 хвилин, а мінімальне – 45 хвилин. Підсумки розрахунків наведено у таблицях 2.6 і 2.7.

Таблиця 2.6 – Аналіз експериментальних даних, що стосуються часу обороту тролейбуса

№	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	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 2.7 – Результати обробки експериментальних даних

γ_i	44,5	45,5	46,5	47,5	48,5	49,5	50,5
$\ln \gamma_i$	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	

Статистичні параметри дослідних даних:

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

Теоретичний розподіл:

$$M(\ln t) = 3,586; D(\ln t) = 0,00525; \sigma(\ln t) = 0,0732; t_{06} = 49,1 \text{ хв.}$$

Перевіряємо достовірність гіпотези за допомогою критерію Пірсона. Для даного прикладу кількість степеней вільності $k = n - s = 6 - 3 = 3$.

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

Таким чином, за критерієм Пірсона висунуту гіпотезу про відповідність логарифмічно нормальному розподілу підтверджено.

Час обороту маршруту залежить від значної кількості різноманітних, не пов'язаних безпосередньо між собою чинників: швидкості руху, тривалості зупинок як на проміжних, так і на кінцевих станціях, а також від кількості зупинок. Як відомо, швидкість руху підпорядкована нормальному закону розподілу. Проте у цьому конкретному випадку час обороту виявився підпорядкованим логарифмічно нормальному закону. Це означає, що не сам час як випадкова величина, а його логарифм має нормальний розподіл. Характерною рисою такого розподілу є крутий підйом графіка з лівого боку та більш пологий спуск праворуч: більші за розміром часові інтервали обороту трапляються рідко.

Автобуси та тролейбуси функціонують за наперед визначеним розкладом. Середньоквадратичне відхилення свідчить про ступінь розсіювання значень навколо середнього, що дає можливість оцінити регулярність руху. Найбільш стабільним у цьому плані виявився тролейбусний транспорт, адже розкид часу його обороту мінімальний. Часові показники для автобусів також не надто варіюються, що свідчить про незначні відхилення від розкладу.

Час простою тролейбуса на кінцевій зупинці також підлягає логарифмічно нормальному закону розподілу. Було здійснено 50 спостережень: максимальний час простою становив 8 хвилин, а мінімальний – 4 хвилини. Обчислення результатів наведено в розділі 3.5 та таблиці 3.6.

Статистичні параметри дослідних даних:

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

Теоретичний розподіл:

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

Статистичне опрацювання експериментальних даних щодо тривалості простою тролейбусів на кінцевій зупинці

Таблиця 2.8 – Аналіз експериментальних даних, що стосуються часу обороту тролейбуса

№	$t_{ci}, \text{хв}$	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	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 2.9 – Результати обробки експериментальних даних

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	

Перевірку достовірності гіпотези здійснюємо за допомогою критерію Пірсона. У цьому випадку кількість ступеней вільності $\kappa = n - s = 5 - 3 = 2$, $\alpha = 0,05$.

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

Таким чином, за результатами перевірки за критерієм Пірсона можна стверджувати, що гіпотеза про належність даних до логнормального розподілу підтверджується.

Для оцінювання часу простою автобусів на кінцевій зупинці було зареєстровано $N=50$ спостережень. Максимальна зафіксована тривалість становить 7 хвилин, а мінімальна – 2 хвилини. Частотний розподіл для окремих інтервалів подано у таблиці 3.7.

Тепер перевіримо гіпотезу щодо відповідності дослідних даних закону Ерланга. Параметри λ та α визначаються за наведеними залежностями:

$$\begin{cases} \frac{\alpha}{\lambda} = M(t); \\ \frac{\alpha}{\lambda^2} = D(t) \end{cases} \quad (2.21)$$

У даному прикладі $M(t)=3,88$ хв., $D(t)=6,88$. Вирішуючи систему рівнянні отримуємо $a = 2,19$ і $\lambda = 0,564$. Округляємо $a = 2$, знаходимо

$$\lambda_k = \frac{\alpha}{M(t)} = \frac{2}{3,88} = 0,519 \quad (2.22)$$

Параметр до у такому разі: $\kappa = a-1 = 3$, отже отримуємо закон Ерланга 3 порядки:

$$f(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda \cdot t)^k}{k!} \cdot e^{-at} = \frac{0,519 \cdot (0,519 \cdot t)^3}{3!} \cdot e^{-0,519t} \quad (2.23)$$

Формула теоретичної вірогідності:

$$\psi(\gamma_i) = \frac{1}{6} \cdot e^{-\lambda\gamma} \cdot [(\lambda \cdot \gamma_i)^3 + 3 \cdot (\lambda \cdot \gamma_i)^2 + 6(\lambda \cdot \gamma_i) + 6] \quad (2.24)$$

Значення функції $\psi(\gamma_i)$ вносимо до таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Аналіз експериментальних даних, що стосуються часу обороту тролейбуса

№	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 2.11 – Результати обробки експериментальних даних

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	

Перевірку достовірності гіпотези здійснюємо за допомогою критерію Пірсона. У цьому випадку кількість ступеней вільності $k=n-s=6-3=3$, $\alpha = 0,05$.

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

Дослідження підтверджують, що отримані дані відповідають закону Ерланга третього роду. Автобуси та тролейбуси дотримуються маршрутного розкладу, який передбачає нормування часу простою на кінцевих зупинках. Розсіювання значень випадкових величин навколо середнього значення показує вплив різних факторів на відхилення від розкладу. Встановлено, що середньоквадратичне відхилення часу простою автобусів лише трохи перевищує аналогічний показник для тролейбусів, що свідчить про незначне порушення регулярності руху автобусів. Це пояснюється тим, що автобуси нерідко вирушають у рейс після заповнення салону пасажирями, а довші періоди простою зазвичай зумовлені очікуванням прибуття поїзда.

2.8 Експертна оцінка якості перевезень

Для вивчення інтересів і переваг пасажирів було проведено анкетне опитування. Форма анкети, використана під час опитування, представлена в таблиці 3.13. Вибір респондентів здійснювався випадковим методом, а результати анкетування узагальнені в тій самій таблиці.

Пасажири як споживачі транспортних послуг мають різні потреби та можливості, що необхідно враховувати при організації роботи транспорту.

У складі пасажиропотоку значну частку — понад чверть — становлять особи старше 60 років. Для цієї категорії пасажирів важливо забезпечити

регулярність руху транспорту з короткими інтервалами, мінімізувати час очікування та надати можливість зайняти сидяче місце. Оскільки літні люди зазвичай мають пільги на проїзд, вони найчастіше користуються громадським транспортом, переважно тролейбусами.

Таблиця 2.12 – Результати анкетування пасажирів на залізничному вокзалі

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
Які види транспорту Ви використовуєте?		Ділова	7
		Автобус	36
		Тролейбус	44
Кількість використовуваних видів транспорту		Таксі	20
		1	72
Час, що витрачається на поїздку		2	28
		<20 хв.	14
		20-40	58
		40-60	25
Кінцевий пункт поїздки		>60	3
		По місту	3
		Мототрек	12
		Р-н Північний	46
		Центр	24
		Центральний ринок	11
		Р-н Ювілейний	4
		Центральний вокзал	
Питання		Варіанти відповідей	Структура

Близько двох третин загального пасажиропотоку становить працездатне населення, серед якого 44% — працюючі, а 16% — студенти та

учні. Ці групи населення здійснюють поїздки, пов'язані з роботою чи навчанням, створюючи години пік у будні дні. Це підвищує актуальність проблеми транспортного обслуговування в ці періоди. Особливий акцент необхідно зробити на зменшенні часу, витраченого на поїздку, і зниженні рівня заповненості транспортних засобів.

У весняно-літній період більше половини поїздок, що проходять через залізничний вокзал, пов'язані з культурно-побутовими цілями. Зважаючи на особливості залізничних маршрутів, можна припустити, що значна частина таких поїздок є дачними і часто супроводжується перевезенням важкого багажу. Це збільшує попит на транспортні послуги, висуває особливі вимоги до рухомого складу та підкреслює необхідність забезпечення регулярності руху транспорту.

Більшість пасажирів користуються лише одним видом транспорту під час поїздки, хоча в окремих випадках залучаються два види транспорту. Саме тому важливо забезпечити регулярність і узгодженість роботи транспортних засобів.

Час, витрачений на поїздку, є одним із ключових показників якості транспортного обслуговування. У приміських перевезеннях, зокрема для приміського залізничного транспорту, час у дорозі зазвичай перевищує той, що витрачається у межах міста. Більше третини опитаних пасажирів зазначили, що їхні поїздки тривають понад 40 хвилин. Для покращення якості обслуговування необхідно скоротити час сполучення. Це можна досягти шляхом збільшення технічної швидкості руху та скорочення часу очікування транспорту через зменшення інтервалів між рейсами.

Для визначення пріоритетів пасажирів 100 респондентам було запропоновано оцінити за рівнем важливості такі фактори різних видів транспорту: час у дорозі, комфорт, вартість, надійність та безпека.

Таблиця 2.13 – Структура респондентів за видами 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

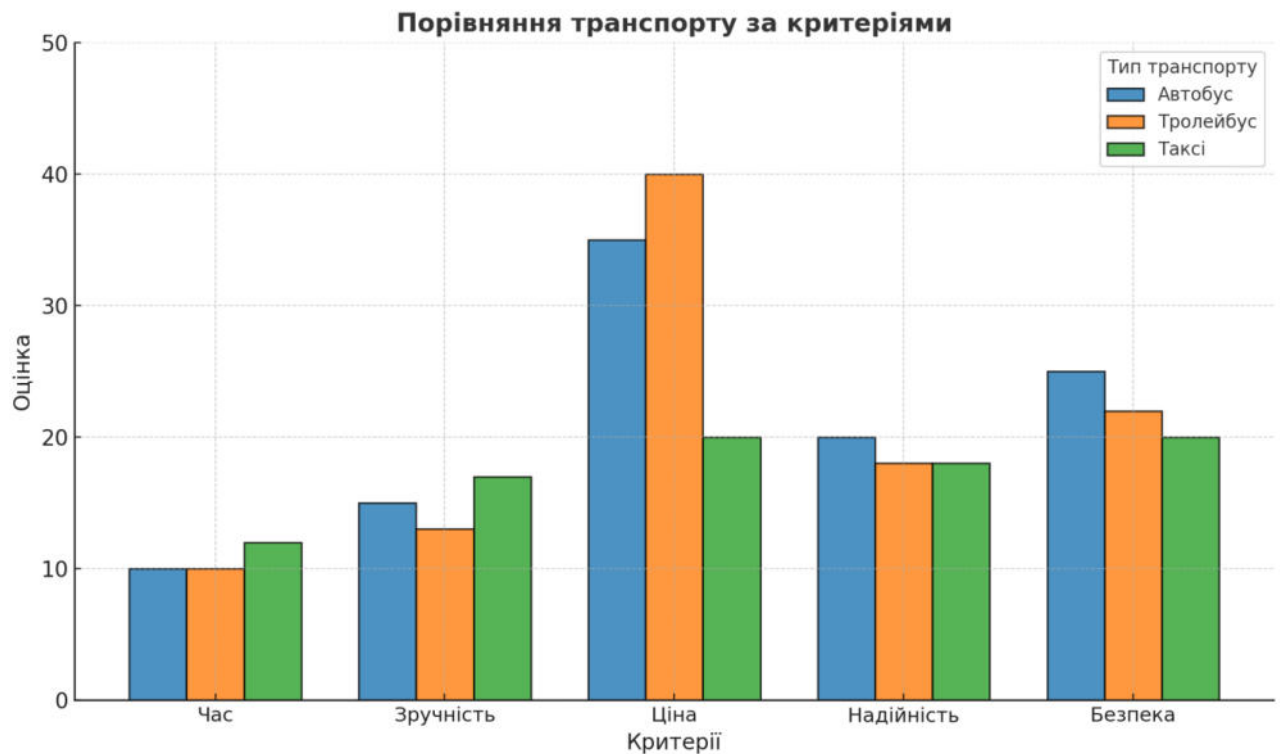


Рисунок 2.9 – Відсотковий розподіл переваг респондентів

Після обробки даних, представлених у таблиці 3.10, були розраховані умовні коефіцієнти переваг пасажирів з урахуванням факторів, що визначають споживчу цінність поїздки:

- автобуси – 0,41;
- таксі – 0,15;
- тролейбуси – 0,44.

Важливим аспектом організації руху пасажирського транспорту є нерівномірний розподіл пасажиропотоків у часі та на різних ділянках маршрутів. Тому для ефективного використання транспортних засобів і забезпечення високого рівня обслуговування пасажирів необхідно враховувати напрямки, обсяги та ступінь нерівномірності пасажиропотоків.

2.9 Аналіз результатів обстеження пасажиропотоків

Для визначення характеристик пасажиропотоків у межах дослідження було проведено їх аналіз за допомогою табличного методу.

Обстеження здійснювалося на кінцевих зупинках транспорту біля залізничного вокзалу у весняно-літній період протягом двох тижнів. У процесі збору даних фіксувалися такі показники: номер маршруту, номер транспортного засобу, час прибуття, відправлення та стоянки, а також кількість пасажирів, які зайшли та вийшли. Результати обстеження наведено в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Результати 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
...	...	...	...	...	...

У результаті аналізу зібраних даних було отримано відповідні значення пасажиропотоків для різних видів транспорту, що наведено у табл. 2.15.

Далі, для кожного маршруту окремо підсумовувалась кількість пасажирів, які вийшли та увійшли за кожну годину. Для розрахунку коефіцієнта нерівномірності визначалась загальна кількість перевезених

пасажирів за весь 12-годинний період (ΣQ) та середній показник потужності пасажиропотоку ($Q_{\text{ср}}$), обчислений як відношення сумарного числа пасажирів до тривалості зазначеного періоду.

Таблиця 2.15 – 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

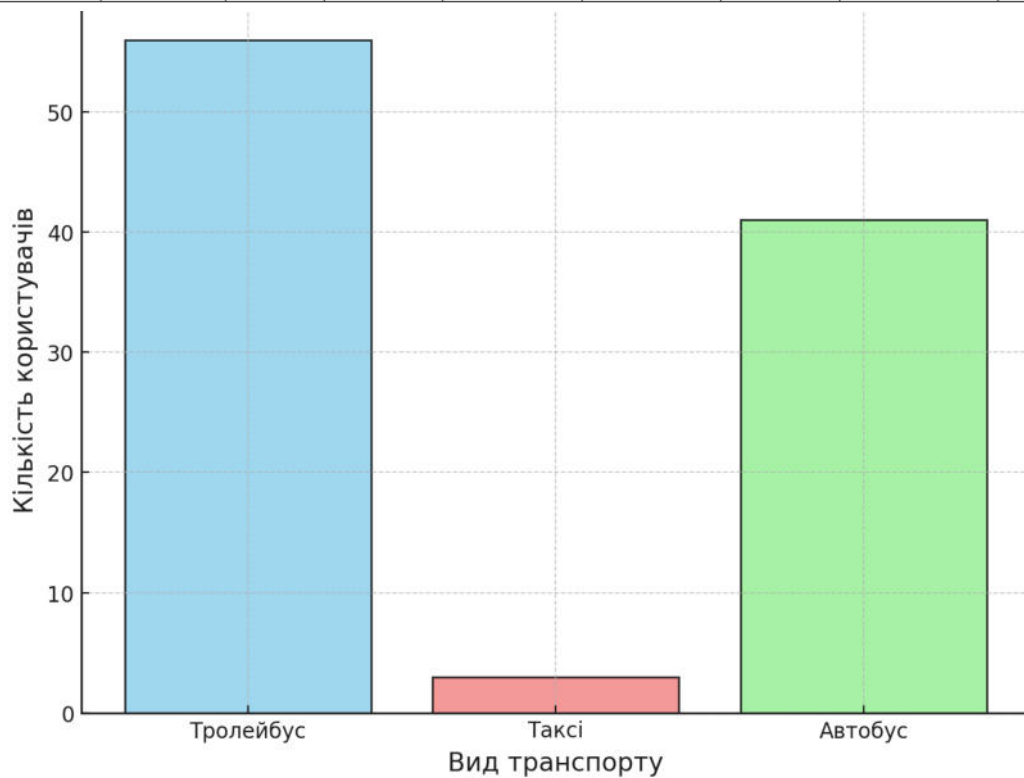


Рисунок 2.10 – Пасажиропотоки за видами транспорту (будні дні, прибуття).

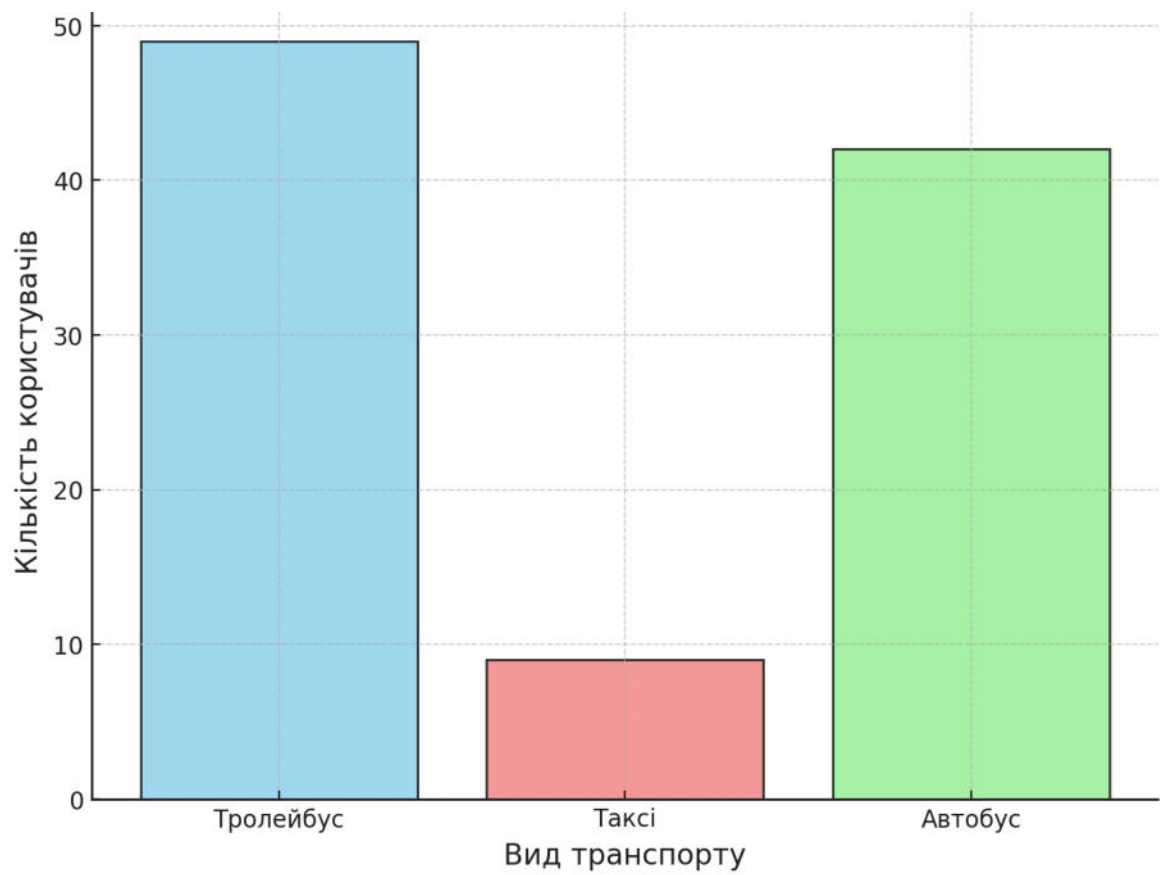


Рисунок 2.11 – Пасажиропотоки за видами транспорту (будні дні, прибуття).

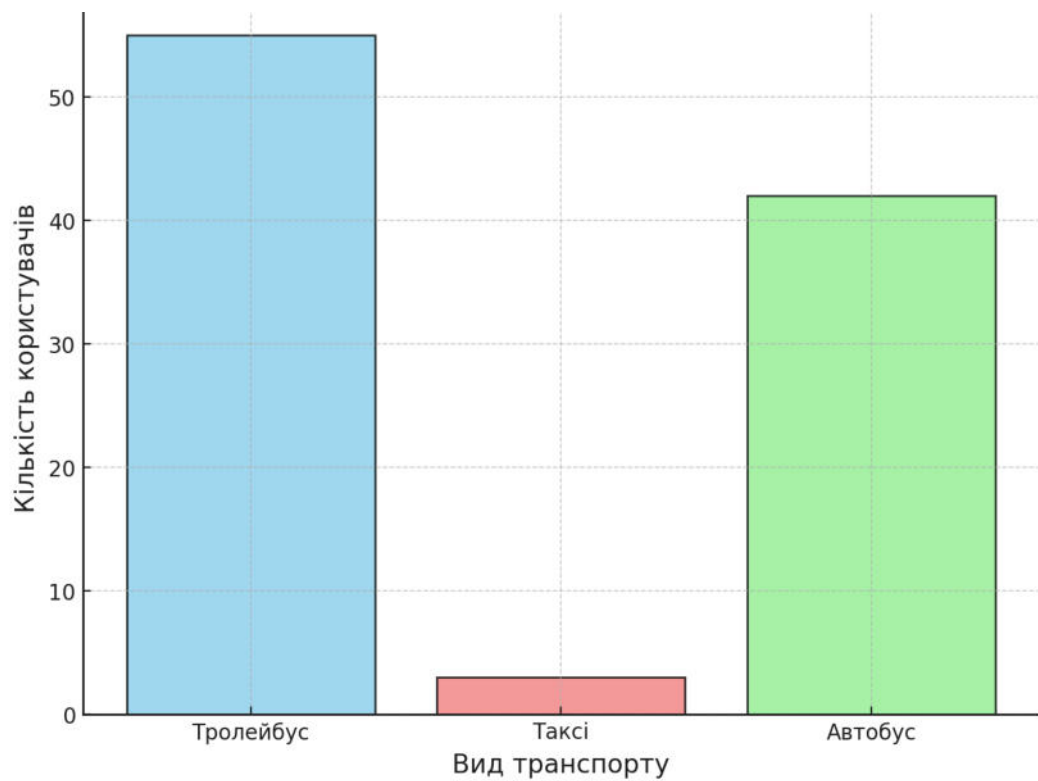


Рисунок 2.12 – Пасажиропотоки за видами транспорту (будні дні, прибуття).

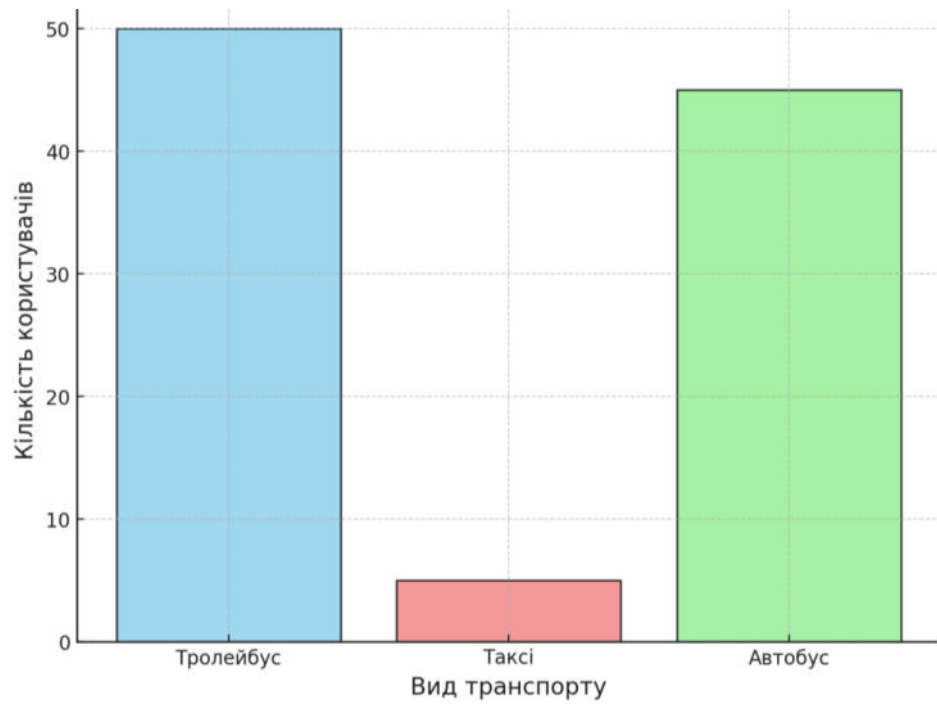


Рисунок 2.13 – Пасажиропотоки за видами транспорту (будні дні, прибуття).

Як видно, розподіл пасажиропотоків за видами транспорту (тобто за маршрутами) не змінюється залежно від того, чи йдеться про будні, чи про вихідні дні. Оскільки термінал «Залізничний вокзал» обслуговує також приміські маршрути, аналіз пасажиропотоків проводився окремо для кожного маршруту протягом усього тижня. Отримані результати згодом було піддано детальному аналізу. Динаміка змін пасажиропотоків за днями тижня для всіх міських маршрутів, що обслуговують пересадочний пункт залізничного вокзалу, представлена в табл. 2.16.

Таблиця 2.16 – Зміна пасажиропотоків по днях тижня

Дні тижня Вид транспорту		Пн.	Вт.	Ср.	Чт.	Пт.	Сб.	Нд..
Тролейбус	Прибуло чол.	469	635	453	1059	409	564	812
	Вибуло, чол.	594	570	565	449	462	603	657
Таксі	Прибуло чол.	33	25	43	27	37	38	36
	Вибуло, чол.	101	95	105	99	95	60	66
Автобус	Прибуло чол.	393	459	444	396	528	530	520
	Вибуло, чол.	527	417	399	523	499	504	630

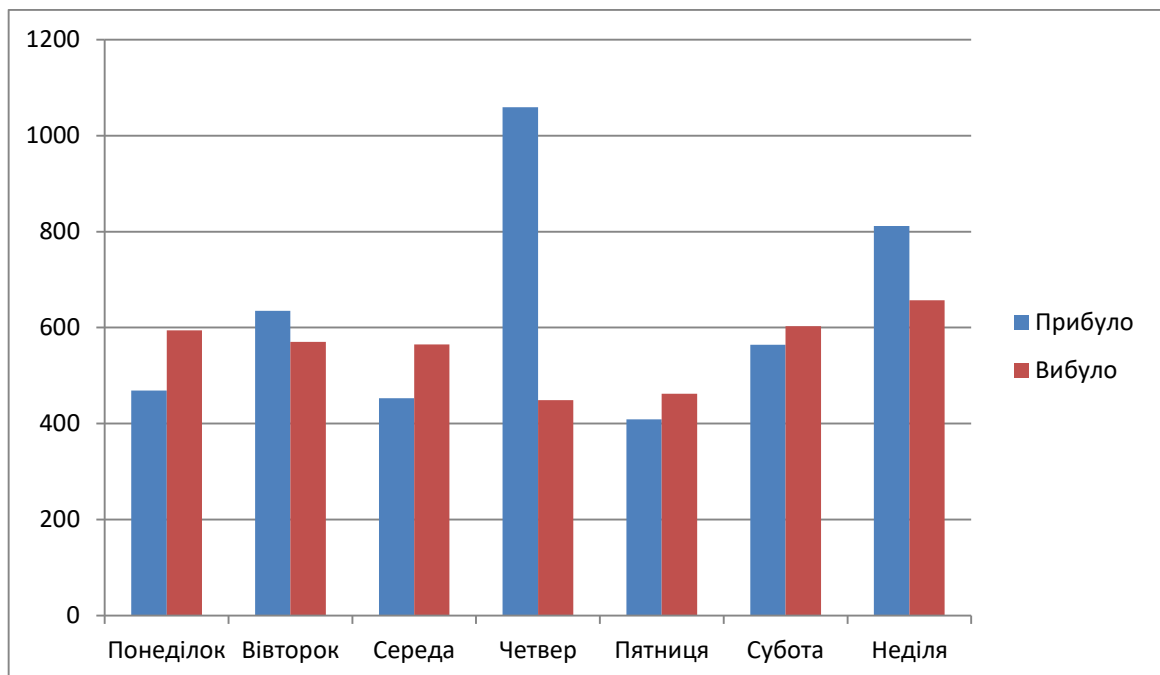


Рисунок 2.14 – Розподіл пасажиропотоків за днями тижня (Тролейбус)

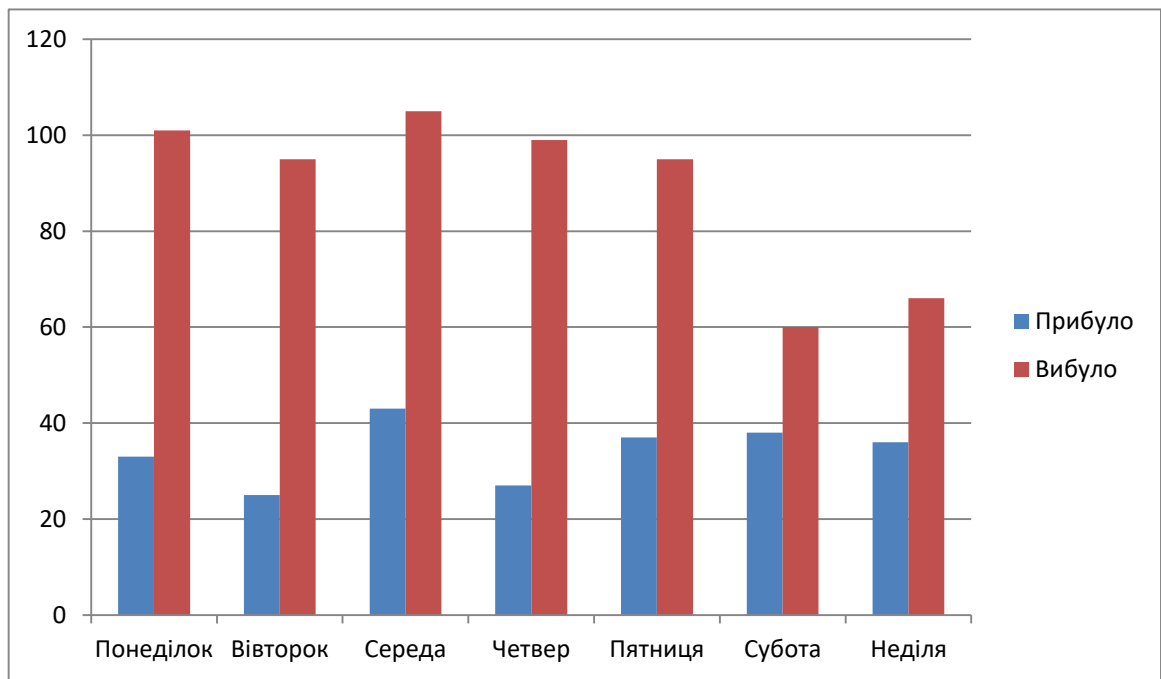


Рисунок 2.15 – Розподіл пасажиропотоків за днями тижня (Таксі)

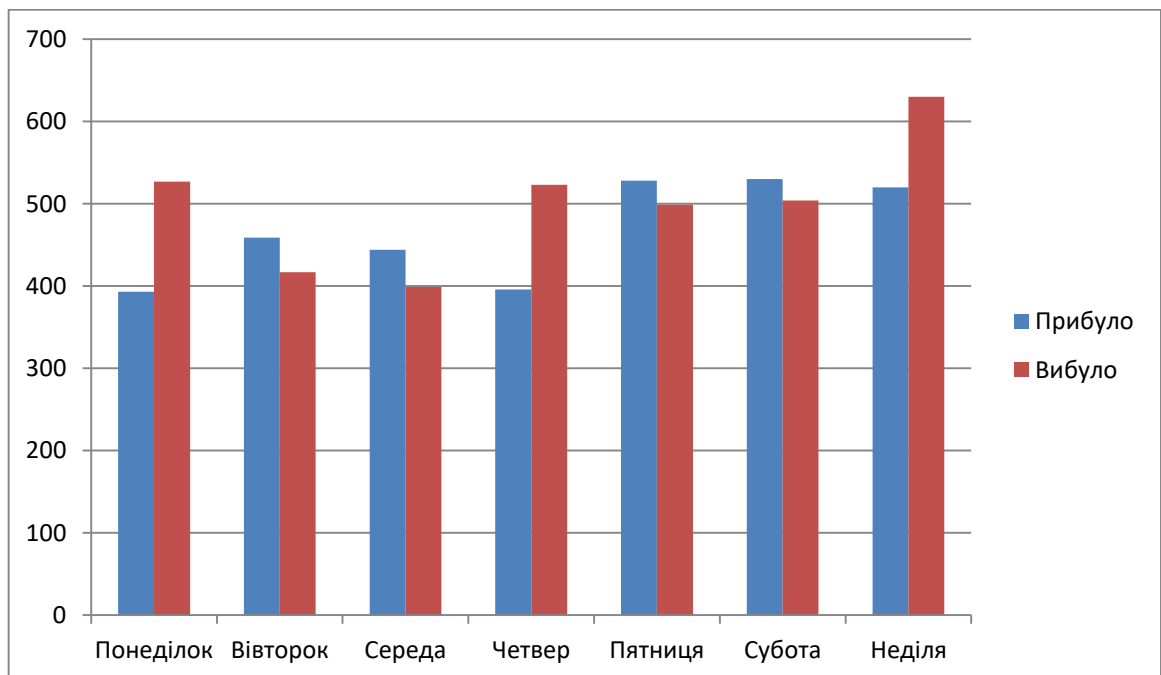


Рисунок 2.16 – Розподіл пасажиропотоків за днями тижня (Автобус)

Також було здійснено аналіз обсягів пасажирських перевезень, виконуваних різними видами транспорту протягом доби за годинами (табл. 2.17 і 2.18).

Таблиця 2.17 – Обсяг перевезень по годинах доби в буденні дні

Години доби	Загальн. пас. потік чол.	Тролейбус		Таксі		Автобус	
		Чол.	%	Чол.	%	Чол.	%
Прибуло							
6-7	222	124	55,9	7	3,1	91	41,0
7-8	546	329	60,3	12	2,2	205	37,5
8-9	563	297	52,7	15	2,7	251	44,6
9-10	454	239	52,6	15	3,3	200	44,1
10-11	281	168	59,8	8	2,8	105	37,4
11-12	222	116	53,2	7	3,1	97	43,7
12-13	216	121	56,1	7	3,2	88	40,7
13-14	265	156	58,9	8	3,0	101	38,1
14-15	319	171	53,6	9	2,8	139	43,6
15-16	330	175	53	10	3,0	145	44,0
16-17	362	196	54,1	10	2,8	156	43,1
17-18	444	249	56,1	15	3,4	180	40,6
18-19	542	297	54,8	16	2,9	229	42,3
19-20	162	94	58,1	4	2,4	64	39,5
20-21	152	90	59,2	5	3,3	57	37,5
21-22	173	98	56,6	6	3,5	69	39,9
22-23	157	103	65,6	11	7,0	43	27,4
Вибуло							
6-7	176	77	43,8	15	8,5	84	47,8
7-8	347	181	52,2	35	10,1	131	37,7
8-9	358	190	53,1	33	9,2	135	37,7
9-10	385	165	42,9	30	7,8	190	49,3
10-11	440	211	48,1	39	8,7	190	43,2
11-12	391	180	46,1	40	10,2	171	43,7
12-13	489	249	50,9	37	7,6	203	41,5
13-14	446	235	52,7	42	9,4	169	37,9
14-15	390	175	44,9	36	9,2	179	45,9
15-16	379	182	48,0	21	5,5	176	46,4
16-17	335	151	45,1	23	6,9	161	48,0
17-18	302	171	56,6	19	6,3	112	37,1
18-19	341	201	58,9	29	8,5	111	32,6
19-20	264	112	42,4	24	9,1	128	48,5
20-21	165	74	44,9	21	12,7	70	42,4
21-22	143	41	28,7	22	15,4	80	55,9
22-23	149	45	30,3	29	19,4	75	50,3

Таблиця 2.18 – Обсяг перевезень по годинах доби у вихідні дні

Години доби	Загальн. пас. потік чол.	Тролейбус		Таксі		Автобус	
		Чол.	%	Чол.	%	Чол.	%
Прибуло							
6-7	183	95	51,9	6	3,3	82	44,8
7-8	202	108	53,5	7	3,4	87	43,1
8-9	211	113	53,5	5	2,4	93	44,1
9-10	157	121	77,0	3	1,9	33	21,1
10-11	113	56	49,6	3	2,6	54	47,8
11-12	108	45	41,7	2	1,8	61	56,5
12-13	167	91	54,5	4	2,4	72	43,1
13-14	194	99	51,0	3	1,6	92	47,4
14-15	111	62	55,9	4	3,6	45	40,5
15-16	144	74	51,4	5	3,5	65	45,1
16-17	96	58	60,4	4	4,2	34	35,4
17-18	89	43	48,3	5	5,6	41	46,1
18-19	133	68	51,1	4	3,0	61	45,9
19-20	157	69	56,7	2	1,3	66	42,0
20-21	135	89	65,9	4	3,0	42	31,1
21-22	181	88	48,6	7	3,9	86	47,5
22-23	119	77	64,7	6	5,0	36	30,3
Вибуло							
6-7	139	101	72,7	13	9,3	25	18,0
7-8	192	98	51,0	12	6,3	82	42,7
8-9	201	132	65,7	10	5,0	59	29,3
9-10	241	144	59,8	7	2,9	90	37,3
10-11	214	76	35,5	5	2,3	133	62,2
11-12	176	83	47,2	6	3,4	87	49,4
12-13	145	54	37,2	4	2,8	87	60,0
13-14	167	62	37,1	8	4,8	97	58,1
14-15	125	71	56,8	2	1,6	52	41,6
15-16	109	34	31,2	5	4,6	70	64,2
16-17	97	55	56,7	4	4,1	38	39,2
17-18	168	99	58,9	3	1,8	66	39,3
18-19	120	81	67,5	12	10,0	27	22,5
19-20	89	31	34,8	7	7,9	51	57,3
20-21	125	48	38,4	7	5,6	70	56,0
21-22	107	34	31,8	10	9,3	63	58,9
22-23	105	57	54,3	11	10,5	37	35,2

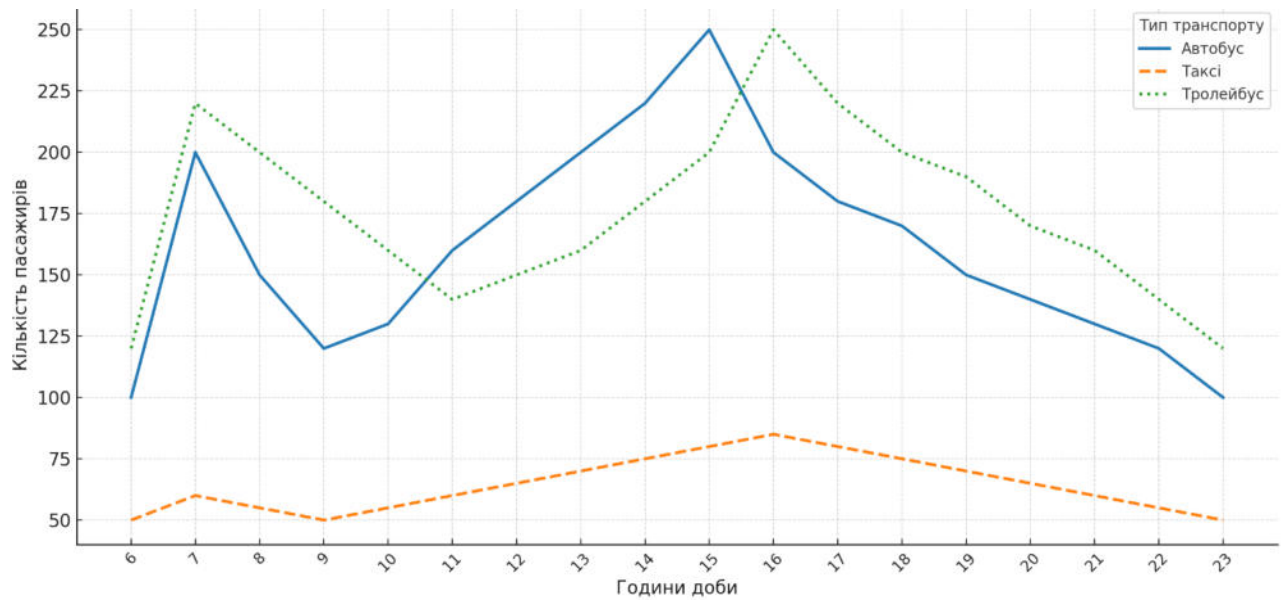


Рисунок 2.17 – Зміна попиту на транспортні послуги в години доби в буденні дні

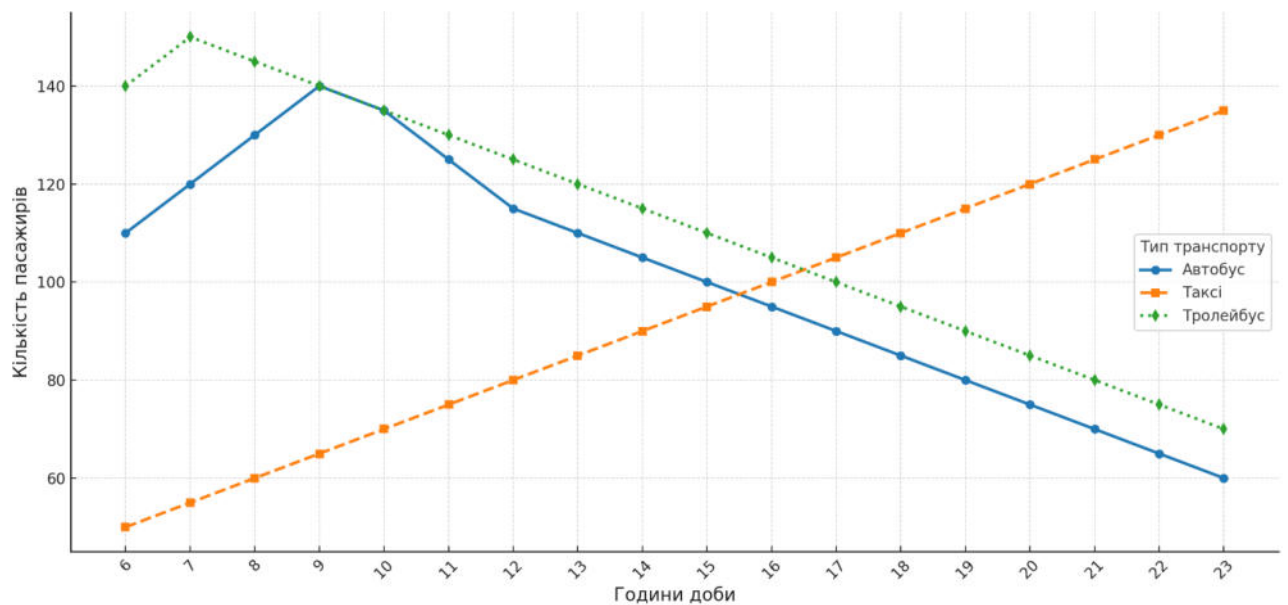


Рисунок 2.18 – Зміна попиту на транспортні послуги в години доби у вихідні дні

У будні дні частка пасажирів, які дістаються до залізничного вокзалу пішки, залишається приблизно однаковою протягом усього дня. Частка кожного виду транспорту у перевезеннях також незначно змінюється. Однак маршрутні автобуси мають найнижчий попит у передобідній та післяобідній час. У цей період основними пасажирами є пенсіонери, які переважно користуються тролейбусами. З 8 до 10 години ранку спостерігається пік попиту на маршрутні автобуси, їх частка наближається до частки

тролейбусів. Після 18–19 годин попит на послуги як автобусів, так і троллейбусів знижується. Водночас автобуси залишаються основним видом транспорту за часткою перевезених пасажирів протягом дня.

У потоці пасажирів, які відправляються вранці, максимальний попит на транспортні послуги спостерігається з 7 до 9 годин, що пов'язано з трудовими поїздками. Після 9 години активність знижується до мінімуму в період з 13 до 14 годин, коли багато людей обирають пішохідний спосіб пересування. До вечора попит на транспорт знову зростає: маршрутні автобуси стають популярними після 17 години, а троллейбуси — після 18 години. Увечері пасажирів зазвичай повертаються з роботи чи дач, часто з багажем, що збільшує потребу в транспорті.

У вихідні дні з 7 до 8 ранку частка маршрутних автобусів також залишається низькою, як і в будні. Після цього попит на транспорт зростає і тримається на стабільному рівні до 13 години, оскільки мешканці прагнуть виїхати за місто в першій половині дня. Після 13 години попит на транспорт серед пасажирів, які прибувають на вокзал, знижується, а ввечері збільшується кількість тих, хто добирається пішки (понад 10%).

Для пасажирів, які відправляються у вихідні, пік транспортної активності також припадає на ранок, але він менш виражений, ніж у будні. В інші години характер змін попиту подібний до буденних днів. Увечері активність пасажирів зростає, що пов'язано з поверненням із заміського відпочинку.

Загалом спостерігається, що частка пішоходів серед пасажирів, які прибувають на вокзал, вища, ніж серед тих, хто відправляється. Це пояснюється, зокрема, складним маршрутом від вокзалу до центру міста, через що багато людей, особливо похилого віку, надають перевагу транспорту. Водночас шлях до вокзалу від основних пересадочних пунктів (центральний ринок, театральна площа) займає 10–15 хвилин, а транспорт має невеликий інтервал руху (близько 5 хвилин). Однак троллейбус №3 часто заповнений, що робить його використання менш зручним.

Частина пасажирів добирається до центру міста без транспорту через

кілька причин. По-перше, це переповненість транспорту та невизначеність часу його прибуття. По-друге, прагнення зекономити — так зазвичай чинить молодь, яка не має пільг чи проїзних квитків. По-третє, бажання прогулятися пішки за сприятливих погодних умов і за відсутності важкого багажу. Старші люди, навпаки, зазвичай віддають перевагу транспорту.

2.10 Методика збору даних

Для отримання експериментальних даних, необхідних для оцінки не лише індивідуальних характеристик автомобіля, але й усіх учасників транспортного процесу в терміналі в реальних умовах експлуатації, а також для розробки алгоритму, було створено програму випробувань.

Враховуючи потребу в оцінці екологічного впливу транспортних засобів, пасажирських перевезень та безпеки дорожнього руху, було вивчено фактори, що впливають на витрати палива та безпеку. Для проведення експериментів щодо визначення фактичних витрат палива та оцінки безпеки руху використовувався спеціальний набір обладнання:

Діагностичний прилад Flash-сканер з програмним забезпеченням «Мотор-Тестер»;

Ноутбук для обробки даних;

Прилад «ІСКРА-М» для вимірювання швидкості руху автомобілів;

Газоаналізатор для аналізу відпрацьованих газів двигуна.

Призначення та можливості обладнання:

Flash-сканер і «Мотор-Тестер»:

Діагностика двигунів внутрішнього згоряння з електронною системою впорскування палива.

Відображення контрольованих параметрів у цифровому та графічному вигляді.

Управління механізмами двигуна та проведення тестів для визначення:
частоти обертання колінчастого валу,
швидкості прогрівання двигуна,

витрат палива (поточних, середніх, загальних),
швидкості автомобіля,
виявлення та усунення помилок у пам'яті електронного блоку управління.

Похибка вимірювань Flash-сканера становить $\pm 0,5\%$.

Ноутбук:

Використовувався для збирання, обробки та збереження даних із Flash-сканера.

Прилад «ІСКРА-М»:

Застосовувався для вимірювання швидкості автомобілів як у русі, так і в стаціонарному положенні.

Може працювати як від автомобільного акумулятора, так і від власного джерела живлення.

Похибка вимірювань становить $\pm 1,5\%$.

Під час випробувань фіксувалися такі параметри:

Довжина маршруту.

Час обертового циклу.

Кількість транспортних засобів на маршруті.

Кількість світлофорів та зупинок (планових і позапланових).

Число лівих поворотів.

Зупинки на червоний сигнал світлофора.

Пробки, перестроювання, поздовжній ухил дороги.

Інтенсивність руху та швидкість на окремих ділянках.

Крім того, за допомогою Flash-сканера визначалися:

Частота обертання колінчастого валу.

Швидкість прогрівання двигуна.

Поточні, середні та загальні витрати палива за поїздки.

Ці дані стали основою для комплексного аналізу ефективності використання транспортних засобів і розробки рекомендацій для оптимізації транспортного процесу.

Таблиця 2.19 – Результати натурного обстеження роботи маршрутного таксі

за/п	Початку руху		Закінчення руху		планові		позапланові		на світлофорі		«ліві повороти» по ОДР		Пробки, с	Число пасажирів на початковій зупинці		Посадка пасажирів	Із 1 ряду в 2 і із 2 ряду в 1		Вїзд на зустрічну смугу руху
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13							
Маршрут №39																			
1	7 ³⁰	9 ³⁰	39	1	29	9	2	60	9	51	9	1							
2	8 ⁰⁰	10 ⁰⁰	39	2	29	9	2	150	7	43	10	1							
3	8 ³⁰	10 ³⁰	39	2	29	9	2	180	10	41	9	2							
4	9 ⁰⁰	11 ⁰⁰	39	2	29	9	2	150	5	32	9	0							
5	9 ³⁰	11 ³⁰	39	2	29	9	2	120	7	24	10	1							
6	10 ⁰⁰	12 ⁰⁰	39	1	29	9	2	60	3	33	9	1							
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...							
Маршрут №64																			
1	7 ¹⁵	8 ³⁵	26	2	20	4	2	60	2	23	5	1							
2	7 ⁴⁵	9 ⁰⁵	26	2	20	4	2	120	3	31	6	0							
3	8 ¹⁵	9 ³⁵	26	2	20	4	2	150	5	36	5	1							
4	8 ⁴⁵	10 ⁰⁵	26	2	20	4	2	150	1	33	5	1							
5	9 ¹⁵	10 ³⁵	26	2	20	4	2	120	2	24	5	0							
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...							

На підставі результатів дорожніх випробувань було визначено швидкість сполучення транспортного засобу на маршруті:

$$V_c = \frac{2 \cdot l_m}{t_{об} - t_{коА} - t_{коВ}} \quad (2.25)$$

де $t_{коА}$ і $t_{коВ}$ - час відстою на кінцевих зупинках;

$t_{об}$ - час обороту на маршруті;

l_m - довжина маршруту.

На підставі отриманих даних стала можливою пропозиція функції, яка описує швидкість руху маршрутних автобусів з урахуванням чинників, що впливають на безпеку дорожнього руху.

2.11 Статистичний аналіз швидкостей сполучення

Статистичний аналіз проводився з метою виявлення загальних закономірностей у розподілі швидкостей руху пасажирських транспортних засобів у транспортному потоці протягом різних періодів доби. На основі зібраних даних було побудовано гістограму та визначено теоретичний закон розподілу швидкостей. Для порівняння емпіричного і теоретичного розподілів застосовувався критерій відповідності Пірсона.

Результати аналізу показали, що розподіл швидкостей руху відповідає нормальному закону. У ході дослідження було розраховано середнє математичне очікування швидкості, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт варіації. Отримані гістограми та криві нормального розподілу подано на відповідних рисунках. Усі проведені перевірки підтвердили відповідність розподілу нормальному закону.

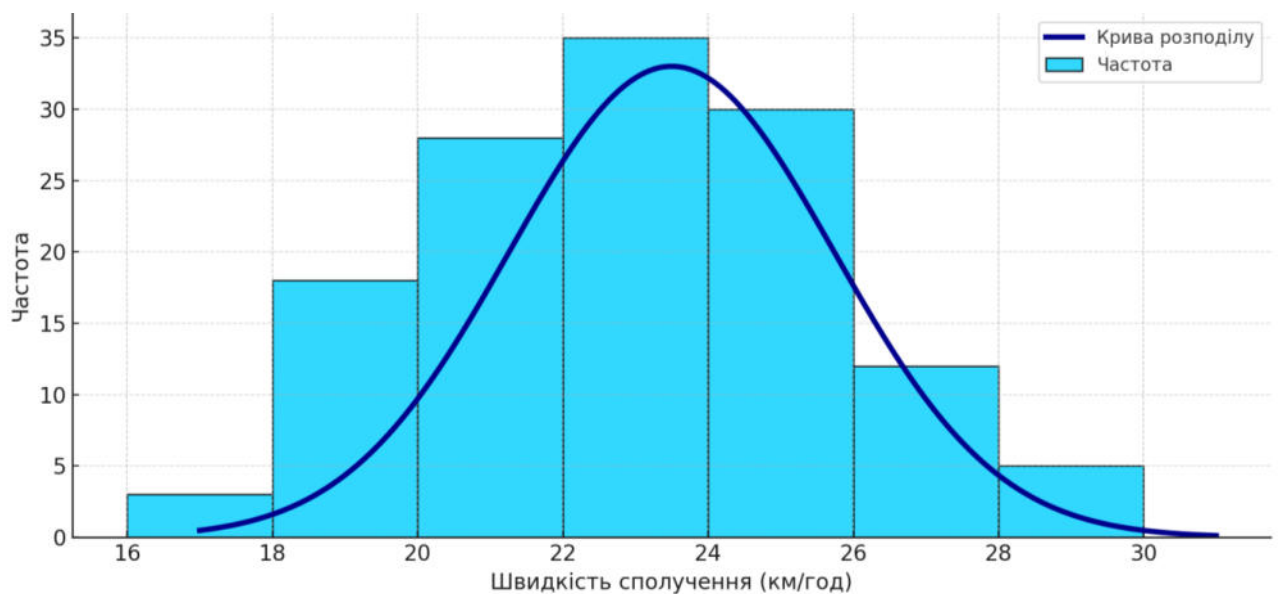


Рисунок 2.19 – Розподіл швидкостей сполучення у вранішні години

$$V_c = 23,4 \text{ км/год} \nu = 10,6\%$$

$$\sigma = 2,43 \quad \chi^2 = 7,86$$

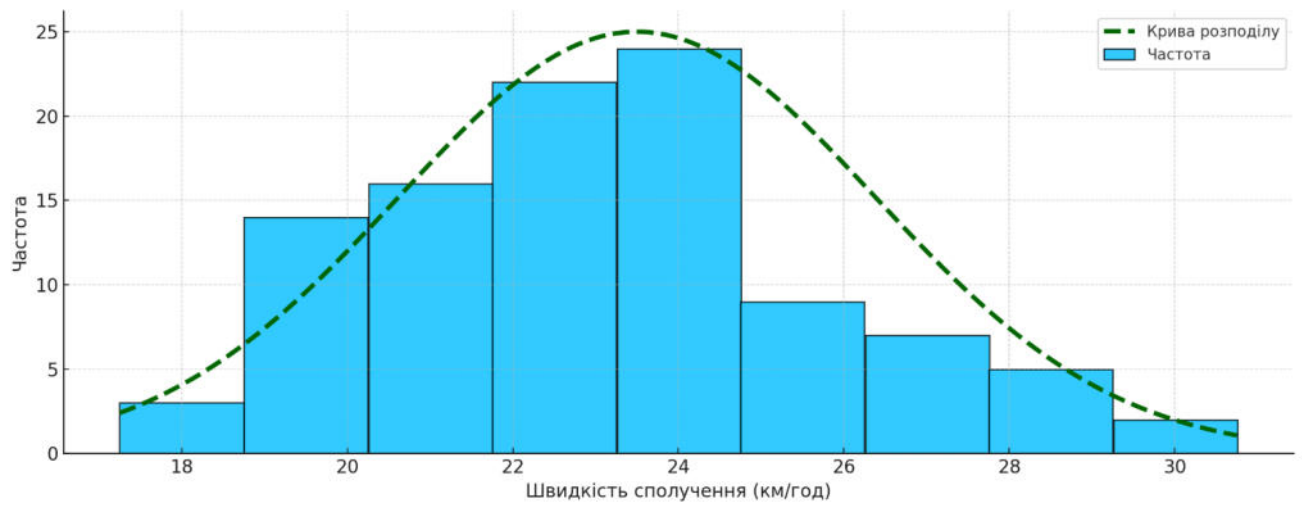


Рисунок 2.20 – Розподіл швидкостей сполучення в денні години

$$V_c = 23,03 \text{ км/год} \nu = 11,7\%$$

$$\sigma = 2,71 \quad \chi^2 = 8,69$$

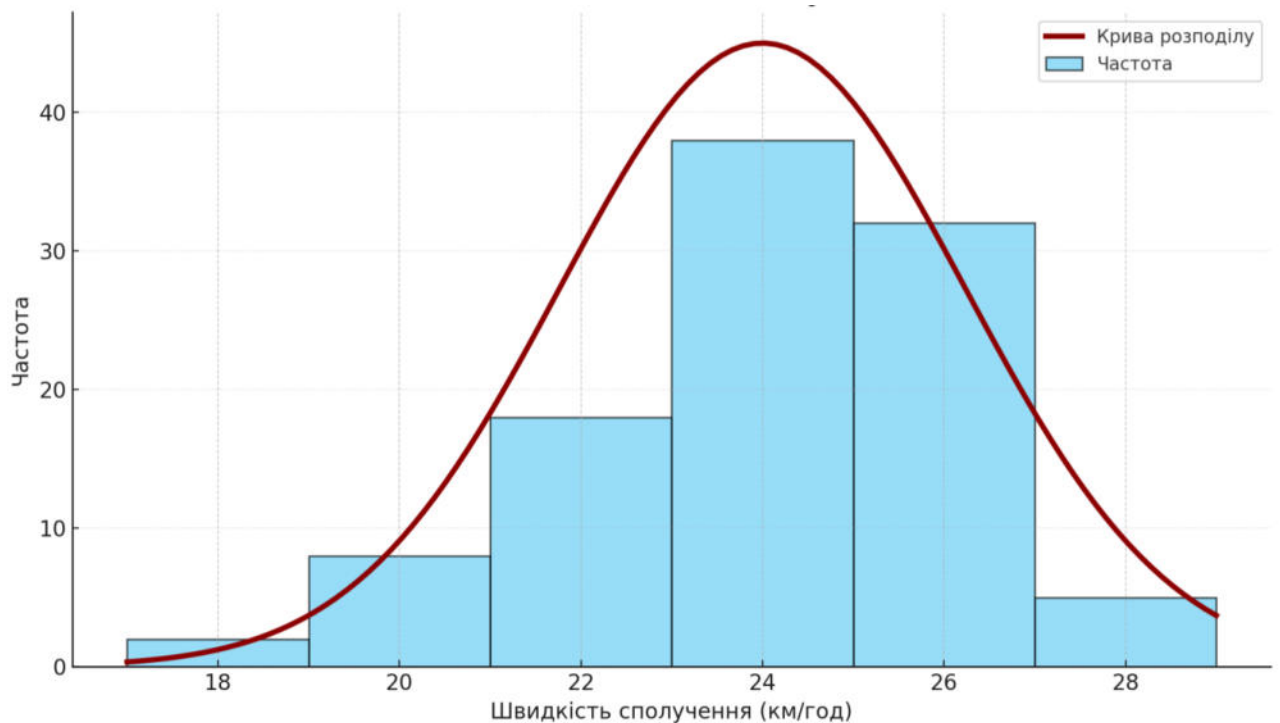


Рисунок 2.21 – Розподіл швидкостей сполучення у вечірні години

$$V_c = 24,32 \text{ км/год} \nu = 8\%$$

$$\sigma = 1,91 \quad \chi^2 = 4,37$$

У результаті проведеної обробки даних отримано середні значення коефіцієнтів варіації близько 10%, що відповідає даним, наведеним у дослідженні.

2.12 Математична обробка результатів експерименту

Об'єктом дослідження при плануванні експерименту є модель «чорного ящика», широко використовувана в кібернетиці. Вхідні параметри цієї моделі представляють собою фактори, які визначають способи впливу на об'єкт, тоді як вихідні параметри відображають характеристики процесу. Зв'язок між входами та виходами описується рівняннями регресії.

Для побудови рівнянь регресії необхідно визначити експлуатаційні фактори, які впливають на техніко-економічні показники автомобіля. Важливо врахувати максимально можливу кількість чинників, фіксоване поєднання яких формує один із можливих станів «чорного ящика». Це також є основною умовою для проведення одного з варіантів дослідження.

Однак зі збільшенням кількості чинників різко зростає кількість необхідних експериментів. Для визначення цього числа використовується формула, за якою кількість рівнів чинників підноситься до ступеня, що дорівнює кількості чинників.

Під час виконання завдань, поставлених у цій роботі, досліджувався вплив тринадцяти факторів: кількість планових та позапланових зупинок на кілометр маршруту, кількість лівих поворотів і світлофорів на кілометр маршруту, кількість зупинок, пов'язаних з організацією дорожнього руху, число перестроювань між смугами руху та виїздів на зустрічну смугу на кілометр маршруту, коефіцієнт зчеплення, коефіцієнт опору коченню, дисперсія ухилу подовжнього профілю, насиченість маршруту перешкодами, завантаженість автомобіля та інтенсивність руху. Проте рівняння регресії, що включає тринадцять експлуатаційних чинників, буде занадто громіздким, тому необхідно зменшити їхню кількість. Для цього було проведено аналіз впливу цих факторів на оцінкові показники тягово-швидкісних характеристик автомобіля.

Завдяки попередньому аналізу встановлено, що вплив кількості планових і непланових зупинок на кілометр маршруту, кількості лівих поворотів і світлофорів на кілометр маршруту, кількості зупинок через

організаційні причини дорожнього руху на кілометр маршруту, а також числа перестроювань між смугами руху та виїздів на зустрічну смугу на кілометр маршруту є подібним.

На рисунку 3.13 продемонстровано вплив різних факторів на швидкість руху за маршрутом. Аналіз цих залежностей дає змогу об'єднати впливові параметри в єдиний показник, що відображає кількість уповільнень автомобіля на кожному кілометрі шляху.

В умовах міського руху вплив коефіцієнта зчеплення на швидкість є незначним, оскільки максимальний момент, який може забезпечити провідне колесо, зазвичай значно перевищує момент, переданий до нього. Також рівень коефіцієнта опору коченню на дорогах із асфальтобетонним покриттям залишається стабільним, і його коливання майже не впливають на швидкість руху. Таким чином, у зазначених умовах коефіцієнти зчеплення та опору коченню можна вважати постійними величинами.

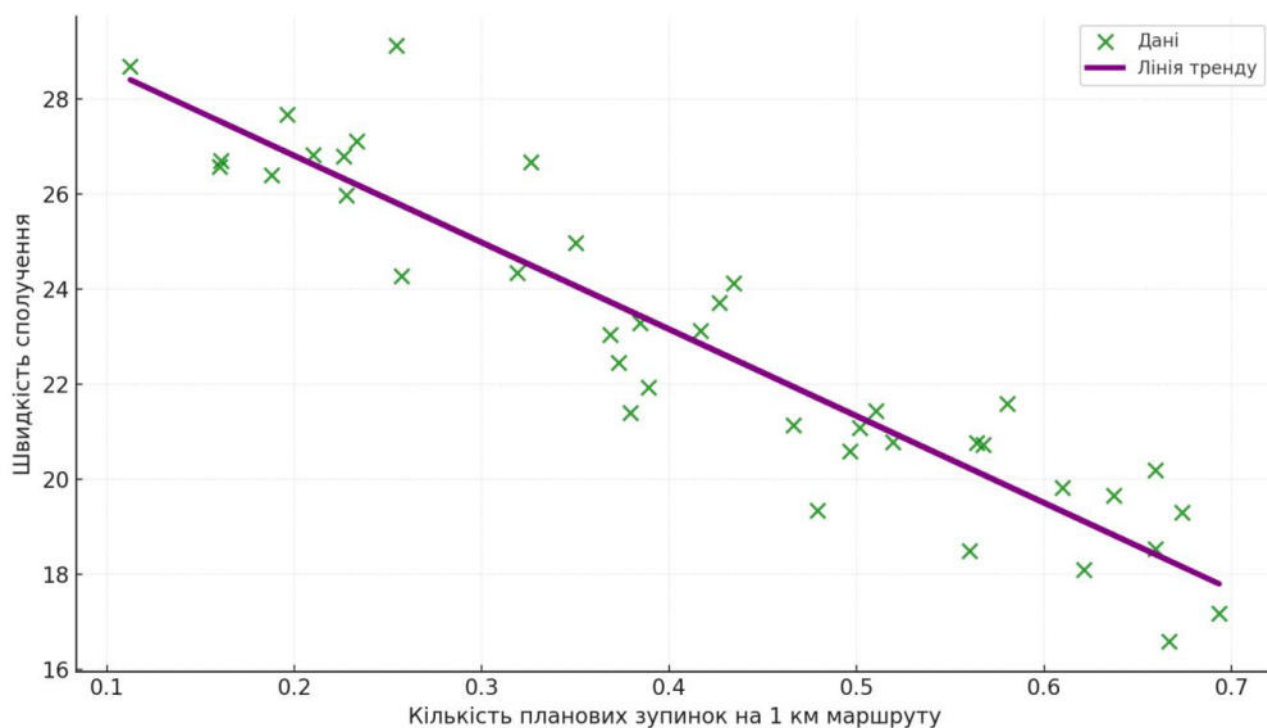


Рисунок 2.22 – Кількість планових зупинок на 1 км. Шляху

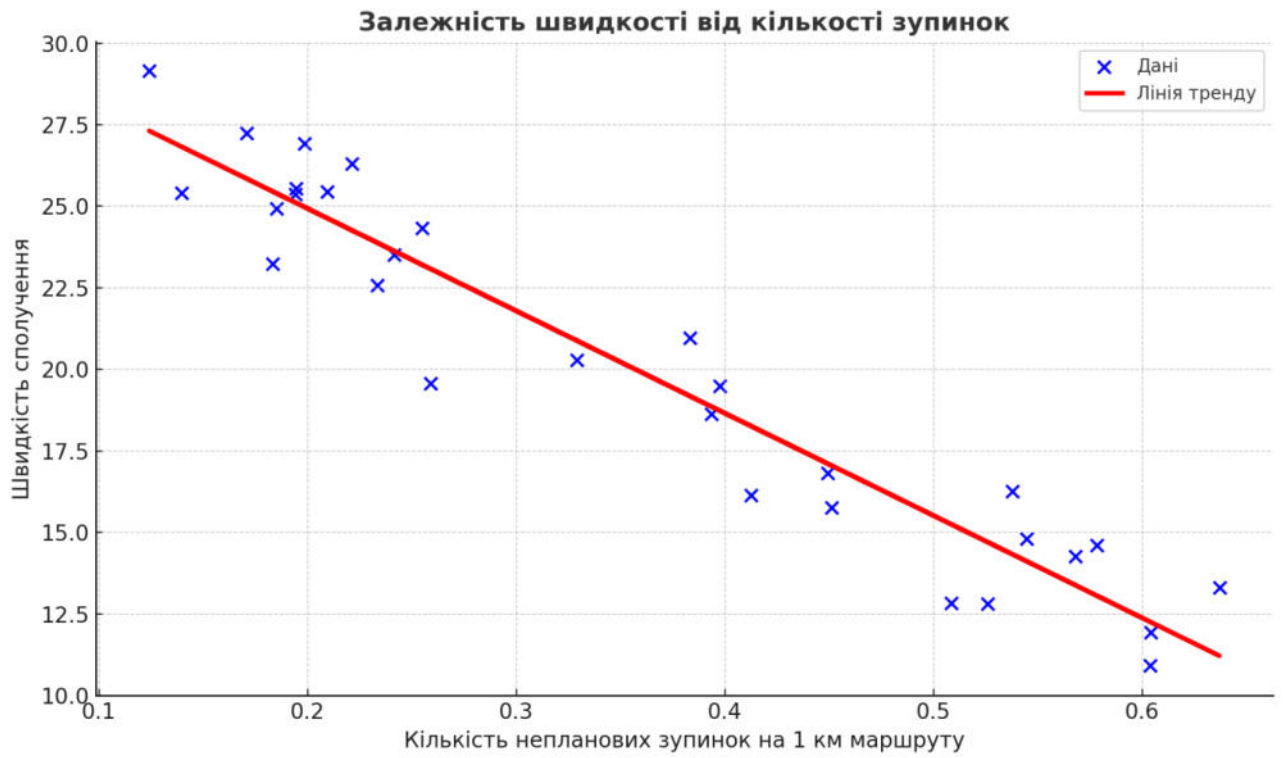


Рисунок 2.23 – Кількість непланових зупинок на 1 км. дороги

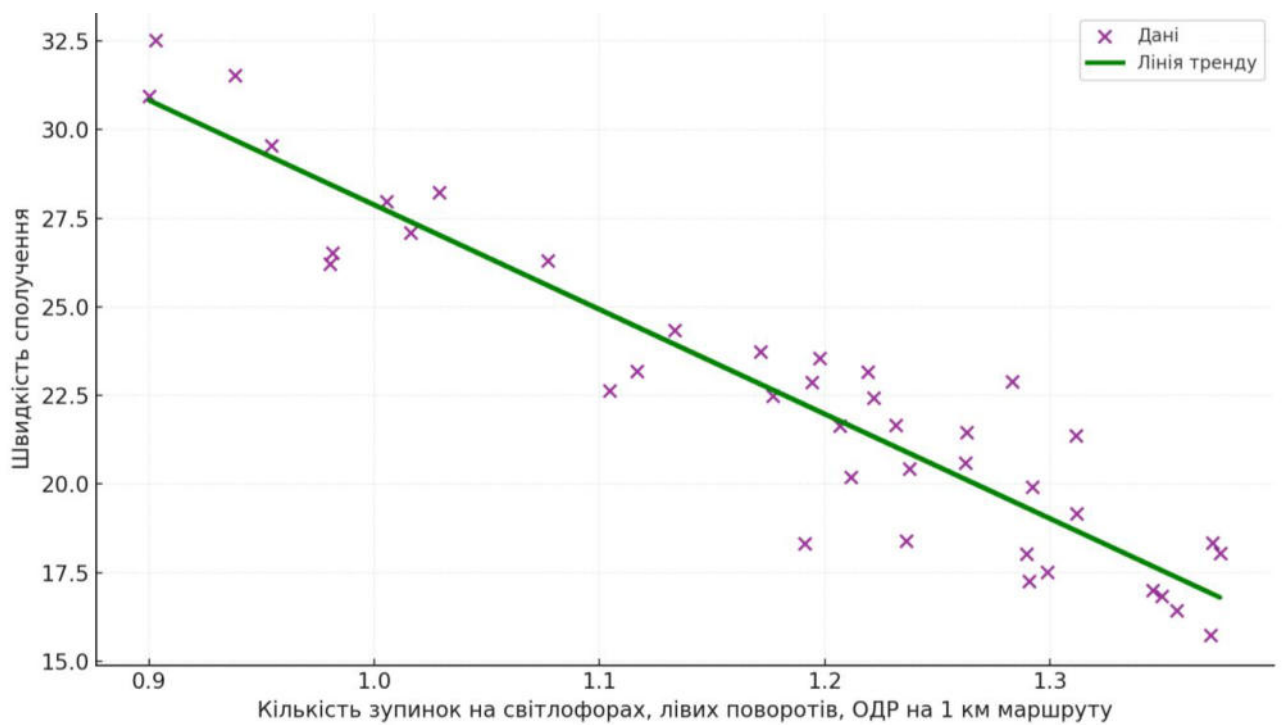


Рисунок 2.24 – Кількість зупинок на світлофорах, лівих поворотів та маневрів згідно з правилами дорожнього руху на кожен кілометр маршруту.

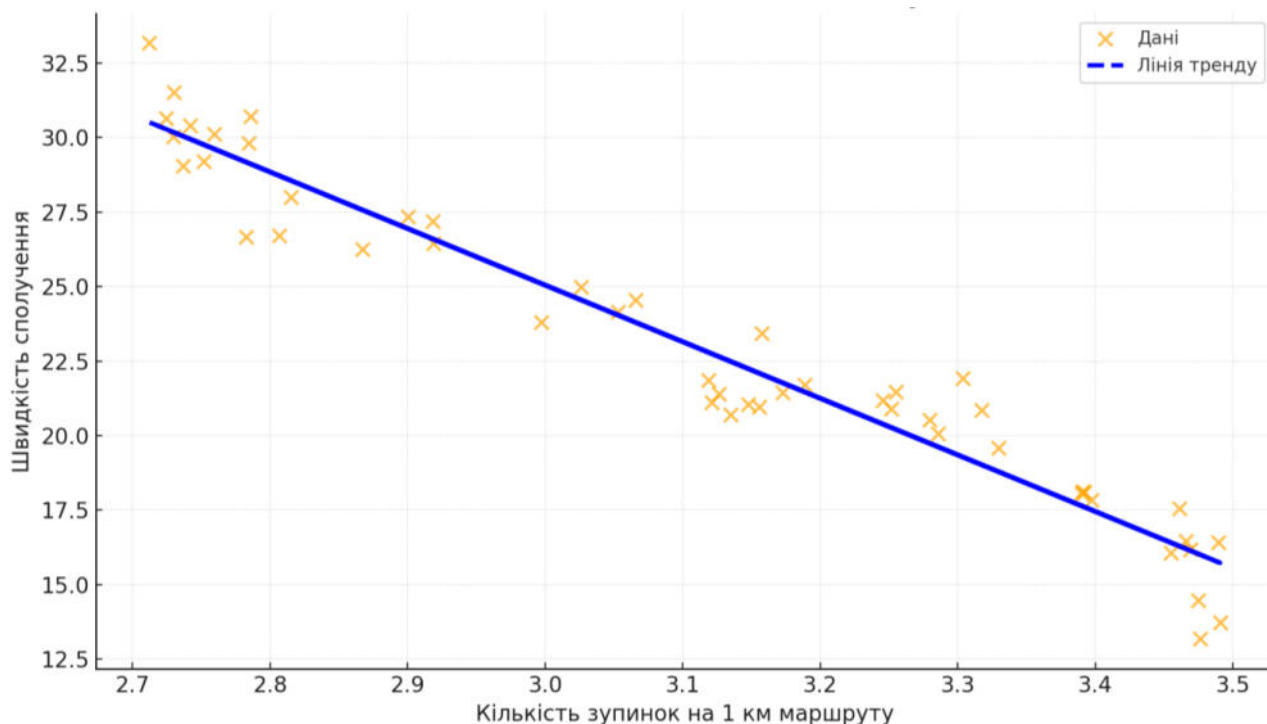


Рисунок 2.25 – Кількість перестроювань на 1 км. шляху

У цій роботі, звівши кількість варійованих факторів до п'яти, було проаналізовано вплив таких чинників: частота уповільнень на один кілометр маршруту (x_1), ступінь завантаженості автомобіля (x_2), дисперсія ухилу поздовжнього профілю (x_3), насиченість маршруту перешкодами (x_4) та інтенсивність руху (x_5). Усі наведені фактори відповідають ключовим вимогам [3]: вони є керованими, однозначними, сумісними й незалежними один від одного.

Тип функції відгуку, а саме вибір ступеня полінома, визначається поставленою метою аналізу. Найпростіше рішення — апроксимувати функцію відгуку лінійною залежністю. Проте, для більш адекватного опису поверхні відгуку в даному випадку використовується поліном другого порядку.

Математичний вираз моделі (рівняння регресії) у цьому разі має такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 y = & b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_4 + b_5 \cdot x_5 + b_6 \cdot x_1 \cdot x_2 + b_7 \cdot x_1 \cdot x_3 + b_8 \cdot x_1 \cdot x_4 + b_9 \cdot x_1 \cdot x_5 + \\
 & + b_{10} \cdot x_2 \cdot x_3 + b_{11} \cdot x_2 \cdot x_4 + b_{12} \cdot x_2 \cdot x_5 + b_{13} \cdot x_3 \cdot x_4 + b_{14} \cdot x_3 \cdot x_5 + b_{15} \cdot x_4 \cdot x_5 + b_{16} \cdot x_1^2 + b_{17} \cdot x_2^2 + \\
 & + b_{18} \cdot x_3^2 + b_{19} \cdot x_4^2 + b_{20} \cdot x_5^2
 \end{aligned}
 \quad (2.26)$$

де y – швидкість сполучення, яка досліджується;

$x_1.. x_6$ - незалежні фактори;

$b_0, b_1.. b_{20}$ – коефіцієнти рівнянь регресії.

За результатами опрацювання даних проведеного експерименту було визначено такі коефіцієнти для незалежних змінних:

$$b_0 = 38,33, b_1 = -14,04, b_2 = 0,98, b_3 = 0,99, b_4 = 4,02, b_5 = -0,05, b_6 = -0,04, \\ b_7 = -0,002, b_8 = 0,47, b_9 = 0,05, b_{10} = -0,003, b_{11} = -0,11, b_{12} = -0,009, b_{13} = -0,02, \\ b_{14} = -0,002, b_{15} = -0,001, b_{16} = -0,71, b_{17} = 0,03, b_{18} = 0,0002, b_{19} = -0,05, b_{20} = 0,0003.$$

З метою оцінювання екологічного аспекту перевізного процесу було введено показник — питомий коефіцієнт складності маршруту. Він характеризує годинну витрату палива автомобілем із заданим технічним станом на конкретному маршруті і обчислюється за такою формулою:

$$k_m = a_0 + a_1 \cdot V_{cp} + a_2 \cdot M \cdot \Pi, \quad (2.27)$$

де k_m - питомий коефіцієнт складності маршруту;

a_0, a_1, a_2 - коефіцієнти рівняння регресії;

V_{cp} - середня швидкість сполучення на маршруті;

M – ступінь завантаження автомобіля;

Π – рівень пересіченості.

На основі оброблених експериментальних даних були отримані такі значення коефіцієнтів для незалежних змінних:

$$k_m = 0,517 + 0,0052 \cdot V_{cp} - 3,69 \cdot 10^{-4} \cdot M \cdot \Pi \quad (2.28)$$

Отже, маючи значення питомого коефіцієнта складності маршруту, можна перейти до розрахунку витрати палива на цьому маршруті, використовуючи наступну формулу:

$$Q = b_0 + b_1 \cdot k_m \cdot q_m, \quad (2.29)$$

де b_0, b_1 - коефіцієнти рівняння регресії.

Враховуючи вищевикладене отримуємо наступну залежність:

$$Q = 0,102 + 0,278 \cdot k_m \cdot q_m \quad (2.30)$$

За відсутності паралельних експериментальних спостережень і

дисперсій відтворюваності, адекватність отриманих регресійних рівнянь оцінювали за критерієм Фішера:

$$F = \frac{S_y^2}{S_{\text{зал}}^2} \quad (2.31)$$

де S_y^2 - дисперсія щодо середнього;

$S_{\text{зал}}^2$ - залишкова дисперсія.

Перевірка засвідчила, що побудовані рівняння регресії є адекватними експериментальним даним. Додатково було розраховано коефіцієнт множинної кореляції, який є показником сили зв'язку в умовах множинної регресії.

Отримані коефіцієнти множинної кореляції свідчать про наявність тісного зв'язку в рівняннях, що описують швидкість сполучення, коефіцієнт складності маршруту і залежність витрати палива на маршруті від досліджуваних чинників.

Значущість коефіцієнтів рівнянь регресії перевірялася за критерієм Стьюдента.

$$t_i = \frac{b_i}{S_{bi}} \quad (2.32)$$

Табличне значення параметра при рівні значимості $p=0,05$ та кількості степеней вільності $f_2=5$, $t_p(f_2)=2,57$. Коефіцієнт значущий, якщо $t_i > t_p(f_2)$ де f_2 – кількість степеней вільності дисперсії.

На основі отриманої лінійної залежності витрати палива на маршруті від низки чинників, що визначають режими дорожнього руху, можна розрахувати питомі викиди шкідливих речовин (у перерахунку до CO). Це дозволяє оцінити екологічний збиток, завданий одним транспортним засобом, у розрахунку на кілометр шляху або на одного пасажирів.

Крім того, було проаналізовано вплив таких чинників, як кількість уповільнень на один кілометр шляху, інтенсивність дорожнього руху та завантаженість автомобіля, на швидкість сполучення (рис. 2.26).

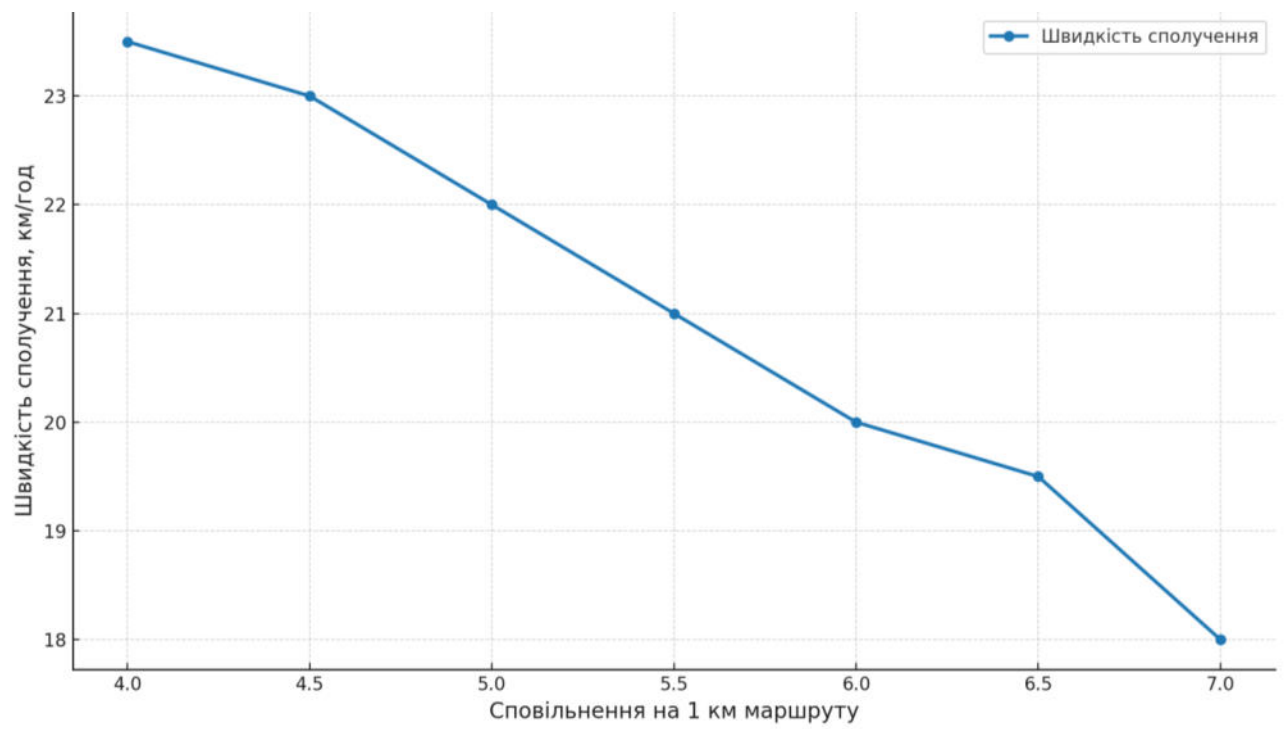


Рисунок 2.26 – Вплив числа уповільнень на 1км маршруту на швидкість сполучення

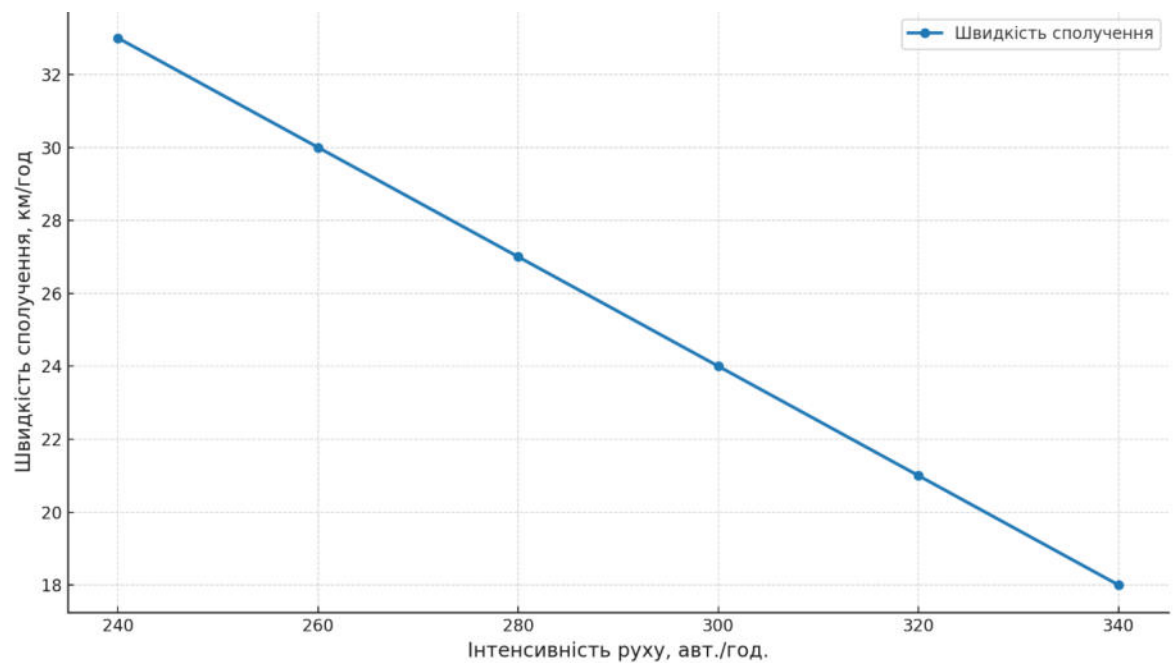


Рисунок 2.27 – Вплив інтенсивності руху на швидкість сполучення

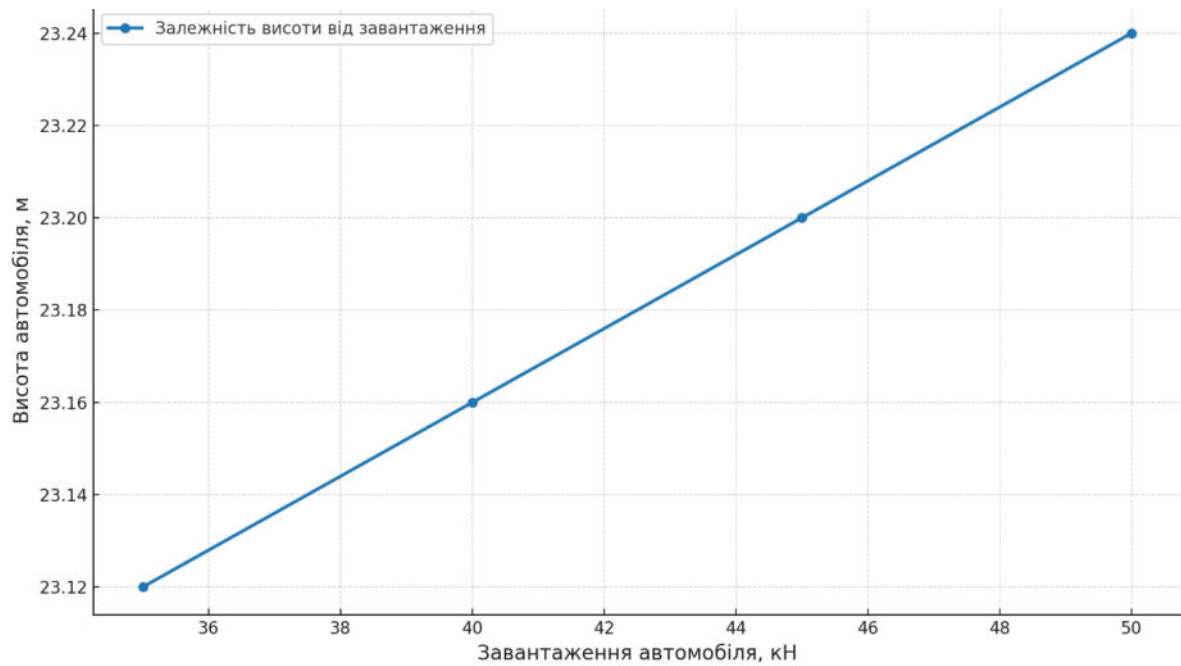


Рисунок 2.28 – Вплив завантаження автомобіля на швидкість сполучення

Найсуттєвіший вплив на швидкість руху має кількість уповільнень на кілометр шляху. В середньому фіксується приблизно 4,2 уповільнення на один кілометр. Зростання цього показника на 10% призводить до зниження швидкості приблизно на 6%. Інтенсивність руху, починаючи з рівня 300 автомобілів на годину, також істотно впливає на швидкість. Підвищення інтенсивності руху на 5% знижує швидкість приблизно на 2%.

Щодо навантаження транспортного засобу, воно особливо помітно позначається на швидкості маршрутних таксі. Через збільшення кількості пасажирів у салоні підвищення завантаженості на 15% дає можливість підняти швидкість сполучення на 7%.

Окрім того, було визначено рівняння, які описують залежність обсягів пасажиропотоку від часу доби, конкретної години та дня тижня.

3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Опис транспортного вузла «Залізничний вокзал»

Залізничний вокзал міста Тернопіль виступає масштабним транспортним вузлом, у межах якого стикаються різні наземні види транспорту та відбуваються значні пасажирські пересадки. На час проведення дослідження наземний міський громадський транспорт, що обслуговує цю локацію, був представлений автобусами та тролейбусами.

Зокрема, залізничний вокзал обслуговують тролейбусні маршрути №3 та №8. Маршрут №3, який поєднує залізничний та автовокзал, є одним із найперших та найпопулярніших серед пасажирів, адже забезпечує регулярність руху та комфортні умови. На цьому маршруті експлуатуються тролейбуси марок Škoda 14Tr, Škoda 9Tr, Jelcz та ЛАЗ із загальною місткістю до 100 осіб. Ці транспортні засоби цілком відповідають вимогам, що висуваються до міського рухомого складу.

Автобусні перевезення здійснюються за маршрутами №32, №33, №37, №39, №43, №44, №55, №56, №64, №67. Для цього використовуються автобуси марок «Богдан», «Еталон», ISUZU, Mercedes, які забезпечують відносно високий комфорт та швидкість сполучення.

Окрім своєї функції як великого пересадочного центру, залізничний вокзал також слугує простором для культурно-дозвіллевих активностей городян. На його території працюють крамниці та кафе, що задовольняють потреби пасажирів та мешканців міста.

Описані характеристики дають змогу зробити попередній висновок про різноманітність структури поїздок пасажирів. Вони включають трудові та ділові поїздки, а також культурно-побутові (у тому числі дачні) подорожі. Особливої актуальності останні набувають завдяки наявності приміських маршрутів, що є затребуваними переважно у літній період.

Для забезпечення безперервної та скоординованої роботи транспорту необхідно визначити особливості динаміки пасажиропотоків, їх структуру та

попит на окремі види транспорту.

Відповідно до раніше наведеного визначення (розділ 2), термінал має виконувати такі функції: забезпечення зручного доступу та посадки пасажирів, оптимізація використання різних транспортних засобів та формування пасажиропотоків. З упевненістю можна констатувати, що у пересадковому вузлі «Залізничний вокзал» найповніше реалізована функція формування пасажиропотоків, тоді як дві інші функції втілені меншою мірою. Водночас тут відбувається взаємодія залізничного транспорту з наземним автомобільним та тролейбусним рухом.

Якщо розглядати вокзал з позиції групування терміналів, то його доцільно віднести до другої групи (див. рис. 4.1), тобто до спеціалізованих терміналів, зорієнтованих переважно на той вид транспорту, що володіє високою пропускнуою здатністю. У цьому випадку основну роль відіграє саме залізничний транспорт.

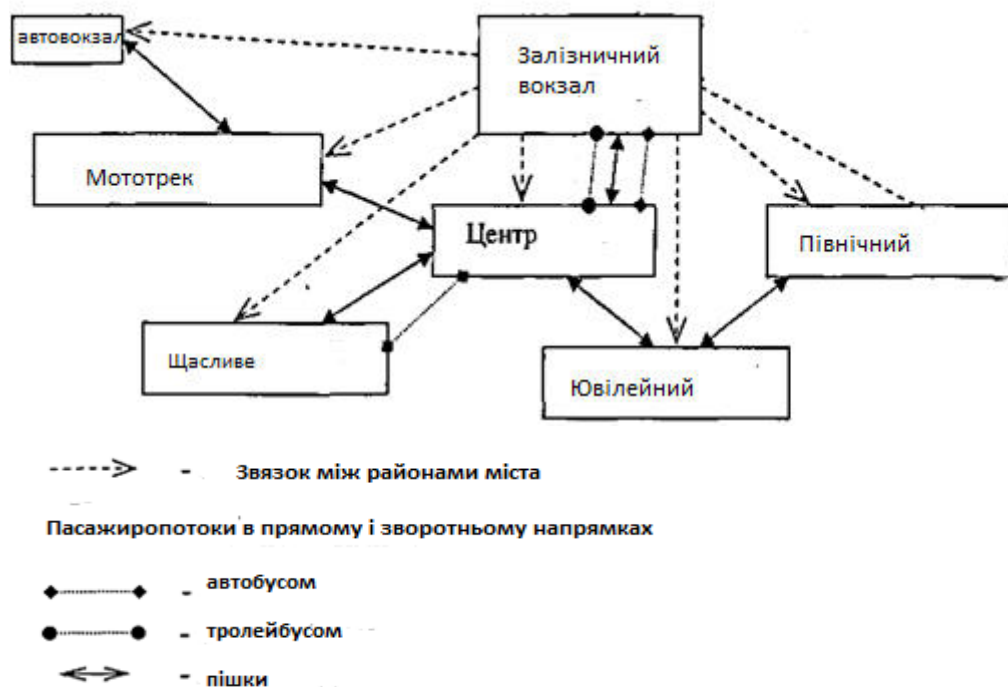


Рисунок 3.1 – Схема пасажирського терміналу «Залізничний вокзал»

Якщо розглянути класифікацію даного терміналу, то серед трьох запропонованих варіантів найбільш відповідним виявляється другий тип — термінал, де закінчується одна транспортна мережа і починається інша. У

цій ситуації провідна роль належить обслуговуванню пасажирів зовнішнім (у нашому випадку залізничним) транспортом, а другорядну функцію виконує внутрішній транспорт (наземний автомобільний).

Отже, для залізничного вокзалу слід приділити особливу увагу організації транспортного руху та оптимізації використання різних видів транспорту. Здійснити це можна за допомогою алгоритму визначення необхідної кількості рухомого складу, наведеного у розділі 2.

3.2 Аналіз існуючої структури транспорту

У ході обстеження пасажиропотоку на залізничному вокзалі з метою вивчення уподобань пасажирів було опитано по 100 осіб у кожній з чотирьох респондентських груп: студенти та учні, працюючі, безробітні та пенсіонери. Відповідно до раніше розробленої методики, кожному респонденту пропонувалося оцінити та впорядкувати за значущістю фактори, що впливають на процес перевезення.

Крім того, як вихідні дані враховувалися: пасажиропотік для кожного виду транспорту, час обороту транспортного засобу (для маршрутних автобусів використано середній показник часу обороту по всіх маршрутах), місткість одиниці рухомого складу (опорні дані), кількість транспортних засобів, дані, подані в таблицях 3.1–3.3, інтервал руху між транспортними засобами, а також дорожньо-кліматичні умови.

З огляду на пасажиропотік у прямому та зворотному напрямках, для коректного аналізу було приведено до загального значення пасажиропотік пасажирів, які вибувають із маршруту. Підсумки розрахунків наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Опорні дані до розрахунків

	Пасажиропотік	Час обороту	Місткість
Автобус	1005	1,50	32
Таксі	116	0,63	4
Тролейбус	1226	0,85	100
Пішки	150	-	-

Згідно з результатами експериментальних досліджень, через термінал «Залізничний вокзал» щогодини проходять приблизно 62 маршрутних автобуси.

На підставі попередніх розрахунків можна з упевненістю стверджувати, що середній час перебування кожного маршрутного автобуса у терміналі становить 3,55 хвилини.

Для вибору оптимальної структури рухомого складу було розроблено програму за допомогою мови програмування Delphi 7.

Орієнтуючись на методику, запропоновану в роботі, а також маючи наведені в таблиці 3.2 дані та виконавши обчислення масових викидів шкідливих речовин за відповідними залежностями, одержали результати, подані у таблиці 3.3.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку (автобуси)

	g_{np}	t_{np}	g_L	L'	L''	g_{xx}	t_{xx}
CO	4,5	1	19,5	0,025	0,025	4,5	1
CH	0,4	1	3,5	0,025	0,025	0,4	1
NO_x	0,05	1	0,4	0,025	0,025	0,05	1
SO_2	0,012	1	0,07	0,025	0,025	0,012	1

Таблиця 3.3 – Результати розрахунків викидів токсичних речовин для одного автобусу

M'_{CO}	9,4875	M''_{CO}	4,9875	M_{CO}	14,475
M'_{CH}	0,8875	M''_{CH}	0,4875	M_{CH}	1,375
M'_{NOx}	0,11	M''_{NOx}	0,06	M_{NOx}	0,17
M'_{SO2}	0,02575	M''_{SO2}	0,01375	M_{SO2}	0,0395

Таким чином, загальні викиди токсичних речовин одним маршрутним автобусом згідно з формулою становитимуть:

$$M^{\Sigma} = 16,0595 \text{ г.}$$

Беручи до уваги, що за годину через пересадковий пункт «Залізничний вокзал» проходить 62 автобуси, а тривалість роз'їзду транспортних засобів становить приблизно 1 хвилину, сумарні викиди забруднюючих речовин складуть:

$$M^{\Sigma} = 995,689 \text{ г.}$$

Застосовуючи наведену залежність, можна визначити максимально допустимі обсяги викидів шкідливих речовин для всього автопарку, що обслуговує термінал «Залізничний вокзал»:

$$Q_{\text{доп}} = 100,372 \text{ г/год.}$$

Таким чином, необхідно скоротити кількість маршрутних таксі відповідно до екологічного критерію або замінити їх на більш екологічно безпечні транспортні засоби.

Як показує аналіз, шкідливі викиди від 62 маршрутних автобусів є досить значними. Проте для повної оцінки екологічного впливу транспортних засобів слід також враховувати викиди на одного пасажера.

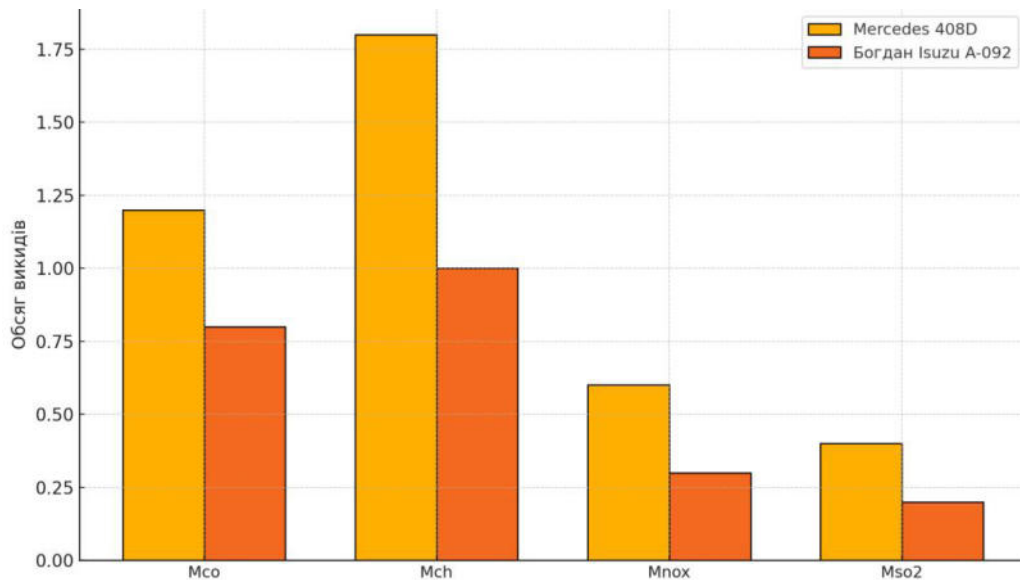


Рисунок 3.3 – Обсяг шкідливих викидів на одного пасажиря (за поточною структурою).

Аналіз показує, що викиди шкідливих речовин на одного пасажиря від автобуса Mercedes 408D перевищують аналогічні показники мікроавтобуса Богдан Isuzu A-092. Це зумовлено незадовільним технічним станом автобуса Mercedes 408D.

Таким чином, можна обґрунтовано зробити висновок про необхідність скорочення кількості маршрутних автобусів та заміни автобусів типу Mercedes на більш сучасні та ефективні моделі.

Крім того, слід здійснити перевірку відповідно до критерію безпеки дорожнього руху.

Враховуючи, що 62 маршрутних автобуси, які обслуговують пасажирський термінал "Залізничний вокзал", при в'їзді та виїзді перетинають лише точки злиття та відгалуження, можна визначити умовну складність цього терміналу за відповідними розрахунками $m=182$. Це перевищує умовний рівень небезпеки дуже складного перетину на 20%, де такий рівень становить 150 балів.

Крім того, необхідно виконати аналіз динаміки умовної небезпеки транспортних засобів (міського пасажирського громадського транспорту), що дозволить оцінити режими керування цими транспортними засобами.

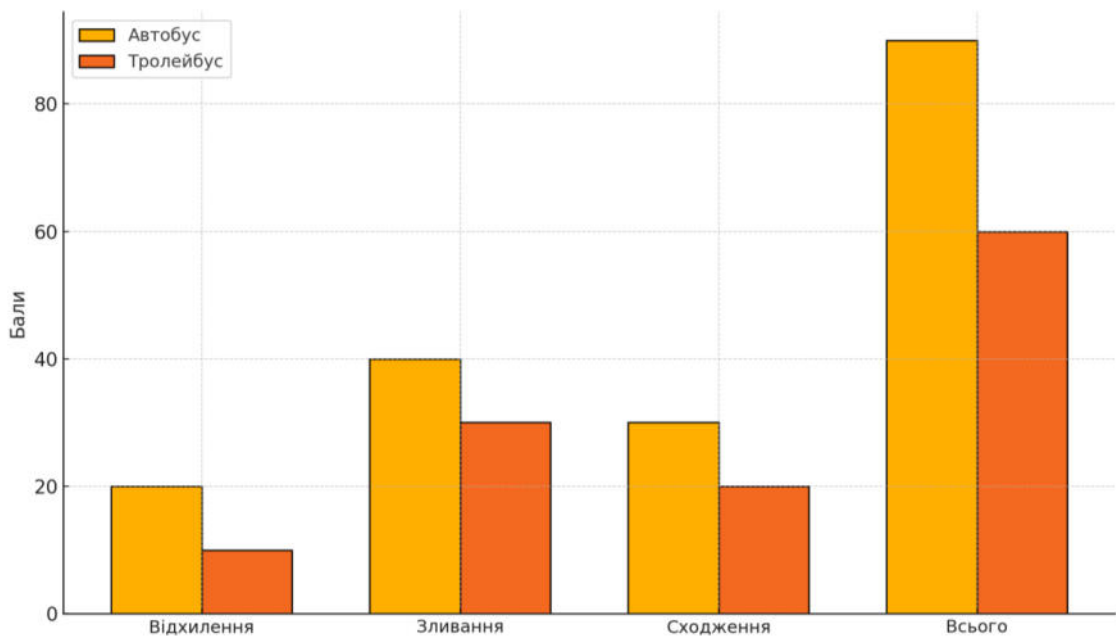


Рисунок 3.4 – Порівняльний аналіз умовної небезпеки транспортних засобів

Як показано на рис. 3.4, водії тролейбусів рідше створюють небезпечні ситуації на вулично-дорожній мережі, що знижує ймовірність їх участі в дорожньо-транспортних пригодах.

Отже, можна зробити висновок, що екологічна складова перевезень і безпека дорожнього руху виступають важливими обмеженнями при аналізі системи функціонування міського транспорту.

Основним підходом до підвищення якості транспортного обслуговування населення є орієнтація на потреби та переваги пасажирів. Це можна оцінити за допомогою запропонованого раніше коефіцієнта задоволеності попиту на перевезення шляхом аналізу та порівняння його складових.

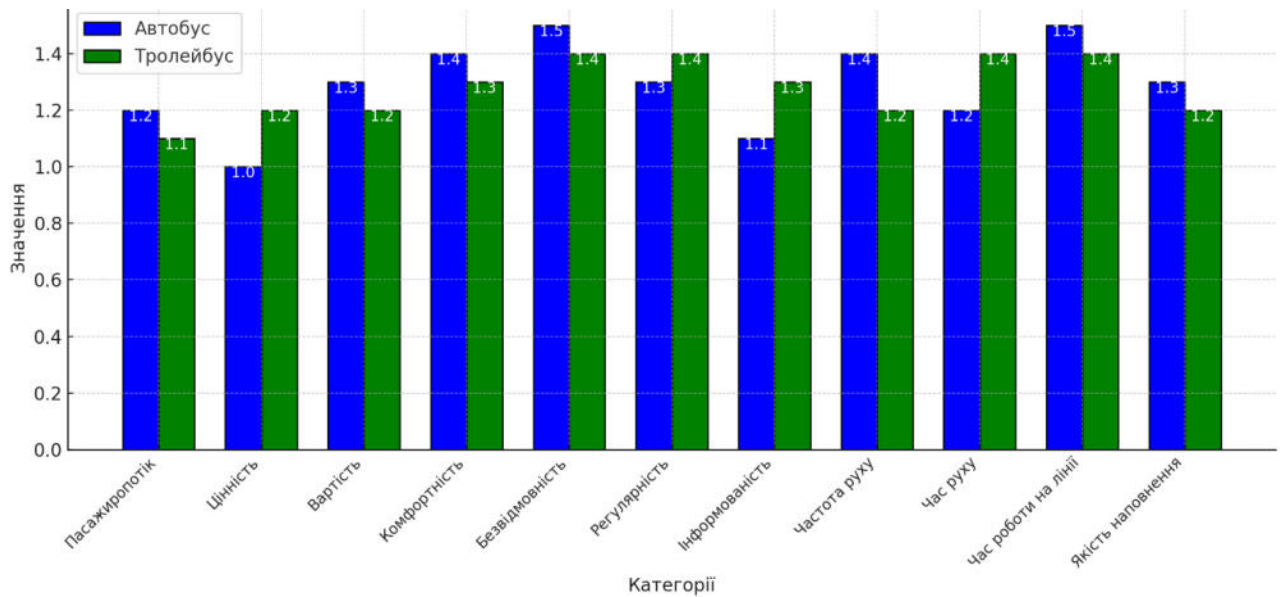


Рисунок 3.5 – Порівняльна діаграма складових показника $K_{пер}$

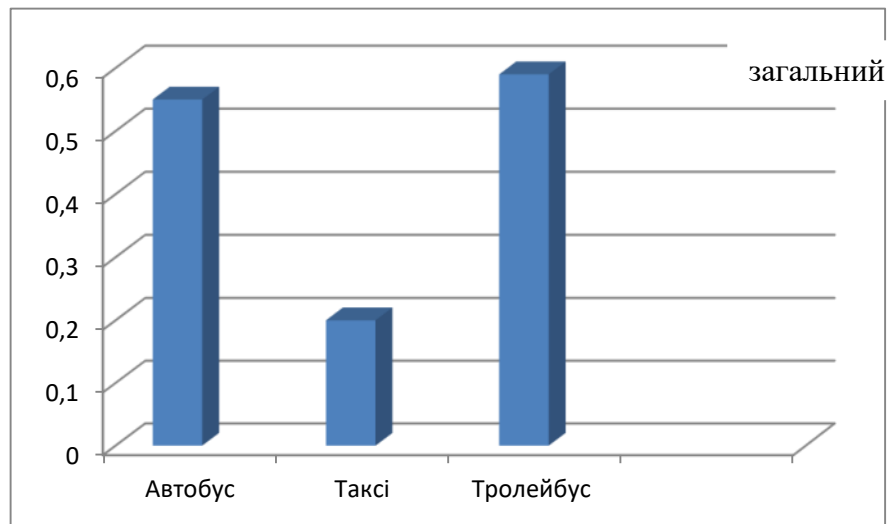


Рисунок 3.6 – Порівняння $K_{пер}$ до оптимізації

На основі рис. 3.5 можна зробити висновок, що міський електричний транспорт найбільш повно відповідає потребам пасажирів у межах існуючої структури транспорту.

Згідно з рис. 3.6, для покращення якості обслуговування пасажирів необхідно переглянути чинну транспортну структуру.

З використанням відповідних залежностей розраховуються коефіцієнти за критеріями, а також загальний коефіцієнт оптимізації структури транспорту.

$$K_{ек} = 0,35$$

$$K_{од} = 0,17$$

$$K_{пер} = 0,46$$

$$K_{зал.} = 0,302$$

Як зазначалося раніше, необхідно скоротити кількість маршрутних автобусів або замінити їх на більш екологічно безпечні транспортні засоби.

3.3. Аналіз структури транспортного парку (з урахуванням зменшення кількості маршрутних автобусів)

Виходячи зі значення коефіцієнта екологічної безпеки, встановлено, що оптимальна кількість маршрутних таксі становить 49 одиниць:

$$G = 78,78523 \text{ г/год},$$

Тоді, умовна небезпека терміналу складе:

$$m = 1,01,$$

Після зменшення кількості маршрутних таксі були визначені такі коефіцієнти:

$$K_{ек2} = 1,006$$

$$K_{од2} = 0,287$$

$$K_{пер2} = 0,459$$

$$K_{зал.2} = 0,51$$

Також було оцінено експлуатаційні характеристики різних типів рухомого складу, враховуючи інтереси усіх учасників транспортного процесу..

3.4 Аналіз роботи автобусного маршруту

Як об'єкт для дослідження було вибрано автобусний маршрут №67, що сполучає вул. Коновальця з вул. князя Острозького. Оскільки на цьому маршруті працюють автобуси марок Mercedes 508D, 609D, 814D та Sprinter,

для кожного з них були виконані відповідні розрахунки.

Беручи до уваги прийняті припущення, було визначено такі коефіцієнти:

$$K_{екА} = 1,2214$$

$$K_{\delta\partial A} = 0,7021$$

$$K_{нерА} = 0,6764$$

$$K_{зал.А} = 0,833976$$

Як видно, коефіцієнт оптимізації структури транспорту на маршруті є досить високим завдяки низькому рівню викидів шкідливих речовин і хорошим показникам безпеки дорожнього руху. Це зумовлено тим, що автобус виконує мінімальну кількість перестроювань, а умови роботи водія є сприятливими.

Дослідження показали, що найбільш ефективним типом автобуса для цього маршруту є автобус марки «Богдан» Isuzu А-092.

Розрахунок викидів шкідливих речовин здійснюватиметься за певною формулою, а вихідні дані для цих розрахунків зведені в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані (для автобуса марки «Богдан-Isuzu А092»)

	g_{np}	t_{np}	g_L	L	g_{xx}	t_{xx}
CO	8,9	1	6,2	7	4,6	1
CH	1,3	1	1,1	7	0,5	1
NO_x	1,25	1	2,7	7	0,61	1
SO_2	0,123	1	0,85	7	0,1	1
C	0,12	1	0,3	7	0,03	1

Результати розрахунків приведені нижче:

$$K_{екА} = 1,0968$$

$$K_{\delta\partial A} = 0,6437$$

$$K_{нерА} = 0,8764$$

$$K_{зал.А} = 0,892$$

У результаті було одержано такі значення викидів шкідливих речовин учасниками транспортного процесу (рис. 3.7).

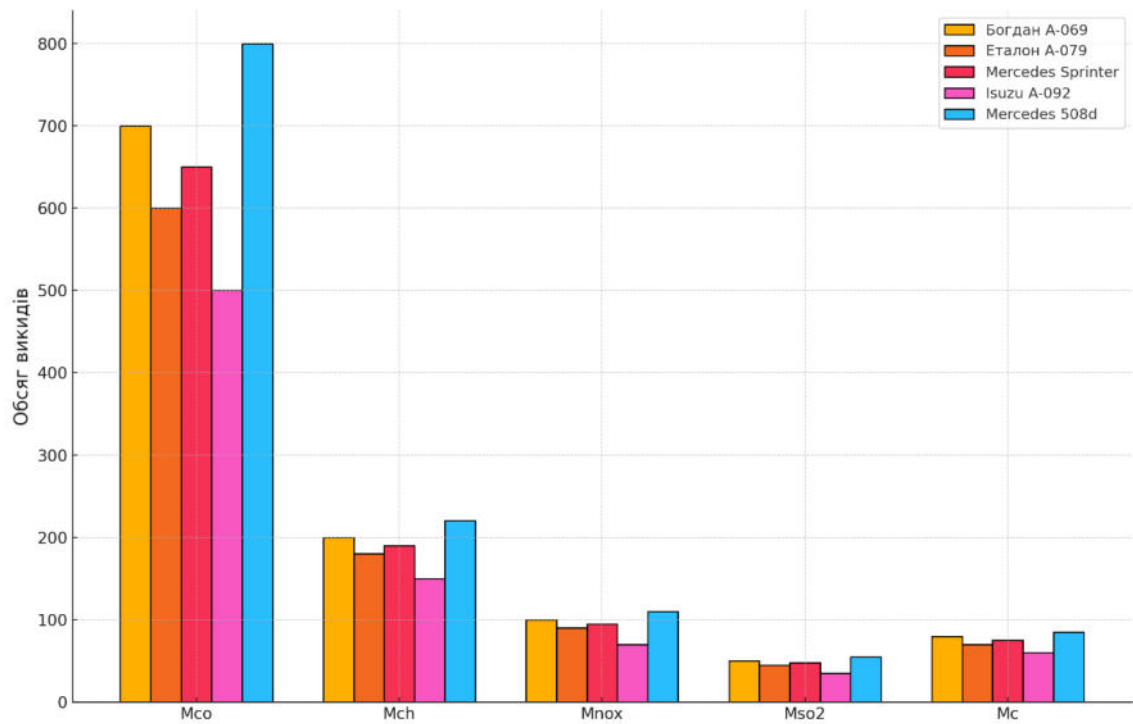


Рисунок 3.7 – Сумарні викиди шкідливих речовин від пасажирського транспорту, обслуговуючого термінал "Залізничний вокзал"

Проте наочніше уявлення про екологічної безпеку дають викиди шкідливих речовин в перерахунку на одного пасажир (рис. 3.7 і 3.8).

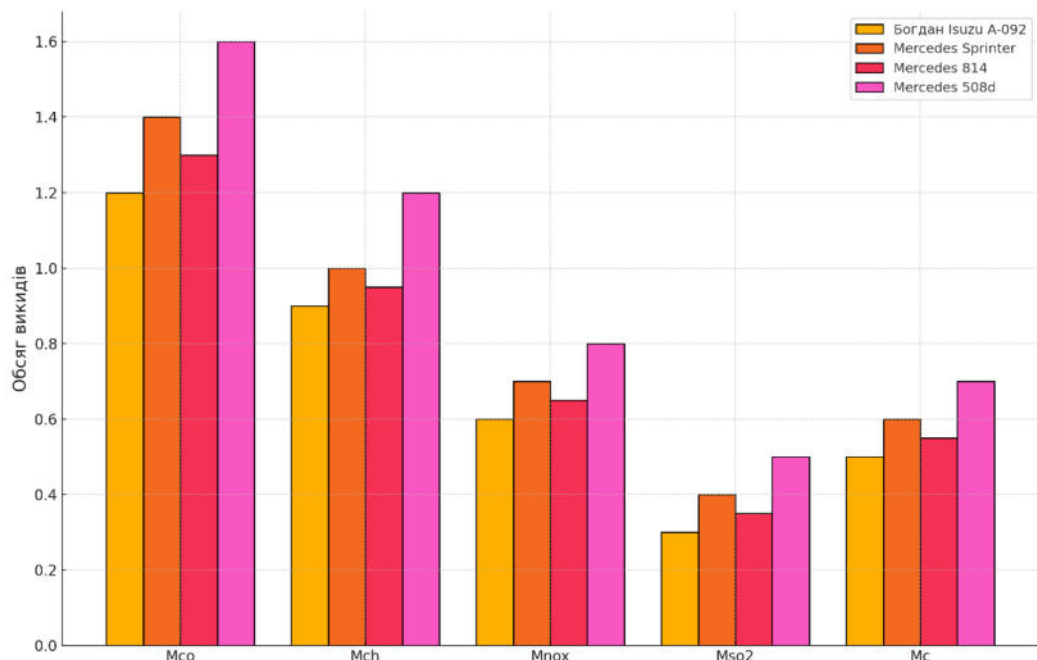


Рисунок 3.8 – Викиди шкідливих речовин від пасажирського транспорту, обслуговуючого термінал "Залізничний вокзал" (на 1 пасажир)

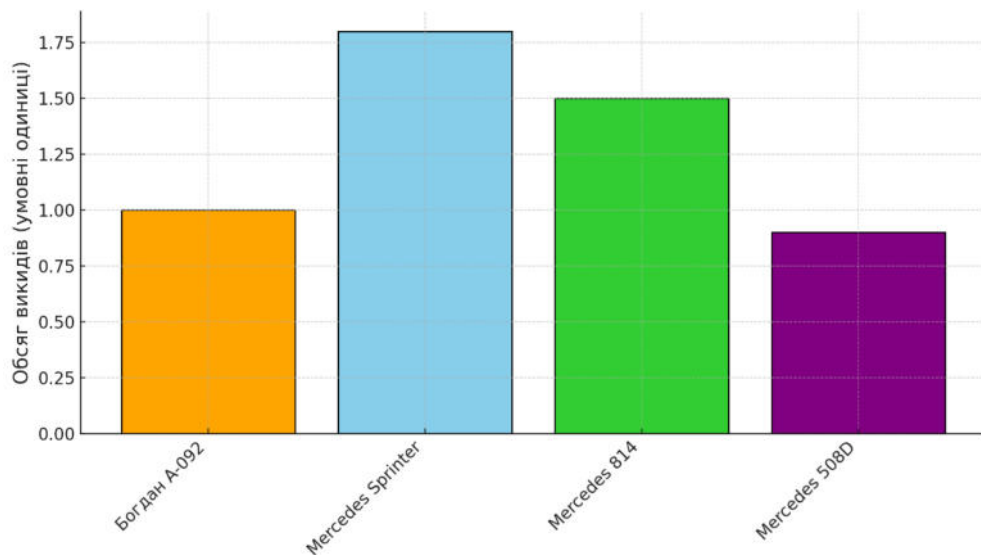


Рисунок 3.9 – Загальний обсяг шкідливих викидів на одного пасажера від різних типів транспортних засобів.

Автобуси типу "Богдан ISUZU" демонструють найвищий рівень екологічної безпеки. Крім того, слід провести оцінку відповідно до критерію безпеки дорожнього руху.

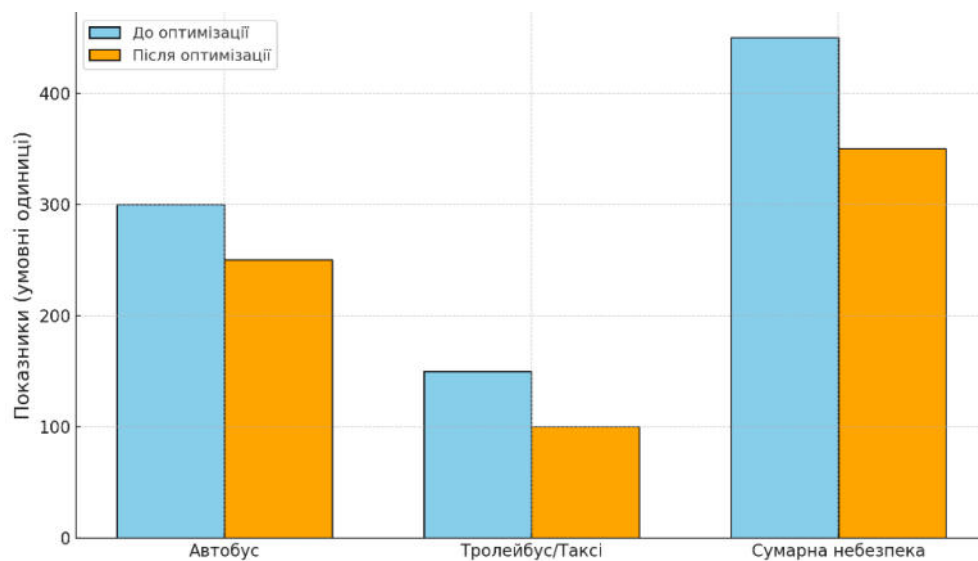


Рисунок 3.10 – Порівняльний аналіз умовної небезпеки транспортних засобів (після оптимізації)

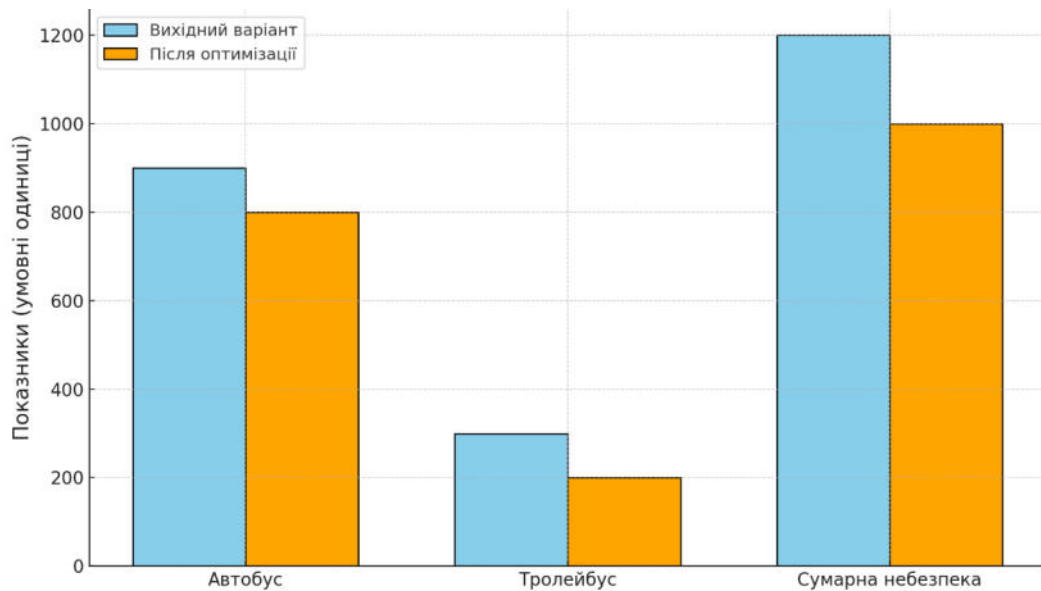


Рисунок 3.11 – Порівняння транспортних засобів по умовній небезпеці

Аналіз підтвердив доцільність запропонованих рішень щодо оптимізації структури транспорту з урахуванням екологічних аспектів та безпеки руху.

Зокрема, заміна автобусів "Мерседес" на автобуси "Богдан" на маршруті №67 дозволяє знизити рівень екологічного забруднення на 10,3%.

Крім того, проведено оцінку оптимальності структури транспорту з точки зору користувачів послуг.

У результаті розрахунків отримано такі коефіцієнти:

$$K_{екАІ} = 1,0966$$

$$K_{бодАІ} = 0,6437$$

$$K_{перАІ} = 0,8764$$

$$K_{зал.АІ} = 0,852$$

Коефіцієнт оптимізації структури транспорту на маршруті зріс на 1,8%, головним чином завдяки підвищенню коефіцієнта задоволеності попиту на перевезення.

Однак загальне зростання коефіцієнта оптимізації структури транспорту виявилось незначним. Водночас коефіцієнти екологічної безпеки та безпеки дорожнього руху знизилися, незважаючи на покращення рівня задоволеності попиту на перевезення.

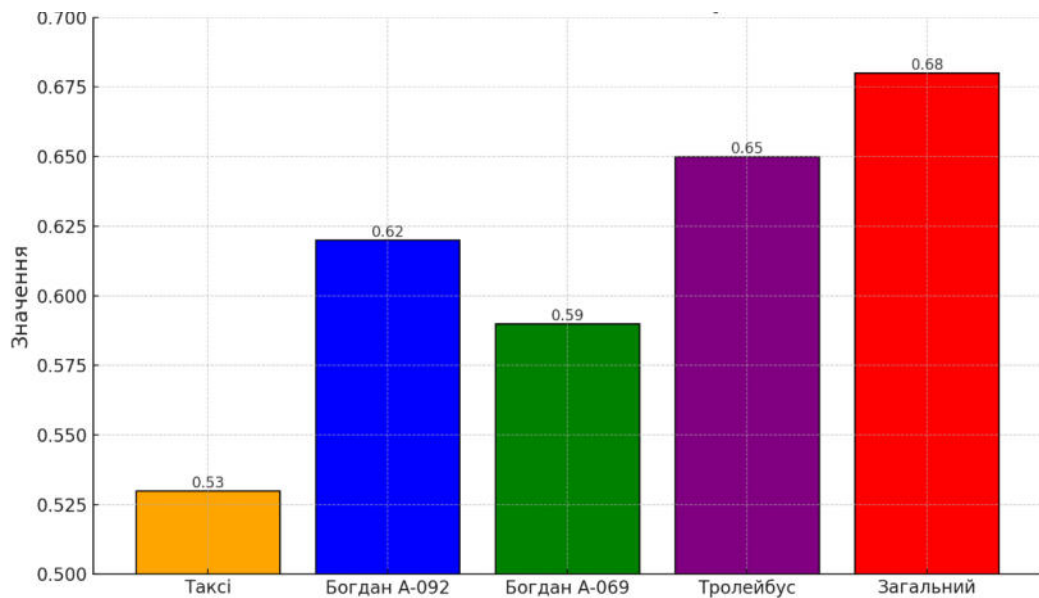


Рисунок 3.12 – Порівняння $K_{пер}$ після оптимізації

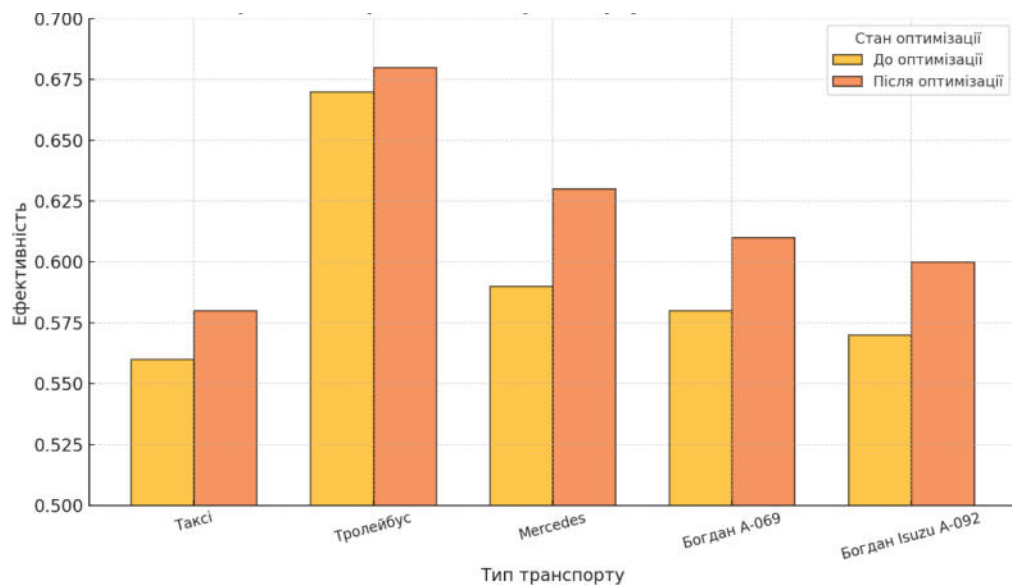


Рисунок 3.13 – Порівняльний аналіз варіантів (по $K_{пер}$)

На рисунку 4.12 чітко видно, що рівень задоволення попиту на перевезення для автобусів типу «Богдан» значно вищий. Впровадження цих автобусів на маршрути сприяє підвищенню рівня задоволення попиту за всіма його показниками (див. рис. 4.13).

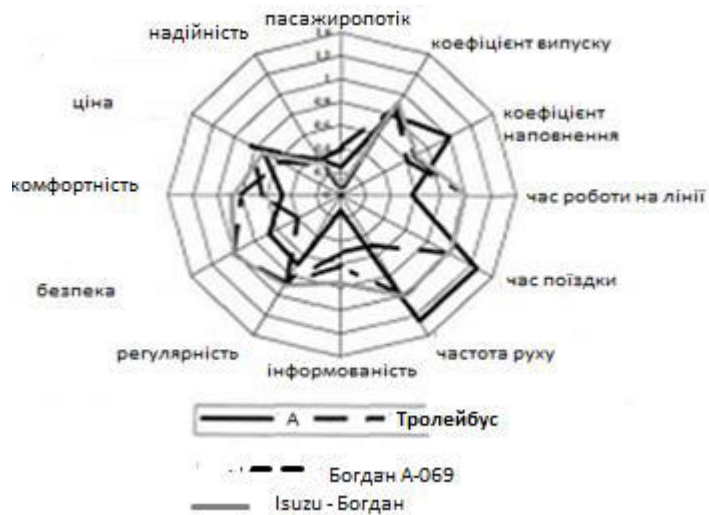


Рисунок 3.14 – Аналіз складових $K_{пер}$ після оптимізації

Отже, можна дійти висновку, що запропонована методика визначення структури транспорту дозволяє оптимально підібрати тип і кількість рухомого складу для будь-якої ділянки вулично-дорожньої мережі.

Після встановлення оптимальної транспортної структури для конкретного маршруту необхідно виконати перевірку її відповідності вимогам терміналу.

Результати попередніх розрахунків наочно представлені на рисунках 3.14 і 3.15.

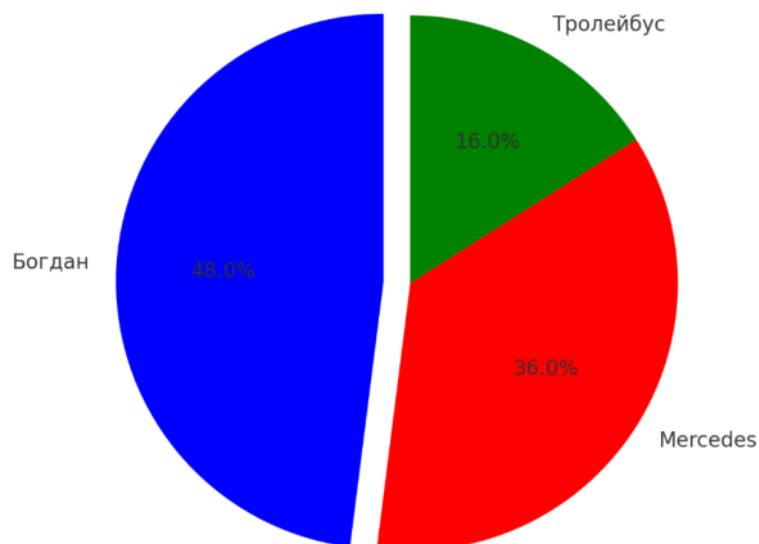


Рисунок 3.15 – Існуюча структура транспорту для обслуговуючого транспортного вузла «Залізничний вокзал»

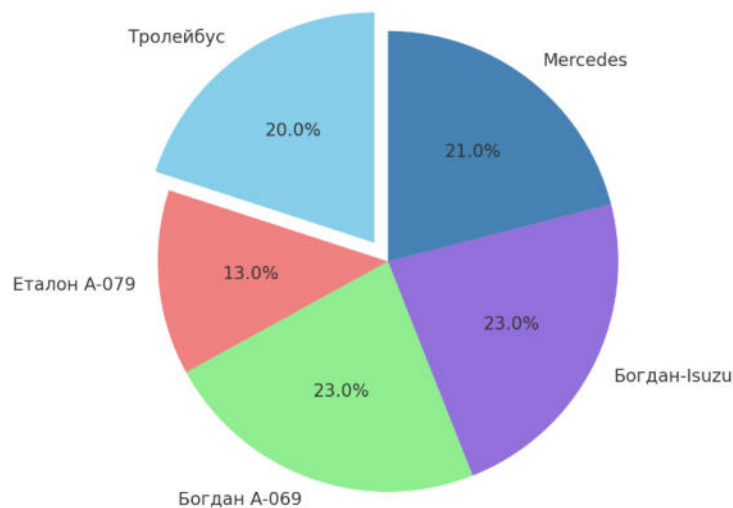


Рисунок 3.16 – Запропонована структура транспорту для обслуговуючого транспортного вузла «Залізничний вокзал»

Таким чином, можна стверджувати, що процес міських пасажирських перевезень може бути покращений, зосереджуючись на оптимізації транспортного обслуговування населення, за умови дотримання обмежень, пов'язаних із екологічною безпекою перевезень та безпекою дорожнього руху.



Рисунок 3.17 – Порівняльний аналіз двох варіантів структури транспорту для транспортного вузла «Залізничний вокзал»

Використання розробленої методики для оптимізації структури транспорту, що обслуговує термінал «Залізничний вокзал» у місті Тернопіль, дає змогу визначити найбільш ефективну транспортну структуру для цього об'єкта.

Зокрема, в межах пасажирського терміналу «Залізничний вокзал» можливо зменшити кількість маршрутних автобусів на 21% або замінити застарілі автобуси марки Mercedes на сучасні моделі типу «Богдан». Такий підхід дозволить знизити рівень викидів шкідливих речовин на 10% і водночас підвищити рівень задоволення попиту на пасажирські перевезення.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

Правовою основою охорони праці на автомобільному транспорті є:

- Конституція України ;
- ЗУ “Про охорону праці” ;
- ЗУ ” Про дорожній рух” ;
- Правила дорожнього руху України;
- Правила охорони праці на автомобільному транспорті ДНАОП 0.00-1.28-97, які затверджені Наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці (тепер – Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничому нагляду) від 13.01.97 №5, та які погодженні листом Міністерства транспорту і зв’язку України від 11.06.96 №6/22–17-2907 і які введені в дію 1.10.1997;
- Санітарні правила з гігієни праці водіїв автомобілів;
- Правила перевезень пасажирів автомобільним транспортом України;
- Правила технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту;
- Нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта ОНТП 01-91;
- ГОСТ 12.4.026-76 «Цвета сигнальные и знаки безопасности»
- Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту.

Працівники, під час прийняття на роботу та періодично, повинні проходити на підприємстві інструктажі з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

Служба охорони праці створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають виробничий стаж роботи не менше трьох років і пройшли навчання з охорони праці.

Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своїми посадами та заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб. Професії працівників, які є загальними для всіх видів економічної діяльності, повинні відповідати кваліфікаційним вимогам, зазначеним у Довіднику кваліфікаційних характеристик професій працівників (Випуск 1), затвердженому наказом Міністерства праці та соціальної політики від 16 лютого 1998 року №24 (із змінами).

Навчання та перевірка знань з питань охорони праці працівників служби охорони праці проводяться в установленому законодавством порядку під час прийняття на роботу та періодично один раз на три роки.

Начальник відділу охорони праці:

Завдання та обов'язки. Організовує і координує роботи з охорони праці на підприємстві, здійснює контроль за додержанням у структурних підрозділах законодавчих і нормативних правових актів з охорони праці, проведенням профілактичної роботи із запобігання виробничого травматизму, професійних і виробничо-обумовлених захворювань, заходів зі створення здорових і безпечних умов праці на підприємстві, занаданням робітникам установлених пільг і компенсацій за умовами праці. Організовує вивчення умов праці на робочих місцях, роботу з проведення паспортизації санітарно-технічного стану цехів, перевірки технічного стану устаткування, запобіжних і захисних пристроїв, здійснює контроль за ефективністю роботи вентиляційних і аспіраційних систем. Інформує працівників від особи роботодавця про стан умов праці на робочому місці, а також про прийняті заходи щодо захисту від небезпечних і шкідливих виробничих факторів,

забезпечує підготовку документів на виплату відшкодування збитків, причинених здоров'ю працівників у результаті нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання. Організовує проведення перевірок, обстеження технічного стану будинків, будівель, устаткування, машин і механізмів на відповідність їх вимогам нормативних актів з охорони праці, стану санітарно-побутових приміщень, засобів колективного і індивідуального захисту працівників, контролює своєчасність їх проведення. Бере участь у складанні розділу "Охорона праці" колективного договору, здійснює контроль за його виконанням, а також виконанням приписів органів державного контролю, інших заходів з поліпшення умов праці. Бере участь в узгодженні розроблюваної на підприємстві проектної документації, у роботі комісій з приймання в експлуатацію завершених будівництвом або реконструйованих об'єктів виробничого призначення, з приймання із ремонту установок, агрегатів і іншого обладнання щодо додержання вимог нормативних правових актів з охорони праці. Надає методичну допомогу керівникам підрозділів підприємства у складанні списків професій і посад, згідно з якими працівники повинні проходити обов'язкові попередні і періодичні медичні огляди, а також списків професій і посад, згідно з якими працівникам надаються компенсації і пільги за тяжкі, шкідливі або небезпечні умови праці, у разі розробки і перегляду інструкцій з охорони праці, стандартів підприємства з безпеки праці. Забезпечує проведення ввідних і повторних інструктажів, навчання і перевірку знань з охорони праці працівників підприємства. Видає керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержує від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці, вимагає відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують нормативи з охорони праці, зупиняє роботу виробництв, діляниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва в разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих. Надсилає керівникові підприємства подання про

притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці. Забезпечує участь відділу в розробленні та впровадженні більш досконалих конструкцій загороджувальної техніки та інших засобів захисту, маршрутів безпечного руху транспорту і пішоходів на території підприємства, заходів щодо створення безпечних та здорових умов праці. Бере участь у розробленні проектів перспективних і річних планів з поліпшення умов праці на підприємстві. Забезпечує проведення інструктажу (навчання) працівників з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, правил поведінки в разі виникнення аварій згідно з чинним типовим положенням; контролює складання кошторисів витрат на заходи з охорони праці в підрозділах підприємства, правильність складання заявок на спецодяг та інші засоби індивідуального захисту, спецхарчування, запобіжні та захисні пристрої тощо. Здійснює контроль за витратами коштів на охорону праці, додержанням правил і норм охорони праці і виробничої санітарії в проектах підрозділів підприємства, які будуються або реконструюються, нових технологічних процесів під час установа устаткування, а також строків випробувань і перевірок правильності експлуатації парових котлів, балонів для стиснених газів, контрольної апаратури, кранів, підйомників та іншого устаткування, графіків замірів виробничого шуму, повітряного середовища, вібрації тощо, виконання розпоряджень органів державного нагляду, міжвідомчого та відомчого контролю за додержанням чинних норм і стандартів з безпеки праці в процесі виробництва. Подає підрозділам підприємства методичну допомогу в розробленні нових і перегляді застарілих інструкцій та пам'яток з охорони праці, а також складанні програм навчання працівників безпечним методам праці.

Бере участь у розслідуванні та аналізі причин виробничого травматизму, професійних захворювань, у розробленні заходів щодо їх запобігання та усунення. Організовує роботу кабінету з охорони праці та пропаганду заходів з охорони праці і виробничої санітарії шляхом проведення лекцій, бесід, улаштування виставок, вітрин, стендів,

розповсюдження правил, інструкцій, пам'яток, демонстрації кінофільмів тощо. Контролює забезпечення дотримання правил і норм охорони праці під час проходження практики студентів, учнів професійно-технічних училищ тощо.

Здійснює зв'язок з медичними установами, науково-дослідними інститутами та іншими організаціями з питань охорони праці і вживає заходів щодо впровадження їх рекомендацій. Забезпечує складання звітності з охорони праці. Керує робітниками відділу.

Повинен знати: законодавчі і нормативні правові акти, методичні матеріали з питань охорони праці; виробничу та організаційну структуру підприємства; основні технологічні процеси та режими виробництва; устаткування підприємства і принципи його роботи; методи вивчення умов праці на робочих місцях; організацію роботи з охорони праці і виробничої санітарії; систему стандартів безпеки праці; психофізіологічні вимоги до працівників, виходячи з категорії важкості робіт, обмеження застосування праці жінок, підлітків, робітників, переведених на легку працю; правила і засоби контролю відповідності технічного стану устаткування вимогам безпечного ведення робіт; передовий вітчизняний і світовий досвід у галузі охорони праці; методи і форми пропаганди та інформації з охорони праці; порядок проведення розслідування нещасних випадків; порядок і строки складання звітності про виконання заходів з охорони праці та виробничої санітарії; основи економіки, організації виробництва і управління; основи трудового законодавства; засоби обчислювальної техніки, комунікацій і зв'язку.

Інженер з охорони праці:

Завдання та обов'язки. Здійснює контроль за дотриманням у підрозділах підприємства законодавчих та інших нормативних актів з охорони праці, за наданням робітникам встановлених пільг і компенсацій за умовами праці. Вивчає умови праці на робочих місцях, готує і вносить пропозиції щодо розроблення і упровадження більш досконалих конструкцій обгороджувальної техніки, запобіжних і блокувальних пристроїв, інших

засобів захисту від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Бере участь у проведенні перевірок, обстежень технічного стану будівель, споруд, устаткування, машин і механізмів, ефективності роботи вентиляційних систем, стану санітарно-технічних пристроїв санітарно-побутових приміщень, засобів колективного та індивідуального захисту працівників, визначенні їх відповідності вимогам нормативних правових актів з охорони праці і у разі виявлення порушень, які створюють загрозу життю і здоров'ю працівників або можуть привести до аварії; вживає заходів щодо припинення експлуатації машин, устаткування і виконання робіт у цехах, на дільницях, на робочих місцях. Разом з іншими підрозділами підприємства проводить роботу з атестації та сертифікації робочих місць і виробничого устаткування на відповідність вимогам охорони праці. Бере участь у розробленні заходів щодо запобігання професійним захворюванням і нещасним випадкам на виробництві, поліпшення умов праці і доведення їх до вимог нормативних правових актів з охорони праці, а також надає організаційну допомогу з виконання розроблених заходів. Контролює вчасне проведення відповідними службами необхідних випробувань і технічних оглядів стану устаткування, машин і механізмів, дотримання графіків вимірів параметрів небезпечних і шкідливих виробничих факторів, виконання приписів органів державного нагляду і контролю за додержанням чинних норм, правил і інструкцій з охорони праці, стандартів безпеки праці у процесі виробництва, а також у проектах нових виробничих об'єктів та тих, що реконструюються, бере участь у прийманні їх до експлуатації. Бере участь у розгляді питання про відшкодування роботодавцем шкоди заподіяної працівникам каліцтвом, професійним захворюванням або іншим пошкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ними трудових обов'язків. Надає підрозділам підприємства методичну допомогу у вкладанні переліків професій і посад, відповідно до яких працівники мають проходити обов'язкові медичні огляди, а також переліки професій посад, відповідно до яких на основі чинного законодавства надається компенсація та пільги за важкі, шкідливі або небезпечні умови праці; під час розроблення і перегляду

інструкцій з охорони праці, стандартів підприємства, системи стандартів безпеки праці; з організації інструктажу, навчання і перевірки знань працівників з охорони праці. Проводить вступні інструктажі з охорони праці з усіма, хто приймається на роботу, приїздить у відрядження, учнями і студентами, які прибули на проходження виробничого навчання або практику. Бере участь у складанні розділу "Охорона праці" колективного договору, у розслідуванні випадків виробничого травматизму, професійних і виробничо-обумовлених захворювань, вивчає їх причини, аналізує ефективність впроваджуваних заходів щодо їх запобігання. Здійснює контроль за організацією зберігання, видання, прання, хімічного чищення, сушіння, запобігання запиленню, знежирення і ремонту спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту, станом запобіжних пристосувань і захисних пристроїв, а також правильним витрачанням у підрозділах підприємства коштів, виділених на виконання заходів з охорони праці. Складає звітність з охорони праці за встановленими формами і у відповідні терміни.

4.2 Безпека дорожнього руху

4.2.1 Поняття про дорожній рух (ДР), безпеку дорожнього руху.

Розвиток дорожнього руху в Україні, у першу чергу, визначив його особливості його правового регулювання, а також межі відповідальності за порушення правил безпеки руху та експлуатації транспорту.

Дорожній рух — процес руху по дорогах транспортних засобів та учасників дорожнього руху, сукупність суспільних відносин, що виникають у процесі переміщення людей і вантажів за допомогою транспортних засобів або без таких у межах дороги.

Учасниками дорожнього руху є особи, які використовують автомобільні дороги, вулиці, залізничні переїзди або інші місця, призначені для пересування людей та перевезення вантажів за допомогою транспортних засобів.

До учасників дорожнього руху належать водії та пасажери транспортних засобів, пішоходи, велосипедисти, погоничі тварин.

Отже, дорожній рух характеризується наступними ознаками:

- є соціально систематизованою та соціально значимою діяльністю визначеного кола осіб;
- є техніко-технологічним процесом невід'ємно пов'язаним з ймовірністю вчинення дорожньо-транспортних пригод;
- безпека дорожнього руху є найважливішою соціально-значимою якісною характеристикою цього процесу, яка дістає прояв у реальному ступені захищеності його учасників від можливості вчинення дорожньо-транспортних пригод;
- забезпечення безпеки дорожнього руху є невід'ємною частиною діяльності правоохоронних органів.

Безпека дорожнього руху (БДР) — це багатогранна, комплексна проблема. Серед безлічі визначальних її факторів можна виділити: створення надійних в експлуатації автотранспортних засобів з високим рівнем активної і пасивної безпеки; їх своєчасне і якісне обслуговування; психофізіологічні властивості та рівень професійної підготовки водіїв; якість і стан проїзної частини; організацію дорожнього руху та ін.

Автомобіль є засобом підвищеної небезпеки. У світі в дорожньо-транспортних пригодах (ДТП) щорічно гинуть сотні тисяч і одержують поранення мільйони людей. Наноситься величезний матеріальний збиток економіці.

За останні п'ять років в Україні зареєстровано 173,2 тис. ДТП, в яких загинуло майже 28 тис. і травмовано понад 191 тис. осіб.

Для попередження ДТП важливе значення має наявність всебічних знань з БДР у водіїв і всіх посадових осіб, відповідальних за експлуатацію транспортних засобів. Однак одержати такі знання непросто.

В нашій країні державна транспортна політика в галузі безпеки руху реалізується через законодавство України, нормативно-правову і

нормативно-технічну базу, удосконалення системи державного управління, управління державною власністю (об'єктами інфраструктури, підприємствами транспорту) та державне регулювання в сфері відносин і діяльності суб'єктів підприємництва.

Контроль за додержанням транспортного законодавства, правил перевезень і безпеки покладено на Міністерство транспорту, його територіальні органи. Регулювання дорожнього руху, виконання водіями правил дорожнього руху — природна функція служб Міністерства внутрішніх справ (МВС).

Основні напрямки державного регулювання перевезень базуються на економічних та правових механізмах забезпечення вимог до безпеки та якості транспортних послуг.

Державному регулюванню в першу чергу підлягають такі основні напрямки:

- забезпечення безпеки, якості пасажирських перевезень та екологічної безпеки;
- економічні взаємовідносини перевізників із споживачами та замовниками транспортних послуг;
- формування ринку автотransпортних послуг.

Стандартизація визначає основні державні вимоги до продукції, робіт і послуг пасажирського автомобільного транспорту.

Ліцензування здійснюється з метою регулювання певної необхідної кількості (квоти) перевізників у конкретному регіоні. Воно передбачає контроль за спроможністю суб'єкта підприємницької діяльності надавати послуги на професійному рівні.

Квотуванню в першу чергу підлягають таксомотори в місті (чи регіоні), здійснюється місцевими органами влади.

Сертифікація є обов'язковою, згідно з законодавством України, для продукції та послуг, які є небезпечними для життя і здоров'я споживачів, їх майна і довкілля.

Обов'язковій сертифікації підлягають транспортні засоби та їх складові і запасні частини. **Послуги з перевезення пасажирів** на автобусних маршрутах загального користування повинні підлягати обов'язковій сертифікації до моменту розробки і введення в дію ліцензійних умов на ці послуги, якщо вони передбачатимуть перевірку перевізника на його відповідність вимогам чинних законодавчих та нормативних актів щодо безпеки перевезень.

Після введення таких ліцензійних умов сертифікація послуг з перевезення пасажирів на автобусних маршрутах загального користування повинна стати добровільною.

Добровільна сертифікація може бути застосована для перевезень організованих груп пасажирів, туристів, обслуговування на замовлення і таксомоторне обслуговування, технічне обслуговування і ремонт вузлів та агрегатів, які безпосередньо впливають на безпеку перевезень.

Пасажирські перевезення на автобусних маршрутах загального користування є сферою державного замовлення.

Замовниками послуг на перевезення пасажирів автобусами на маршрутах загального користування є, залежно від видів сполучень, центральні державні органи управління, місцеві державні органи і органи місцевого самоврядування.

Реалізація державного замовлення здійснюється виключно на конкурсних засадах і передбачає встановлення між пасажирськими перевізниками і замовниками послуг договірних відносин, які б обумовлювали:

- технічне і технологічне забезпечення керування рухом автобусів на маршрутах загального користування;
- облаштування автобусних маршрутів загального користування зупинками, інформаційними табличками тощо;
- забезпечення відшкодування пасажирському перевізнику витрат, пов'язаних з перевезенням пільгових категорій пасажирів та встановлення збиткових тарифів;

- відповідальність та санкції за невиконання сторонами умов договору.

Державний контроль за виконанням транспортного законодавства поширюється на перевізників всіх форм власності, споживачів послуг, місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування.

До ринку автотранспортних послуг допускаються тільки ті перевізники, які відповідають державним вимогам щодо безпеки та якості перевезень.

Система контролю включає:

- визначення правопорушень, які підлягають фінансовим або іншим санкціям;
- визначення розміру санкцій за кожне правопорушення;
- формування організаційних структур, визначення їх функцій, прав, обов'язків і відповідальності щодо здійснення державного контролю;
- правове визначення процедури контролю та накладання санкцій.

Кожне підприємство, що здійснює перевезення пасажирів, повинно:

- проводити профілактичні заходи щодо безпеки перевезень;
- мати відповідні структури або фахівців з питань безпеки перевезень;
- забезпечувати належні умови праці та відпочинку водіїв, передбачені нормативами;
- забезпечувати щоденний медичний контроль стану здоров'я водіїв;
- дотримуватись вимог транспортного законодавства щодо організації перевезень пасажирів, виконувати правила перевезень пасажирів;
- забезпечувати належний контроль технічного стану транспортних засобів.

Основні напрямки державної політики в галузі безпеки передбачають:

- розробку сучасних вимог до підприємств та підприємців, які здійснюють пасажирські автомобільні перевезення, щодо якості та безпеки надання послуг;

- створення системи виконавчої влади, яка б здійснювала контроль виконання транспортного законодавства щодо безпеки пасажирських перевезень місцевими органами влади, надавачами та споживачами послуг;
- створення системи санкцій до порушників транспортного законодавства. Першочерговими заходами повинні бути:
- перегляд чинних в Україні нормативно-правових актів щодо безпеки пасажирських перевезень та гармонізація їх з міжнародними конвенціями, угодами, приписами ЄНК ООН з цих питань;
- облаштування існуючої мережі вулиць і доріг згідно зі стандартами і умовами безпеки;
- розробку і втілення в життя ефективних схем, методів та засобів організації дорожнього руху відповідно до міжнародних стандартів;
- підвищення ефективності аварійно-рятувальних робіт і заходів до подання невідкладної медичної допомоги потерпілим у результаті дорожніх пригод.

Основними напрямками державної програми підвищення безпеки дорожнього руху повинні бути:

- удосконалення системи збору, обробки й аналізу статистичних даних щодо дорожньо-транспортних пригод;
- розробка методів оцінювання тяжкості наслідків дорожньо-транспортних пригод;
- удосконалення структур управління безпекою дорожнього руху на всіх рівнях, удосконалення правової та інформаційної бази державної системи управління безпекою дорожнього руху;
- виявлення і ліквідація ділянок концентрації дорожньо-транспортних пригод, проведення комплексу дорожніх робіт щодо удосконалення умов безпечного руху на потенційно небезпечних ділянках;
- організація проведення цільових інформаційно-роз'яснювальних компаній з питань безпеки дорожнього руху, регулярне висвітлення цих питань у засобах масової інформації, активізація роботи з пішоходами;

- розробка і втілення нових форм і методів навчання безпечної поведінки та виховання транспортної культури дітей та підлітків;
- зниження рівня ризику внаслідок проведення робіт з формування громадської думки з питань необхідності виконання Правил дорожнього;
- удосконалення нормативної бази щодо безпеки конструкції транспортних засобів та зменшення викидів забруднювальних речовин у довкілля з урахуванням вимог Правил ЄЕК ООН;
- створення диспетчерських служб спасіння потерпілих при дорожніх пригодах;
- удосконалення системи підготовки водіїв, а також системи профілактичної роботи з водіями;
- запровадження системи інструментального контролю технічного стану дорожніх транспортних засобів.

4.2.2 Організація стажування водіїв, проведення інструктажів

Перевізник повинен встановлювати наступні види і терміни стажування для водіїв, які:

- мають посвідчення на право керування будь-якими категоріями ДТЗ (А, В, С або D), але останнім часом не працювали водіями більше 12 місяців або наймаються на роботу водіями вперше, допускаються до керування ДТЗ після проходження стажування з практичного керування на відповідному ДТЗ не менше 30 годин;
- направлені на нові марки і моделі автомобілів - не менше 8 годин.

При прийомі на роботу водія від іншого перевізника і при умові, що він приймається на цю ж марку ДТЗ, на якій до цього працював, або при переведенні водія з одного маршруту на інший, в обов'язковому порядку проводиться контрольна поїздка під керівництвом водія-інструктора або іншого досвідченого водія.

Після закінчення спеціальної підготовки і стажування або стажування чи контрольної поїздки за поданням водія-інструктора приймається рішення

про допуск його до самостійної роботи, про що робиться відповідний запис у листі стажування.

Оформлені в установленому порядку листи стажування передаються у відділ кадрів підприємства (перевізника), де після перевірки правильності і повноти їх заповнення зберігаються з особистою карткою водія.

У подорожніх листах на автомобілі, які видаються стажистам, робиться відмітка про проходження стажування.

Для перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом, у відповідності до постанови Кабінету Міністрів України від 29.01.99 N 104 "Про заходи щодо запобігання надзвичайним ситуаціям під час перевезення небезпечних вантажів автомобільним транспортом", Закону України "Про перевезення небезпечних вантажів" та Європейської Угоди про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ), до якої Україна приєдналася 02.03.2000 року (Закон України від 02.03.2000 N 1511-III) , водії ДТЗ повинні пройти підготовку, оволодіти теоретичними знаннями і практичними навичками щодо транспортування небезпечних вантажів та дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій під час їх перевезення, одержати ДОПНВ-свідоцтва відповідно до конкретного класу небезпеки вантажу, термін дії якого - 5 років.

Порядок організації навчання та підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників

Для підвищення кваліфікації фахівців, діяльність яких пов'язана з безпекою перевезень автомобільним транспортом, необхідно пройти підготовку (перепідготовку) згідно із затвердженою програмою в обсязі: для спеціалістів - 108 год., для керівників підприємств - 72 год. (наказ Міністерства транспорту України і Міністерства освіти України від 07.05.98 N 172/244, зареєстрований у Міністерстві юстиції України від 27.07.98 за N 478/2918).

Навчання проводиться із залученням спеціалістів наукових, учбових та виробничих підприємств та організацій, провідних фахівців державних органів, науковців та виробників.

Інженерно-технічним працівникам підприємств, які успішно склали іспит, видаються посвідчення про знання нормативної бази з питань безпеки руху, охорони праці, екології та інших на автомобільному транспорті. Склад екзаменаційної комісії затверджується Державним департаментом автомобільного транспорту.

Позаплановий інструктаж

Позаплановий інструктаж з безпеки дорожнього руху проводиться з усіма водіями підприємства за необхідності негайного доведення до них інформації про: причини дорожньо-транспортних пригод і рекомендації щодо попередження подібних.

- раптові і небезпечні зміни дорожніх умов руху на маршрутах;
- появу небезпечних місць і ділянок на дорогах;
- зміни в організації руху.

Допускати водіїв до роботи на лінії без проходження ними відповідних інструктажів в установлені строки забороняється.

Час і місце проведення інструктажів і список осіб, що зобов'язані їх проводити, визначаються наказом по підприємству.

Після проходження вступного інструктажу прийнятий на роботу водій, залежно від його стажу роботи і кваліфікації, виду і особливостей перевезень, а також моделі ДТЗ, на якому він буде працювати, повинен пройти стажування або виконати контрольну поїздку.

Первинний інструктаж

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці перед початком роботи (з водіями перед виїздом на лінію):

- з новоприйнятими (постійно чи тимчасово) на підприємство водіями;
- з водіями, які переводяться з однієї марки автомобіля на іншу;
- з відрядженими на це підприємство працівниками (водіями), які будуть приймати безпосередню участь у виробничому процесі підприємства.

Первинний інструктаж проводиться згідно з затвердженою керівником підприємства інструкцією, яку розробляє служба безпеки дорожнього руху та охорони праці.

Цільовий інструктаж

Цільовий інструктаж проводиться перед виїздом на лінію з водіями, які:

- залучаються до роботи з ліквідації аварій, стихійного лиха;
- здійснюють перевезення дітей, учнів та студентів;
- здійснюють перевезення небезпечних, великовагових та великогабаритних вантажів;
- направляються вперше на перевезення пасажирів (в т.ч. дітей) та вантажів за регулярними, туристично-екскурсійними, спеціальними маршрутами, на перевезення небезпечних, великовагових і великогабаритних вантажів, а також, якщо вони виконують ці перевезення з перервою у роботі більше року;
- направляються для роботи з відривом від основної бази або у відрядження;

Цільовий інструктаж проводить керівник підприємства, його заступники, начальники окремо розміщених автоколон, а при їх відсутності - особи, які їх заміщають.

Цільовий інструктаж водіїв проводиться за інструкціями, які розроблені посадовими особами служби безпеки дорожнього руху спільно з посадовими особами служби експлуатації підприємства на основі відповідних технологічних процесів перевезення пасажирів і вантажів, Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту, Правил перевезення вантажу автотранспортом та інших нормативних документів і затверджуються керівником підприємства.

В інструкціях з цільового інструктажу обов'язково зазначаються особливості перевезення дітей, учнів, пасажирів, вантажів, умови руху (швидкість, рядність, особливості проїзду за маршрутом, виконання правил зупинок і стоянок, дії водія при осліпленні зустрічним транспортом, враховуючи аварійно-небезпечні ділянки і місця концентрації ДТП, залізничні переїзди, мости тощо), погодно-кліматичні умови, графіки руху, режим праці і відпочинку водіїв.

Найбільш важлива інформація, яка доведена при проведенні цільового інструктажу, повинна відмічатися в дорожньому листі шляхом запису або штампом з текстом, наприклад: "Туман", "Ожеледиця", "Снігопад", "Діти", "З правилами перевезення ознайомлений", "Швидкість не більше 70 км/год.", "Рух тільки в світлу годину доби з увімкненим світлом фар" тощо.

Повторний (щоквартальний або щомісячний) інструктаж

Повторний інструктаж на підприємствах проводиться з метою систематичного і обов'язкового ознайомлення усіх водіїв підприємства з інформацією, необхідною для надійної і безпечної роботи на лінії у наступний період.

У повторному інструктажі в обов'язковому порядку повинні бути включені:

- стисла характеристика стану аварійності і транспортної дисципліни за попередній період поточного року в порівнянні з аналогічним періодом минулого року з розглядом випадків дорожньо-транспортних пригод (далі - ДТП) та порушень Правил дорожнього руху (далі - ПДР);

- аналіз допущених водіями підприємства ДТП або порушень ПДР, на які надійшли повідомлення з відміткою конкретних помилок водіїв, інформація про співвідношення кількості ДТП і потерпілих та динаміки їх збільшення чи зменшення, ступінь вини водіїв, частка кількості ДТП через технічну несправність ДТЗ, а також скоєних водіями ДТП і порушень у нетверезому стані, використавши для аналізу наявності технічні засоби навчання (слайд-, відео-, кінофільми тощо), елементи ситуаційного навчання та контраварійної підготовки;

- конкретні погодно-кліматичні, дорожні умови та особливості експлуатації автотранспорту в наступний період;

- умови проїзду через залізничні переїзди, застосування схем конкретних залізничних переїздів, що знаходяться на маршрутах роботи транспорту, з нанесеними на них під'їздами та зонами видимості колії.

4.2.3 Обов'язки і права служби безпеки руху в АТП

Служба безпеки руху підприємства проводить таку роботу:

- Організовує вивчення працівниками підприємств актів законодавства, правил, норм і стандартів, що стосується БДР, а також перевірку їх знань.
- Організовує вивчення та впровадження наукових розробок і позитивного досвіду з безпеки руху.
- Бере участь у роботі атестаційної і кваліфікаційної комісії.
- Організовує і проводить інструктажі для водіїв з БДР.
- Забезпечує постійне функціонування кабінету (класу) безпеки дорожнього руху, інформує водіїв працівників про стан аварійності, причини і обставини виникнення ДТП, порушення ПДР.
- Забезпечує роботу медпунктів і разом з відділом кадрів контроль за періодичним медичним оглядом водіїв.
- Організовує стажування водіїв і контроль за роботою транспортних засобів, додержання ними режиму праці і відпочинку, вимог ПДР.
- Дає суміжним підрозділам обов'язкові для виконання письмові приписи і вказівки з питань БДР та одержує від них звіти, довідки й іншу інформацію про стан роботи щодо запобігання ДТП.
- Щорічно перевіряє роботу всіх служб і підрозділів підприємства, діяльність яких пов'язана з експлуатацією транспортних засобів, щодо виконання ними вимог нормативних документів з БДР.
- Проводить службове розслідування ДТП, скоєних з участю водіїв підприємства для виявлення причин і обставин їх виникнення, подає в установленому порядку відповідні матеріали і пропозиції.
- З дозволу слідчих органів, органів дізнання внутрішніх справ або прокуратури бере участь в установленому порядку в огляді місць ДТП і причетних до них транспортних засобів підприємств, а також у відтворенні обставин цих пригод.

- Бере участь у роботі комісій з обстеження автомобільних доріг, вулиць і залізничних переїздів на маршрутах роботи транспортних засобів підприємства.
- Готує для відповідних органів державної виконавчої влади пропозиції щодо поліпшення організації та умов дорожнього руху, а також закриття руху транспортних засобів підприємства на автомобільних дорогах і вулицях у разі виявлення в їх утриманні недоліків, що загрожують безпеці руху.
- Щомісячно звіряє у місцевих органах ДАІ відомості про ДТП, до яких причетні транспортні засоби підприємства, і порушення ПДР водіями підприємства.

Служба безпеки руху АТП має право:

- Вимагати від посадових осіб відповідного рівня і водіїв письмових пояснень та інших матеріалів щодо порушень правил, норм і стандартів, що стосуються БДР.
- Забороняти експлуатацію транспортних засобів, якщо їх технічний стан загрожує безпеці руху, життю та здоров'ю людей.
- Робити в дорожніх (маршрутних) листах записи про порушення водіями ПДР.
- Складати висновки за проектами документів, підготовлених іншими підрозділами, в частині, що стосується БДР.
- З дозволу керівництва відповідного структурного підрозділу залучати фахівців до проведення службового розслідування ДТП, пов'язаних з безпекою дорожнього руху.
- Представляти інтереси підприємств, їх об'єднань, установ і організацій у міністерствах, інших центральних та місцевих органах державної виконавчої влади з питань БДР.
- Вносити пропозиції керівництву про заохочення, а також притягнення до відповідальності працівників за невиконання правил, норм і стандартів що стосуються безпеки руху.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Розроблена методика оптимізації структури міського транспорту, в системі індивід оператор ринка транспортних послуг - суспільство в цілому, що містить ряд нових положень і що базується на запропонованому автором критерії, враховуючим задоволеність попиту на перевезення, екологічність перевезень і безпека дорожнього руху.

Запропонована методика і програмні засоби дозволяють оцінювати оптимальність структури транспорту, обслуговуючого існуючу транспортну мережу, вибирати раціональні види рухомого складу і їх кількість при новому проектуванні і модернізації останньої.

1. Задоволеність попиту на перевезення пропонується оцінювати за допомогою показника рівня пасажирського сервісу доповненого такими складовими, як розподіл пасажиропотоків по видах транспорту, коефіцієнт випуску автомобілів на лінію, регулярність руху, споживча вартість поїздки. Комфортність переміщення пасажирів в маршрутних таксі додатково пропонується розглядати як сукупність чинників, що відображають розташування місць для сидіння і шум прискорення.

2. Розроблена методика і проведені обстеження пасажирських потоків і швидкісних параметрів руху міського транспорту, що дозволяє апроксимувати швидкість сполучення у вигляді рівняння регресії, як функцію, залежну від наступних чинників: числа уповільнень на один кілометр шляху; завантаження автомобіля; дисперсія ухилу подовжнього профілю; перешкодонасиченість маршруту; інтенсивність дорожнього руху.

2.1. Встановлено, що швидкості сполучення підкоряються нормальному закону розподілу з наступними характеристиками, що знаходяться в межах: $V_c=23,03...24,32$ км/год; $\sigma=1,91...2,71$; $v=8...11,7\%$; $\chi^2=4,37...8,69$.

Найбільший вплив на швидкість сполучення має число уповільнень на один кілометр шляху. В середньому, здійснюється порядка 4,2 уповільнень на один кілометр. Збільшення числа уповільнень на 10% знижує швидкість

сполучення в середньому на 6%.

1.1. Інтенсивність руху (300 автомобілів в годину і вище) має видимий вплив на швидкість сполучення. Збільшення інтенсивності руху на 5% веде до зниження швидкості сполучення в середньому на 2%.

1.2. Збільшення завантаження автомобіля в основному має вплив на швидкість сполучення маршрутних автобусів. Ефект виникає за рахунок заповнення салону. Так, збільшення завантаження транспортного засобу на 15% дозволяє підняти швидкість сполучення на 7%.

1.3. Отримана регресійна залежність дозволяє розрахувати коефіцієнт складності маршруту і виявляти закономірність витрати палива на ньому, що визначає і екологічну складову перевезень.

2. Розроблена методика і програмні засоби дозволили виявити наступні основні фактори, що впливають на структуру транспорту: характеристики пасажиропотоку; техніко-експлуатаційні і екологічні показники транспортних засобів; викиди шкідливих речовин; безпека дорожнього руху; споживча цінність поїздки.

3. Розроблена методика може бути упроваджена в м. Тернополі для оптимізації структури транспорту обслуговуючого терміналу «Залізничний вокзал». Це дозволяє рекомендувати:

3.1. у пасажирському терміналі «Залізничний вокзал»: скоротити число маршрутних таксі на 21%; замінити автобус типу Мерседес більш перспективними автобусами типу Богдан. Це дозволить понизити викиди на 10%, при цьому зросте задоволеність попиту на перевезення;

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). Пасажи́рські автомобі́льні перевезення: навчальний посі́бник. 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. Пасажи́рські перевезення: навчальний посі́бник. <https://z-lib.gd/book/3123217/d1d4b1/Пасажи́рські-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. Техноекологія 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 «Техноекологія 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).