

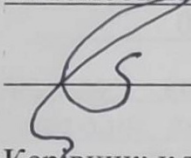
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

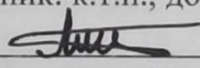
на тему:

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПІДВИЩЕННЯ ПОПУЛЯРНОСТІ
МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В
УМОВАХ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА
ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»**

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-23м
спеціальності 274 – Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма –
Автомобільний транспорт

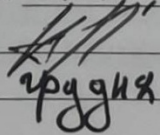
 Абдаллах Одай Юсеф Галєб

Керівник: к.т.н., доц. каф. АТМ

 Антонюк О.П.

« 12 » грудня 2024 р.

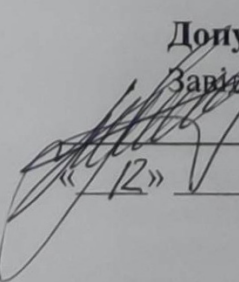
Опонент: к.т.н., доц. каф. ТАМ

 П.П.П. П.П.П. О.В.

« 12 » грудня 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

 к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 12 » 12 2024 р.

Вінниця ВНТУ– 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Имбал С.В.

« 18 » 09 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

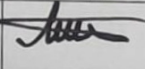
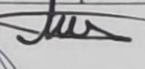
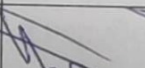
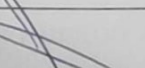
Абдаллаха Одая Юсефа Галеба

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення методики підвищення популярності міських пасажирських автомобільних перевезень в умовах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»;
керівник роботи Антонюк Олег Павлович, к.т.н., доцент,
затверджені наказом ВНТУ від «17» вересня 2024 року № 310.
2. Строк подання здобувачем роботи: 06.12.2024 р.
3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; предмет дослідження - закономірності впливу структури транспортного потоку на показники транспортного процесу; об'єкт дослідження – процес перевезень пасажирів автомобільним транспортом комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.
4. Зміст текстової частини:
 1. Огляд характеристик маршрутів міського пасажирського транспорту та методів обстеження пасажиропотіків.
 2. Теоретико-методичні положення підвищення популярності послуг міського пасажирського автомобільного транспорту шляхом управління структурою транспортного потоку.
 3. Дослідження факторів що впливають на популярність послуг міського пасажирського автомобільного транспорту.
 4. Результати оцінки ефективності досліджень.
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 - 1-3 Тема, мета та завдання дослідження.

4. Технології, що використовуються в автоматизованих системах підрахунку пасажирів громадського транспорту
5. Схема автоматизованої системи оплати проїзду та обліку пасажирів
- 6.-7. Модель впливу співвідношення автобусів та легкових автомобілів у транспортному потоці на коефіцієнт завантаження дороги та час проїзду певної ділянки маршрутної автомобільної дороги
8. Діаграма, що характеризує вплив структури транспортного потоку на якість обслуговування руху
9. Модель впливу структури транспортного потоку на час проїзду ділянки ВДМ
10. Способи управління транспортним потоком для покращення популярності
11. Способи управління транспортним потоком для покращення популярності
12. Діаграма розподілу впливу факторів на підвищення популярності міського пасажирського транспорту
13. Методи управління факторами, які впливають на підвищення популярності послуг громадського пасажирського транспорту
14. Досліджувана ділянка маршрутної мережі.
15. - 16. Аналіз показників транспортного процесу за параметрами швидкості та часу проїзду.
17. Аналіз показників транспортного процесу за параметрами швидкості та часу проїзду
18. Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

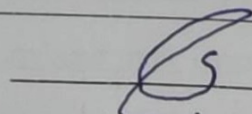
Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Антонюк О.П., доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Буренніков Ю.Ю., професор кафедри АТМ		

7. Дата видачі завдання « 18 » вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

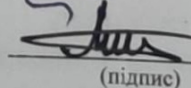
№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	18.09-22.09.2024	вик.
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	23.09-20.10.2024	вик.
3	Обґрунтування методів досліджень	23.09-20.10.2024	вик.
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-03.11.2024	вик.
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	04.11-17.11.2024	вик.
6	Виконання розділу «Результати оцінки ефективності досліджень»	18.11-01.12.2024	вик.
7	Нормоконтроль МКР	02.12-06.12.2024	вик.
8	Попередній захист МКР	09.12-11.12.2024	вик.
9	Рецензування МКР	12.12-16.12.2024	вик.
10	Захист МКР	17.12-20.12.2024	вик.

Здобувач



Абдаллах Одай Юсеф Галєб
(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

Антонюк О.П.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Абдаллах Одай Юсеф Галєб. Вдосконалення методики підвищення популярності міських пасажирських автомобільних перевезень в умовах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2024. 100 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 27 назв; рис.: 20; табл. 29.

У магістерській кваліфікаційній роботі наведена методика підвищення популярності міських пасажирських автомобільних перевезень на основі управління структурою транспортних потоків, яка є завершеним дослідженням, що містить розв'язання задачі, що має науково-практичне значення для вдосконалення організації та технології перевезень пасажирів автомобільним транспортом.

Теоретичною основою методики є модель, що доводить вплив співвідношення автобусів та легкових автомобілів у транспортному потоці на коефіцієнт завантаження дороги та час проїзду ділянки маршрутної вулично-дорожньої мережі у заданих межах рівнів обслуговування руху за умови забезпечення заданого обсягу перевезень пасажирів.

Методика містить алгоритм підвищення привабливості послуг МПТГК, що ґрунтується на використанні комплексу факторів, оцінці значущості кожного з них та створенні на цій основі заходів для управління структурою пасажирських автотранспортних потоків. Алгоритм управління структурою транспортного потоку носить ітераційний характер, його критеріями є необхідні значення коефіцієнта завантаження дороги рухом та час проїзду.

Підвищення привабливості послуг МПТГК дозволить підвищити попит на перевезення регулярними маршрутами, знизити завантаження вулично-дорожньої мережі та втрати часу на проїзд.

Графічна частина складається з 18 слайдів

Ключові слова: міські перевезення, рухомий склад, маршрут, умови експлуатації, швидкість транспортного сполучення, транспортний процес.

ABSTRACT

UDC 629.113

Abdallah Odai Yusef Galeb. Improvement of the method of increasing the popularity of urban passenger car transportation in the conditions of the utility company "Vinnytsia Transport Company" Master's qualification thesis on the specialty 274 - Automobile transport. Vinnytsia: VNTU, 2024. 100 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 27 titles; Fig.: 20; table 29.

The master's qualification work presents a method of increasing the popularity of urban passenger road transport based on the management of the structure of traffic flows, which is a completed study containing a solution to a problem of scientific and practical importance for improving the organization and technology of passenger road transport.

The theoretical basis of the methodology is a model that proves the effect of the ratio of buses and cars in the traffic flow on the road load factor and the travel time of the section of the route street-road network within the given limits of traffic service levels, provided that the given volume of passenger transportation is ensured.

The methodology contains an algorithm for increasing the attractiveness of MPTGK services, which is based on the use of a complex of factors, the assessment of the significance of each of them, and the creation of measures on this basis to manage the structure of passenger traffic flows. The traffic flow structure management algorithm is iterative in nature, its criteria are the required values of the road load factor and travel time.

Increasing the attractiveness of MPTGK services will increase the demand for transportation on regular routes, reduce the load on the road network and the loss of travel time.

The graphic part consists of 18 slides

Keywords: urban transportation, rolling stock, route, operating conditions, speed of transport, transport process



ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ХАРАКТЕРИСТИК МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА МЕТОДІВ ОБСТЕЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТІКІВ.....	7
1.1 Актуальні питання функціонування міського пасажирського транспорту у сучасних умовах.....	7
1.2 Аналіз способів дослідження транспортної мобільності населення на міських маршрутах.....	14
1.3 Огляд автоматизованих систем підрахунку пасажирів громадського транспорту.....	21
1.4 Характеристики маршрутів міського пасажирського транспорту	27
Висновки до розділу 1 та завдання дослідження.....	35
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ПОПУЛЯРНОСТІ ПОСЛУГ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....	39
2.1 Загальна схема дослідження.....	39
2.2 Дослідження транспортної мобільності населення.....	40
2.3 Показники транспортного процесу.....	40
2.4 Дослідження впливу структури транспортного потоку на показники транспортного процесу.....	42
2.5 Модель, що описує вплив структури транспортного потоку на тривалість проїзду конкретної ділянки ВДМ.....	46
2.6 Методика підвищення популярності послуг міського пасажирського автомобільного транспорту.....	48
Висновки до розділу 2.....	53
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПОПУЛЯРНІСТЬ ПОСЛУГ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....	55

3.1 Оцінка транспортної рухливості населення.....	55
3.2 Аналіз та обґрунтування сукупності чинників, що визначають популярність послуг міського пасажирського автомобільного транспорту.....	57
3.3. Результати дослідження факторів, що впливають на попит на послуги міського пасажирського автомобільного транспорту.....	61
3.4 Аналіз факторів, що впливають на підвищення популярності послуг міського пасажирського автомобільного транспорту.....	67
Висновки до розділу 3.....	71
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	72
4.1 Дослідження ділянки маршрутної ВДМ м. Вінниці «проспект Коцюбинського» (від залізничного вокзалу до перехрестя вул. проспект Коцюбинського з вул. Замостянською).....	72
4.1.1 Дослідження інтенсивності руху з урахуванням складу транспортного потоку.....	72
4.1.2 Оцінка пропускної спроможності ділянки маршрутної ВДМ....	75
4.2 Побудова діаграми впливу структури транспортного потоку на рівень обслуговування.....	77
4.3 Оцінка показників транспортного процесу за параметрами швидкості та часу проїзду.....	80
Висновки до розділу 4.....	89
ВИСНОВКИ.....	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	93
ДОДАТКИ.....	97
ДОДАТОК А. ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ.....	98
ДОДАТОК В. ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МКР.....	98

ВСТУП

Актуальність теми. Швидке зростання рівня індивідуальної автомобілізації спричинило значний дефіцит пропускної спроможності міських вулично-дорожніх мереж.

Збільшення кількості індивідуального автомобільного транспорту в загальному транспортному потоці за умов незмінної щільності ВДМ, розвиток якої обмежений матеріальними та територіальними ресурсами міст, сприяє виникненню транспортних заторів.

Затори виникають через зниження пропускної спроможності ВДМ, яка не справляється з обслуговуванням зростаючих транспортних потоків. У результаті виникає необхідність в управлінні структурою транспортного потоку, зосередженому на перенесенні пасажиропотоку з індивідуального автомобільного транспорту на громадський пасажирський автомобільний транспорт. Такий підхід дає змогу значно покращити ефективність ВДМ та скоротити час, який пасажирів витрачають на поїздки.

На даний час розроблено значну кількість методів дослідження ефективності пасажирських перевезень (зокрема, підвищення якості обслуговування населення та організація дорожнього руху) недостатньо враховують зростаючу популярність пасажирського автомобільного транспорту загального користування. Корегування структури транспортного потоку з метою підвищення популярності громадського транспорту загального користування сприятиме покращенню ключових показників транспортного процесу, таких як коефіцієнт завантаження та час, витрачений на проїзд. Оцінюючи втрати часу пасажирів, слід враховувати обсяги пасажиропотоку та час, необхідний для подолання певної ділянки ВДМ, а потребу у заходах щодо скорочення цих втрат варто обґрунтовувати рівнем якості обслуговування транспортного потоку. У зв'язку з цим розробка інструментів для оптимізації організації міських пасажирських автомобільних перевезень із врахуванням ключових параметрів транспортного потоку є важливим завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота

виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету і є невід'ємною частиною досліджень пов'язаних з підвищенням якості пасажирських автомобільних перевезень.

Мета роботи - підвищення популярності міських пасажирських автомобільних перевезень шляхом зміни структури транспортних потоків та скорочення часу поїздки пасажирів.

Для досягнення сформованої мети необхідно вирішити такі завдання:

- 1) теоретично дослідити вплив структури пасажирського транспортного потоку на час проїзду ділянки маршрутної ВДМ та коефіцієнт завантаження рухом;
- 2) дослідити та визначити фактори підвищення популярності міського пасажирського автомобільного транспорту;
- 3) експериментально підтвердити теоретичні положення;
- 4) оцінити ефективність результатів дослідження.

Об'єкт дослідження – процес перевезень пасажирів автомобільним транспортом комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Предмет дослідження – закономірності впливу структури транспортного потоку на показники транспортного процесу.

Методи дослідження: методи попарного порівняння, натурних досліджень, соціологічного опитування, математичної статистики, теорія пасажирських автомобільних перевезень, теорія транспортних процесів, теорії розпізнавання образів.

- Новизна одержаних результатів полягає наступному:

- 1) удосконалено модель впливу параметрів автомобільного транспортного потоку на час проїзду ділянки маршрутної ВДМ, що ґрунтується на корегуванні співвідношення пасажирських автотransпортних транспортних засобів у загальному транспортному потоці;
- 2) запропоновано алгоритм підвищення популярності послуг міського пасажирського автомобільного транспорту, що відрізняється урахуванням

комплексу факторів, що оцінюються за рівнем обслуговування руху ділянки маршрутної ВДМ;

3) уточнено закономірності впливу кількості автобусів у загальному транспортному потоці на час проїзду ділянки маршрутної ВДМ та коефіцієнт завантаження дороги.

Практична значимість отриманих результатів. Дані, що отримано під час виконання даної роботи можуть бути використані автотранспортними підприємствами, органами управління пасажирськими перевезеннями для розробки заходів щодо покращення якості транспортного обслуговування населення у містах, організації перевезень пасажирів за маршрутами регулярних перевезень.

Достовірність результатів та висновків роботи забезпечуються використанням апробованих наукових методів дослідження, сучасного математичного апарату, достовірною інформацією.

Апробація роботи. Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи було представлено на Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025) – 15 жовтня 2024 року – 15 червня 2025 року– Україна, Вінниця, ВНТУ.

Публікації. Основні положення та результати досліджень опубліковані за участі автора в роботі [1].

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ХАРАКТЕРИСТИК МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА МЕТОДІВ ОБСТЕЖЕННЯ ПАСАЖИРОПОТІКІВ

1.1 Актуальні питання функціонування міського пасажирського транспорту у сучасних умовах

Міський пасажирський транспорт загального користування (МПТЗК) є однією з ключових складових інфраструктури сучасного міста, яка істотно впливає на функціонування всіх його елементів.

Основне економічне призначення МПТЗК полягає у забезпеченні населення міста перевезеннями з мінімальними витратами суспільно корисного часу, максимальним транспортним комфортом, що знижує транспортну втомлюваність, та мінімальною собівартістю транспортної роботи для підприємств. МПТЗК також відіграє важливу роль у підтримці матеріального виробництва міста, незважаючи на те, що сам транспорт належить до сфери обслуговування, а не до матеріального виробництва. Хоча транспорт не створює матеріальних цінностей, він забезпечує їх виробництво, надаючи транспортні послуги промисловим підприємствам.

Без МПТЗК зона впливу промислових підприємств обмежувалася б пішохідною доступністю, що охоплює лише незначну кількість населення, недостатню для забезпечення робочої сили. Завдяки МПТЗК ця зона поширюється на все місто, забезпечуючи своєчасну доставку працівників і службовців від місць проживання до місць роботи. Від чіткої роботи МПТЗК залежить ритмічність функціонування промислових підприємств та ефективність міської економіки загалом.

Таким чином, економічне значення міського пасажирського транспорту загального користування (МПТЗК) полягає у його прямому впливі на матеріальне виробництво через якість транспортного обслуговування. Основний акцент у роботі МПТЗК робиться не на прибутковість транспортних

підприємств, а на економічний ефект, що досягається завдяки скороченню часу, витраченого населенням на пересування, та підвищенню комфорту пасажирських перевезень.

У великих населених пунктах, де перевантаженість вуличної мережі приватними транспортними засобами створює суттєві труднощі для функціонування громадського транспорту, реформа МПТЗК повинна реалізуватися, шляхом застосування адміністративно-правових і економічних заходів, які корегують використання приватних автомобільних транспортних засобів за умови доступності якісних послуг громадського автомобільного транспорту.

Важливо шукати шляхи підвищення ефективності ВДМ та контролю зростання навантаження на ВДМ приватного легкового транспорту. Однак цього можна досягти лише за умови, що жителі міста сприйматимуть громадський транспорт як конкурентоспроможний і зручний варіант порівняно з використанням приватних автомобілів.

Конкурентоспроможність поїздки на громадському транспорті оцінюється користувачем за таким рядом критеріїв:

- ✓ невисока собівартість проїзду;
- ✓ задовільна швидкість руху транспортного засобу;
- ✓ відповідний технічний стан рухомого складу;
- ✓ зручне проходження маршруту та комфортне розташування зупинок на ВДМ;
- ✓ достатня періодичність руху транспортних засобів на маршруті;
- ✓ можливість адаптації до добових, тижневих та сезонних коливань попиту населення на перевезення;
- ✓ відсутність перезавантаженості транспортних засобів;
- ✓ дотримання розкладу руху транспортних засобів на маршруті;
- ✓ можливість застосування пересадок;
- ✓ загальнодоступна ефективна квиткова система;
- ✓ пристосованість зупинок громадського транспорту до потреб

населення та наявність інформаційних інтерактивних табло;

- ✓ зручність підходу та невелика відстань пішохідного підходу до зупинки.

Для залучення частини пасажиропотоку з легкового транспорту на громадський необхідно впровадити комплекс заходів підтримки громадського транспорту, що передбачає збалансоване поєднання: обмежувальних заходів щодо використання легкового транспорту та стимулюючих заходів для збільшення користування громадським транспортом.

Заходи, спрямовані на обмеження використання приватного пасажирського автомобільного транспорту, де це доцільно, можуть включати наступне.

- ✓ заборона руху приватних автомобілів на певних вулицях, за винятком пасажирського транспорту загального користування;
- ✓ відповідні санкції за паркування приватних легкових автомобілів у недозволеному місці, зокрема на газонах.

Заходами «збільшення» користування громадським транспортом можуть стати, наприклад, такі:

- ✓ пріоритет під час руху для громадського транспорту на перехрестях;
- ✓ виділення індивідуальних смуг для руху громадського пасажирського транспорту;
- ✓ дозвіл руху на деяких ділянках ВДМ лише для громадського автомобільного транспорту загального користування.
- ✓ Збалансований комплекс заходів, спрямований на перенаправлення частини пасажиропотоку з особистого легкового транспорту на громадський, сприяє підвищенню безпеки дорожнього руху. Громадський транспорт забезпечує ефективніше використання проїжджої частини доріг для обслуговування пасажиропотоків, що, у свою чергу, підвищує загальну продуктивність ВДМ.

Таблиця 1.1 - Перерозподіл пасажиропотоку між легковим та громадським транспортом в деяких європейських містах

Місто	Громадський транспорт	Зміни в обсязі руху легкового транспорту	Зниження рівня ДТП у середньому по місту
Гетеборг	+8 % усі види	- 40% на годину пік	- 50%
Нагоя	+ 1 5 % автобус + 35 % поїзд	- 1 5 % на годину пік	- 59%
Ноттінгем	+ 33% всі види	- 50% у центрі	- 60%

Окрім цього, міський транспорт громадського користування:

1) економічніше з розрахунку кількості використаних енергооєсурсів (і як наслідок, пов'язаного з цим значного забруднення навколишнього середовища) на транспортування 1 пасажирів в порівнянні з особистим легковим транспортом;

2) безпечніше, враховуючи професійне управління та зміст рухомого складу.

Швидке зростання рівня автомобілізації на тлі недостатнього розвитку ВДМ призводить до значного перевантаження магістральних вулиць, особливо в центральних районах населеного пункту. Постійні затори та «пробки» значно знизили швидкість руху транспорту, зокрема наземного громадського. Як наслідок, час, необхідний мешканцям для поїздок від місця проживання до місця роботи, суттєво зріс.

Без впровадження кардинальних заходів дедалі більше жителів будуть переходити з громадського транспорту на легкові автомобілі, що посилює проблему заторів і вимагатиме все більше простору для реконструкції доріг, розв'язок, естакад і парковок.

Транспортна ситуація, що склалася, характерна не тільки для нашого міста, але і для великих міст світу. Не випадково Міжнародна спілка громадського транспорту (що об'єднує транспортників з 80 країн світу) у 2002 році вперше сформулювала принципову позицію:

- індивідуальний транспорт, покликаний бути ефективним засобом поліпшення якості життя, внаслідок рівня автомобілізації, що виходить за

допустимі межі, перетворився на свою повну протилежність, і є однією з основних причин, що викликають значні проблеми для нормального функціонування населених пунктів, що активно розвиваються;

- жодні заходи щодо розширення ВДМ, удосконалення управління та організації дорожнього руху, поліпшення екологічності двигунів внутрішнього згоряння самі по собі безсилі вирішити цю проблему.

У світі повним ходом йде відродження громадського транспорту – будуються лінії метро, легкорейкового транспорту, трамвая – як найбільш швидкісних та комфортабельних видів транспорту, що рухаються відокремленими лініями. На автобусних лініях використовуються низькопідлогові автобуси з підвищеними екологічними характеристиками.

У таблиці 1.2 описано суть проблеми. Формулювання мети: Істотне покращення рівня транспортного обслуговування населення громадським пасажирським транспортом.

Заходи, спрямовані на заохочення використання громадського транспорту, включають не лише підвищення якості його послуг, але й створення умов, які сприяють зручності та популярності пішохідних пересувань. Активний розвиток пішохідної інфраструктури є важливою складовою зниження частки автомобільних поїздок у міському транспортному трафіку. Це структурне зрушення стане особливо помітним, якщо заходи з підтримки громадського транспорту будуть реалізовані разом із ініціативами, що знижують привабливість використання приватних автомобілів.

Таблиця 1.2 - Формулювання та наслідки не вирішення проблеми

Формулювання проблеми	Нездатність громадського транспорту забезпечити транспортні потреби мешканців міста.
Категорії населення	усі жителі міста
Наслідки не вирішення проблеми:	✓ перетворення міста на одну велику «пробку»; ✓ перевантаження ВДМ приватними автомобілями значно ускладнить роботу громадського транспорту.

Продовження таблиці 1.2

1	2
Результат вирішення проблеми:	✓ поліпшення умов користування громадським транспортом для всіх верств населення, включаючи людей з обмеженими фізичними можливостями; ✓ оптимізація витрат часу населення на транспортну мобільність; ✓ підвищення швидкості руху, продуктивності та рентабельності міського пасажирського транспорту; ✓ зниження кількості поїздок на легкових автомобілях; ✓ зменшення негативного впливу транспорту на навколишнє середовище.
Наслідки вирішення проблеми:	✓ стійко функціонуюча, економічно ефективна та доступна для більшості верств населення система міського пасажирського транспорту

Таблиця 1.3 - Завдання, що необхідно вирішити

Завдання	Результат	Вимоги щодо якості
Створення конкурентних переваг громадського транспорту перед	Поліпшення умов руху громадського транспорту	комфортні умови поїздки та безпека руху

Таблиця 1.4 – Зацікавлені сторони

Назва зацікавленої сторони	Функції	Вигода, що отримується від проекту	Коментарі та проблеми
1	2	3	4
Населення міста	Підтримка проекту	Скорочення витрат часу на пересування	Недостатня поінформованість населення про роль МПТГК

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4
Адміністрація міста, адміністрація області	Створення сприятливих умов для залучення інвестицій та координація діяльності щодо розвитку транспортної інфраструктури	Ефективне використання бюджетних коштів. Створення позитивного іміджу міста. Інвестиційна привабливість міста та області.	Недосконалість законодавчої бази у сфері транспорту.
Підприємства міського громадського транспорту	Перевезення пасажирів	Зменшення транспортних витрат, збільшення виручки	Нерозвинена вулично-дорожня мережа (ВДМ), обмеженість бюджетного фінансування
ВНЗ	Підготовка фахівців у галузі транспорту	Підвищення престижу та популярності ВНЗ	Нестача спеціалізованих викладацьких кадрів

Таблиця 1.5 - Можливі способи розв'язання задачі

Способи	Сильні сторони	Слабкі сторони
Комплексний розвиток усіх видів суспільного транспорту	Зручний громадський транспорт, що забезпечує комфортабельні умови поїздки для пасажирів	Розвиток різних видів транспорту між собою не узгоджений
Популяризація стратегічного проекту серед мешканців міста, переваг громадського перед власним автомобілем.	Створення позитивного іміджу суспільного транспорту, усвідомлене спонукання до користування громадським транспортом та обмеження користування власним автомобілем.	Зростання частки пересування мешканців на особистих автомобілях, зростання автотранспорту особливо у центральній частині міста

Таблиця 1.6 Потенційні партнери та підрядники

Партнер/підрядник	Спосіб залучення
Адміністрація міста, адміністрація області, Бізнес: - автотранспортні компанії; - транспортні організації; - будівельні організації; - фінансові інвестори;	✓ Координація діяльності підприємств міського пасажирського транспорту. ✓ Розвиток транспортної інфраструктури та ВДМ. ✓ Створення сприятливих умов вкладення коштів у транспортну інфраструктуру. ✓ Відкритість бізнесу пасажирських перевезень.

Проблема зростаючої автомобілізації в містах робить все більш актуальним створення конкурентних переваг громадського пасажирського транспорту. Такі переваги можуть забезпечуватися абсолютно різними заходами, зокрема підвищенням ефективності управління міським пасажирським транспортом. Однією з найважливіших умов підвищення ефективності є аналіз транспортного попиту на послуги громадського пасажирського транспорту. Одним з видів даних, що досить точно і ємнісно описують попит на послуги громадського пасажирського транспорту є міжзупинна матриця кореспонденцій маршруту (оцінюється для пікового або добового періоду).

Така матриця кореспонденцій може бути отримана на основі даних обстежень даних про пасажиропоток на маршруті, при цьому існує безліч різних прийомів проведення таких обстежень.

1.2 Аналіз способів дослідження транспортної мобільності населення на міських маршрутах

Для аналізу транспортної мобільності населення, її розподілу за напрямками та збору відповідних статистичних даних про зміни в часі

проводяться спеціальні обстеження. Розроблені методи таких обстежень класифікуються за різними критеріями.

Зокрема, за тривалістю періоду спостереження виділяють систематичні та разові обстеження. Систематичні обстеження виконуються щоденно протягом усього періоду руху й здійснюються лінійним персоналом служби експлуатації. Разові обстеження проводяться короткостроково відповідно до певної програми, яка формується залежно від поставлених завдань.

За ступенем охоплення транспортної мережі обстеження поділяють на суцільні та вибіркові.

Суцільні обстеження охоплюють всю транспортну мережу населеного пункту чи регіону, що обслуговується, і проводяться одночасно. Для їх виконання потрібна значна кількість контролерів та лічильників. Результати таких обстежень використовуються для вирішення стратегічних питань функціонування транспортної мережі, зокрема координації роботи різних видів транспорту, оптимізації маршрутних схем і вибору транспортних засобів відповідно до інтенсивності пасажиропотоків.

Вибіркові обстеження, натомість, зосереджуються на окремих зонах руху, конфліктних точках або конкретних маршрутах. Вони спрямовані на вирішення локальних і вузькоспеціалізованих завдань.

За видом дослідження транспортної мобільності населення класифікують на:

- ✓ анкетне;
- ✓ звітно-статистичне;
- ✓ натурне;
- ✓ автоматизоване.

Анкетний метод, як правило, передбачає опитування користувачів громадського транспорту або заповнення анкет про характер та напрямки їх традиційних поїздок. Дані анкет дозволяють судити про доцільність застосування тих чи інших видів транспорту, раціональності розташування початкових та кінцевих пунктів та часу, що витрачається пасажиром на поїздку.

Анкетним методом можуть обстежитися місто загалом, окремі його райони чи найбільші підприємства.

Анкетне обстеження, залежно від обраної методики та поставлених цілей, дає змогу зібрати дані, які можуть бути корисними для оптимізації руху на наявній транспортній мережі та для її перспективного планування. Однак основним недоліком цього методу є неможливість точно визначити реальне завантаження окремих ділянок транспортної мережі.

Результати анкетного обстеження та їх достовірність значною мірою залежать від характеру, простоти та чіткості сформульованих питань. Тому форма анкети має бути ретельно розроблена відповідно до поставлених завдань і передбачати можливість автоматизованої обробки. Найбільшу ефективність цей метод демонструє під час опитування населення за місцем роботи в ключових пунктах формування та поглинання пасажиропотоків, зокрема із залученням відділів кадрів у зоні обслуговування. Однак анкетування може проводитися також у транспортних засобах або на зупинках. Основною складністю є обробка зібраних анкет, тому для зниження трудомісткості відповіді кодуються й обробляються за допомогою комп'ютерів.

Звітно-статистичний метод обстеження базується на аналізі даних квитково-облікових листів та кількості проданих квитків. Водночас необхідно враховувати пасажирів, які користуються місячними проїзними квитками, службовими посвідченнями, правом на пільговий безкоштовний проїзд, а також тих, хто не придбав квиток.

Натурні обстеження поділяються на кілька видів: талонні, табличні, візуальні, силуетні та опитувальні.

Талонний метод забезпечує отримання детальної інформації про інтенсивність пасажиропотоку вздовж маршруту і протягом доби, пасажирообмін на зупинках, кореспонденцію пасажирів та рівень завантаженості транспортних засобів.

Для проведення талонного обстеження необхідна попередня підготовка, яка включає розробку програми та визначення кількості обліковців і контролерів.

Програма обстеження містить послідовність дій із зазначенням термінів виконання. Якість зібраних даних залежить від організованості обліковців, їхньої підготовки та інформованості пасажирів.

Під час обстеження обліковці на кожній зупинці, починаючи з кінцевої, видають пасажирам талони, позначаючи номер зупинки, на якій пасажир сів у транспорт. Для кожного напрямку використовуються різнокольорові талони зі зростаючими або спадаючими номерами зупинок. При виході пасажирів здають талони, а обліковці фіксують номер зупинки, де пасажир вийшов. У разі пересадки пасажир має відірвати відповідну частину талона. На кінцевій зупинці обліковці передають контролеру використані талони за рейс та отримують нові.

Табличний метод обстеження здійснюється обліковцями, які розміщуються всередині автобуса біля кожних дверей. Вони користуються спеціальними таблицями, в яких фіксуються дані про автобус, його номер, графік рейсів у прямому та зворотному напрямках, час відправлення і прибуття, а також зупинки маршруту. На кожній зупинці обліковці записують кількість пасажирів, які входять і виходять, а також розраховують заповненість салону між зупинками. Облік ведеться індивідуально кожним обліковцем, але отримані дані обробляються спільно.

Табличний метод підходить як для систематичних, так і для разових, а також для суцільних і вибіркового обстежень. У разі суцільного і систематичного обстеження таблиці повинні бути адаптовані для автоматизованої обробки, що досягається шляхом їх угруповання за днями тижня, маршрутами, часом доби та робочими змінами.

Візуальний (окомірний) метод обстеження використовується для збору даних на зупинках з високим пасажирообміном. Обліковці оцінюють заповненість автобусів за бальною системою та записують ці оцінки у спеціальні таблиці. Наприклад:

- 1 бал – у салоні є вільні місця для сидіння;
- 2 бали – усі місця для сидіння зайняті;

- 3 бали – пасажирів стоять вільно у проходах та накопичувальних майданчиках;
- 4 бали – салон заповнений до номінальної місткості;
- 5 балів – автобус переповнений, і частина пасажирів залишається на зупинці.

Ці оцінки адаптуються до конкретної марки та моделі автобуса, що дозволяє перевести бали у кількість пасажирів. Цим методом можуть також користуватися водії чи кондуктори, які заповнюють облікові таблиці протягом зміни. Після завершення зміни таблиці передаються диспетчерам, а у відділі експлуатації дані узагальнюються.

Візуальний метод найчастіше використовується під час вибіркового обстеження через його простоту і швидкість.

Силуетний метод, як різновид візуального, використовується в аналогічних випадках. Замість бальної оцінки заповненості автобусів застосовується набір силуетів для різних типів транспортних засобів. Обліковці підбирають силует, що відповідає реальному наповненню салону, і фіксують його номер у таблиці. Кожен силует пов'язаний із певною кількістю пасажирів.

Опитувальний метод передбачає, що обліковці, перебуваючи в салоні автобуса, опитують пасажирів, які заходять, щодо їхніх пунктів призначення, пересадок і цілей поїздки, фіксуючи отриману інформацію. Цей метод дозволяє визначати пасажирські маршрути (кореспонденцію), що допомагає оптимізувати маршрути, зменшувати час пересадки та покращувати організацію перевезень.

Обстеження роботи автобусів і визначення пасажиропотоків є надзвичайно трудомісткими та зазвичай вимагають великої кількості обліковців. До цієї роботи часто залучають старшокласників, студентів коледжів та університетів. Водночас обробка отриманих даних потребує багато часу, тому результати обстежень зазвичай відображають ситуацію за минулий період.

Нині впроваджуються автоматизовані методи обстеження, які дозволяють отримувати оброблені дані без залучення обліковців. Їх поділяють на чотири групи: комбіновані, непрямі, неконтактні та контактні.

Контактні методи передбачають отримання даних через безпосередню взаємодію пасажирів із технічними пристроями. Зокрема, пасажир вводить інформацію про свої транспортні потреби за допомогою напівавтоматичних пристроїв, натискаючи відповідні кнопки. Такі пристрої розміщуються у великих вузлах, де формуються або поглинаються значні пасажиропотоки. Цей метод дозволяє отримувати дані про маршрути пасажирів, їхні пересування, а також проводити соціологічні дослідження. Він ефективний для оптимізації маршрутів і прогнозування перевезень.

Контактні методи обліку пасажирів включають автоматизовані системи, що використовують електроімпульсні датчики. Ці датчики розміщують на сходах дверей автобуса, звідки вони передають імпульси на дешифратори, з'єднані з лічильниками пасажирів, які входять або виходять. Дешифратор аналізує порядок сигналів, визначає напрямок руху пасажирів і надсилає відповідні дані до лічильників. Основним недоліком цієї системи є значна похибка (до 25%) під час роботи в години пік.

Неконтактні методи обліку базуються на використанні фотоелектричних пристроїв. Для цього встановлюють фотодатчики в дверях або ззовні на кузові автобуса, поруч із дверями (по два датчики на кожен потік пасажирів, що входять і виходять). Коли пасажир перетинає світловий промінь, датчики фіксують цей рух, генеруючи електричний імпульс. Сигнали надходять до блоку дешифрування, який спрямовує їх до реєстрів пасажирів, що входять і виходять. Підсумковий блок цифрової індикації відображає кількість пасажирів на кожній зупинці.

Серед недоліків неконтактних методів виділяють короткий термін служби обладнання, а також складність його налаштування та технічного обслуговування.

Непрямий метод обліку пасажирів базується на зважуванні всіх пасажирів в автобусі одночасно, із розрахунком середньої маси на одну особу (70 кг). Для цього застосовуються тензометричні датчики, розташовані на подушках ресор. Вихідні сигнали датчиків надходять на прилад, який реєструє дані у вигляді

графіків на діаграмному папері протягом часу. Результати обстеження подаються у формі графіків пасажиропотоків, проте їх обробка потребує значних ресурсів і часу. Головним недоліком цього методу є вимога чітко розділяти посадку та висадку пасажирів на зупинках.

Комбінований метод обліку пасажирів передбачає використання двох типів датчиків одночасно. Пасажири, заходячи в автобус, наступають спочатку на нижню, а потім на верхню контактну сходинку. Сигнали від цих площадок і відкриття дверей передаються до блоку керування, де вони обробляються для формування рахункових імпульсів, які реєструються цифровим друкуючим пристроєм, перфратором або на магнітну стрічку. Аналогічно формується імпульс виходу, залежно від порядку впливу пасажирів на сходинки.

Реєстрація даних, таких як кількість пасажирів, що зайшли чи вийшли, пройдений маршрут, час і номер зупинки, виконується після закриття дверей на початку руху автобуса. У комбінованих системах можуть одночасно використовуватися масові й фотоелектричні датчики для підвищення точності обліку.

Автоматизовані дослідження пасажиропотоків дозволяють постійно та безперервно отримувати дані про обсяги перевезень за мінімальних витрат і без потреби в обліковцях.

Перераховані методи дослідження пасажиропотоків можна умовно поділити на три групи залежно від способу отримання необхідних даних: методи, що ґрунтуються на підрахунку кількості перевезених пасажирів; методи, що використовують прилади (автоматизовані); та аналітичні (розрахункові) методи прогнозування потенційних величин.

Дослідження пасажиропотоків дозволяє виявити основні закономірності їх коливань, що є важливими для планування та організації перевезень. Іншими словами, зміни транспортної мобільності населення на маршрутах і в цілому по місту відповідають певним залежностям. Тому регулярне визначення розподілу пасажиропотоків за часом, довжиною маршрутів і напрямками є головним завданням відповідних служб автотранспортних підприємств або центру

координації, як-от центральної диспетчерської чи логістичного центру. Пасажиropотоки відображають навантаження транспортної мережі за напрямками руху в конкретний період (година, доба, місяць).

Результати дослідження транспортної мобільності населення використовуються для удосконалення організації перевезень пасажирів на сформованих маршрутах, а також для модернізації транспортної мережі в цілому. За матеріалами обстежень можна визначити основні техніко-експлуатаційні параметри роботи транспортних засобів: обсяг перевезень, пасажирообіг, середню відстань переміщення пасажирів, завантаженість автобусів та їх кількість на маршрутах, час рейсу, кількість змін роботи, швидкість, інтервали і частоту руху, пробіг за час наряду. Ці дані слугують основою для вдосконалення як загальної системи маршрутів, так і організації руху та роботи автобусів на кожному конкретному маршруті.

1.3 Огляд автоматизованих систем підрахунку пасажирів громадського транспорту

В умовах стрімкої урбанізації, що відбувається у світі, підвищення ефективності громадського транспорту стало загальною проблемою.

Автоматизовані системи підрахунку пасажирів у громадському транспорті це технології, призначені для автоматичного відстеження та підрахунку кількості пасажирів, що використовують транспортні засоби. Такі системи є важливим елементом сучасних транспортних рішень, оскільки допомагають оптимізувати роботу транспорту, покращити якість послуг та знизити експлуатаційні витрати.

Нижче наведено огляд основних технологій і систем, які використовуються для цього в Україні та світі:

Системи з використанням камер і сенсорів. Такі системи використовують камери з штучним інтелектом або сенсори для підрахунку пасажирів при вході та виході з транспорту. Наприклад, GPSM Pass-track дозволяє відслідковувати пасажиропотік у реальному часі, оптимізувати маршрути та формувати детальні

звіти про завантаження маршрутів. Отримані дані допомагають перенаправляти ресурси, забезпечуючи комфорт і підвищуючи рентабельність транспортних компаній.

Технологія бінокулярного стереогляду, див. рис. 1.1 За допомогою цієї технології камери можуть знімати два зображення об'єкта під різними кутами. Розрахунок похибки між відповідними точками дозволяє отримати точну інформацію про геометрію твердої речовини.

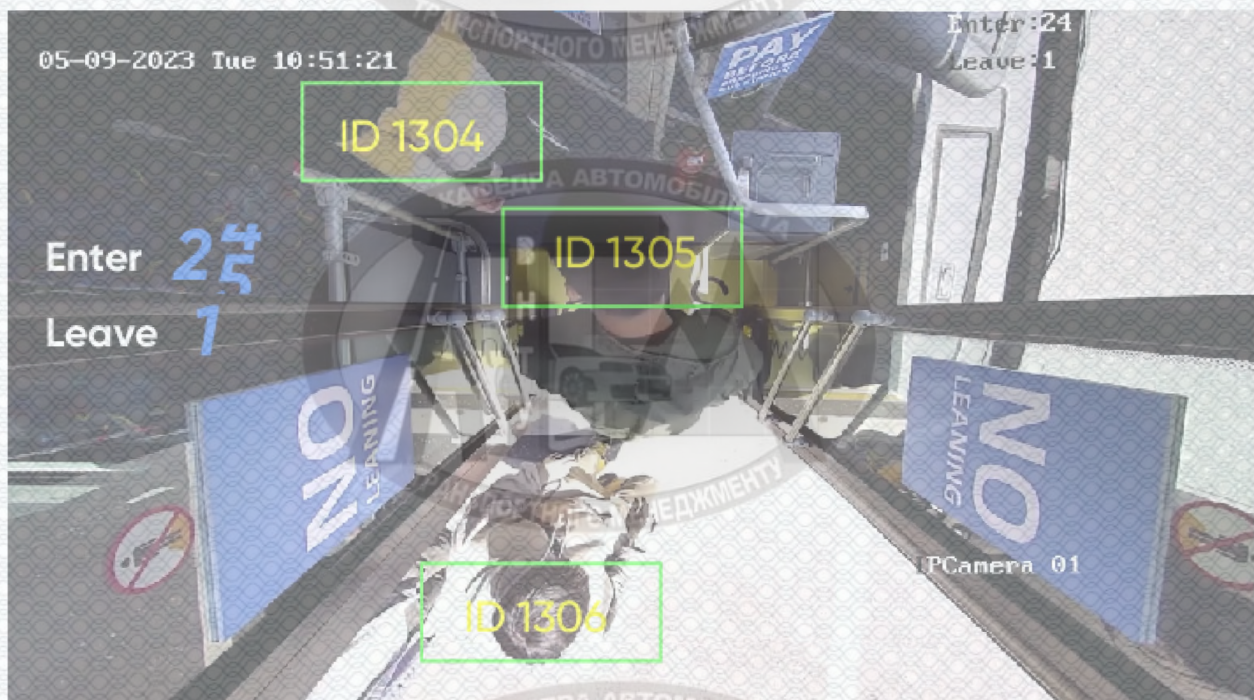


Рисунок 1.1 – Принцип використання технології бінокулярного стереогляду

Технологія 3D-виявлення та відстеження, див. рис. 1.2. Наше рішення, засноване на бінокулярному стереогляді, включає 3D-детекцію голови та 3D-рахунок. Алгоритм точно визначає місцезнаходження пасажирів доти, доки вони не покинуть об'єкт. Він ефективно відфільтровує підрахунки, що повторюються, викликані блукаючими людьми, переповненими просторами або частково перекриваються людьми.



Рисунок 1.2 – Принцип використання технології 3D-виявлення та відстеження

Технологія фільтрації зростання, див. рис. 1.3. Ця технологія дозволяє користувачам відфільтровувати нецільових користувачів, отримуючи інформацію про зростання цілі. Користувачі можуть встановити певне зростання в системі, щоб розрізняти дорослих та дітей.

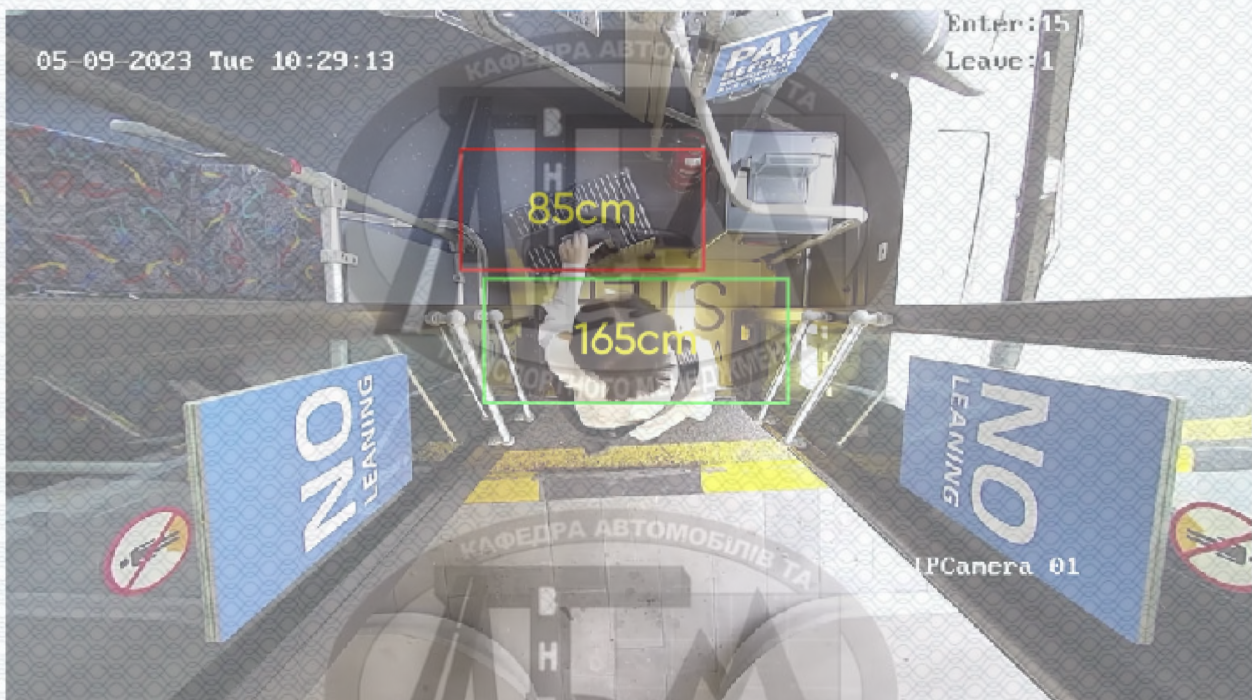


Рисунок 1.3 – Принцип використання технології фільтрації зростання

Основні компоненти автоматизованих систем підрахунку пасажирів:
Датчики:

- ✓ Інфрачервоні датчики: Вимірюють температуру тіла пасажирів або використовують інфрачервоне випромінювання для визначення переміщень.
- ✓ Камери зі штучним інтелектом (ШІ): аналізують відеопотік, розпізнаючи та підраховуючи пасажирів.
- ✓ Ультразвукові датчики визначають переміщення пасажирів за допомогою звукових хвиль.
- ✓ Лазерні сенсори: створюють сітку з лазерних променів, які перериваються під час проходження пасажира

Автоматизовані системи підрахунку пасажирів забезпечують:

- Точність даних: Виключається людський фактор та мінімізуються помилки.
- Оптимізація транспортної мережі: Допомогає аналізувати пасажиропотік, щоб регулювати кількість транспортних одиниць на маршрутах.
- Економія ресурсів: Ефективний розподіл часу та палива за рахунок оптимізації маршрутів.
- Поліпшення якості послуг: Підвищення задоволеності пасажирів за рахунок мінімізації переповнення транспортних засобів.
- Підтримку аналітики та прогнозування: Використання даних для довгострокового планування.

Такі системи, як АСОП, зручні для впровадження й активно використовуються для покращення обліку пасажирів у багатьох містах України.

Автоматизована система оплати проїзду та обліку пасажирів (АСОП) - це сукупність апаратно- програмних комплексів, які створюють умови для оплати проїзду за допомогою, див. рис. 1.4:

- ✓ RFID карт;
- ✓ банківських карток;
- ✓ систем Apple Pay та Google Pay.

АСОП використовуються у міському громадському транспорті: автобусах, тролейбусах, маршрутних таксі, трамваях. Завдяки GPSPM системі транспортні та комунальні підприємства ведуть автоматизований облік наданих пасажиром послуг та обсягів коштів за надання таких послуг.



Рисунок 1.4 – Принцип функціонування автоматизованої системи оплати проїзду

АСОП має значну практичну цінність як пасажирів, так муніципального транспорту і приватних транспортних компаній. Першим надається можливість оплачувати вартість проїзду у громадському транспорті з безготівкової оплати. Транспортні підприємства у свою чергу отримують докладні статистичні дані, необхідні для об'єктивної оцінки показників роботи транспорту, а саме:

- пасажиропотоку;
- кількості пасажирів, які мають право на пільговий проїзд.

Основною перевагою АСОП можна назвати те, що ця система дозволяє суттєво підвищити якість послуг у сфері пасажирських перевезень. АСОП може містити електронні табло, які встановлюються на зупинках. На дисплеях демонструється актуальний графік руху транспорту, зокрема час його прибуття.

Також система АСОП призначена для здійснення розрахунку сум компенсації за перевезення пасажирів пільгових категорій приватним перевізникам.



Рисунок 1.5 – Загальний вигляд терміналу АСОП

АСОП складається з:

1. Електронна RFID карта, що діє в межах міста.
2. Валідатор GPSM Lucky-Pay , призначений для зчитування даних з карток, що встановлюється у пасажирському салоні автобуса, тролейбуса, трамваю.
3. Головний пристрій водія GPSM U1 призначений для відображення поточної кількості валідацій (зчитувань карток), а також актуальної кількості пасажирів у транспортному засобі. До переліку функції входить опція зміни маршруту та тарифного плану. Головний пристрій підключається до сервера та забезпечує передачу даних для здійснення оплати вартості проїзду.

4. Програмне забезпечення, сервер, база даних.

До переліку функцій АСОП відносять:

- Врахування кількості пасажирів пільгової категорії. Це дозволяє коректно розраховувати суми, які потрібно компенсувати приватним перевізникам за надання послуг пільговикам.

- Формування статистики щодо перевезення пасажирів, які платять за проїзд.
- Зручне внесення безготівкової оплати пасажиром, який користується банківськими картками, системами Apple Pay та Google Pay, електронними RFID-картами.
- Онлайн відстеження транспорту, який вийшов на маршрут.
- Контролює дотримання розкладу руху, включаючи відстеження затримок та випереджень.
- Підготовка інформації до диспетчерських центрів.

Дата-центр автоматичної системи оплати проїзду включає сервери на яких розміщено програмне забезпечення. Виконує ключову функцію зі збирання, обробки, введення інформації та формування звітів.

Системи підрахунку пасажирів все більше інтегруватимуться з розумними міськими системами. Очікується зростання використання технологій штучного інтелекту, великих даних та хмарних рішень для підвищення точності та швидкості аналізу. Також можлива поява більш доступних рішень, що зробить ці технології стандартом більшості транспортних компаній.

1.4 Характеристики маршрутів міського пасажирського транспорту

Серед усіх компонентів системи громадського міського пасажирського транспорту маршрутна система піддається найбільшим змінам. Ці зміни можуть бути викликані зростанням міста, розвитком режиму трудової та соціальної активності населення та іншими факторами. Однак основна частина маршрутної системи залишається стабільною.

Маршрути значно відрізняються своїми характеристиками, до яких відносять такі:

- обсяг пасажирських перевезень A ;
- пасажирообіг Q ;

- довжина маршруту;
- середня відстань переміщення пасажирів L_{CP} ;
- пасажиропотік;
- коефіцієнт нерівномірності K_H ;
- коефіцієнт нерівномірності за довжиною;
- коефіцієнт нерівномірності за напрямом;
- коефіцієнт годинного максимуму;
- коефіцієнт нерівномірності за часом;
- частота або інтервал руху;
- епюра пасажиропотоків.

Обсяг пасажироперевезень визначається як кількість клієнтів, що користується даним маршрутом, ділянкою пасажирської мережі, на всій протяжності мереж міського пасажирського автомобільного транспорту або на всіх мережах за певний проміжок часу (годину, добу, місяць, квартал, рік). Кількість пасажирів, перевезених за період спостереження, є еквівалентною кількості виконаних рейсів за цей час. Отже:

$$A = \sum_{i,j} \frac{A_{i,j}}{T}. \quad (1.1)$$

У позначенні $A_{i,j}$ перший із індексів i будемо вважати індексом пункту відправлення, другий j - індексом пункту прибуття. Відповідно під $A_{i,j}$ розумітимемо кількість поїздок з i у j за період спостереження T .

Кількість кореспонденції $A_{i,j}$ з i у j , дорівнює кількості посадок, виконаних у пункті i у напрямку j , або висадок у пункті j з напрямку i . Тому обсяг пасажирських перевезень A (пас/год., пас/доб.,) може бути визначений як сума пасажирів, що увійшли в транспортні засоби в пунктах посадки (A_{ex}) або зійшли у пунктах висадки (A_{ex}) за одиницю часу (година, доба, місяць, квартал, рік):

$$A = \sum_i \frac{A_{ex}}{T} = \sum_j \frac{A_{cx}}{T} \quad (1.2)$$

Під час виконання такого роду розрахунків за одиницю часу, як правило приймають годину, добу чи рік.

Обсягом виконаної транспортної роботи, або пасажирообігом, (пас.-км/год, пас.-км/добу, пас.-км/рік) називають кількість виконаних транспортом на маршруті, ділянці мережі, на всій мережі пасажирокілометрів або, суму довжин усіх пасажирокореспонденцій (поїздок) за одиницю часу, що розглядається. Якщо l_{ij} відстань пасажирських переміщень $A_{i,j}$ транспортної мережі, то:

$$Q = \sum_{ij} \frac{A_{i,j} \cdot l_{i,j}}{T} \quad (1.3)$$

Протяжність маршрутів зазвичай визначають так, щоб забезпечити з'єднання між основними пунктами тяжіння пасажиропотоків. Про те довжина маршруту не завжди має відповідати прямій відстані між зазначеними пунктами. Маршрут може з'єднувати два чи більше пунктів, і в такому випадку на його протязі відбувається постійний обмін пасажирів.

Надзвичайно важливим параметром ефективності перевезень є середня довжина поїздки пасажирів l_{CP} , яку можна визначити як середню довжину всіх пасажирокореспонденцій на розглянутому пасажирському маршруті або по транспортній пасажирській мережі загалом:

$$l_{CP} = \sum_{i,j} \frac{l_{i,j}}{n} \quad (1.4)$$

де n - сумарні кількість переміщень (маршрутних або мережевих).

Про те визначення середньої довжини поїздки за методикою наведеною

(1.4) містить ряд труднощів. Тому, значення параметра середньої довжини поїздок визначається за відомою формулою $Q = A \cdot l_{CP}$ звідки

$$l_{CP} = \frac{Q}{A} \quad (1.5)$$

З виразу (1.5) випливає, що середня довжина поїздок чинить прямий вплив на показники роботи підприємств: при тому ж обсязі пасажироперевезень A та різній середній довжині поїздок l_{CP} обсяг транспортної роботи підприємства (пасажирообіг) може бути суттєво різнитися. Основні фактори, що впливають на середню довжину пасажиропоїздки, - географічні розміри міста, розгалуженість транспортної мережі, маршрутна схема та планувальна структура населеного пункту, тобто взаємне розташування в ньому житлових територій, промислових районів (місць додатків праці) та соціальних центрів. Середня довжина поїздки зростає із збільшенням територіальних розмірів міста, тому у великих містах, особливо при подовженому плануванні, вона більша, ніж у невеликих. Підвищує середню довжину поїздки невелике трасування транспортної мережі та неправильний вибір маршрутної системи.

При історичному формуванні міста, коли промислові райони та соціальні центри розміщені рівномірно серед житлових районів, середня довжина поїздки значно коротша, ніж у випадку, коли промислові зони розташовані за межами міста, наприклад, з санітарно-гігієнічних міркувань. В останньому випадку, при тій самій чисельності населення, обсяг пасажирських перевезень та транспортної роботи буде більшим через збільшення частки населення, яке змушене користуватися транспортом. Натомість, у містах зі змішаним плануванням велика частина пересувань відбувається пішки. Попри менший обсяг пасажироперевезень, економічні показники роботи підприємств у містах зі змішаним плануванням можуть бути значно вищими, ніж у містах з виділеними промисловими зонами завдяки зниженню питомої частки транспортної роботи, що припадає на одного пасажирів.

Однак дані про середню дальність поїздки на маршрутах можна отримати лише в результаті обстеження пасажиропотоків, що не завжди є можливим.

Дослідження пасажиропотоків дає змогу сформувати основні взаємозалежності та їх коливання для майбутнього використання результатів досліджень у процесі планування та модернізації перевезень. Іншими словами, зміни пасажиропотоків на маршрутах і в межах конкретного населеного пункту підпорядковуються певним закономірностям, тому важливим завданням логістичної служби є систематичне виявлення розподілу пасажиропотоків за часом, довжиною маршрутів і напрямками. Пасажиропотоки відображають навантаження транспортної мережі за напрямками в конкретні періоди. Як зазначалося раніше, пасажиропотоки часто відтворюються у вигляді спеціальних графіків - епюр, що дозволяє визначити критичні ділянки на маршруті. Вивчення коливань пасажиропотоків за часом доби, днями тижня, місяцями, довжиною маршрутів і напрямками є важливим аспектом цього процесу.

Ступінь нерівномірності пасажиропотоків оцінюється за допомогою спеціального параметра коефіцієнта нерівномірності K_H . Він визначається відношенням максимальної потужності пасажиропотоку $Q_{\max}$ за певний період часу до середньої потужності пасажиропотоку $Q_{\text{ср}}$ за той же період:

$$K_H = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{ср}}} \quad (1.6)$$

Розрізняють коефіцієнти нерівномірності за часом доби, днями тижня, місяцями року, а також по ділянках маршруту та напрямках руху. Коефіцієнт нерівномірності за напрямками визначається як відношення максимальної потужності пасажиропотоку за годину в найбільш завантаженому напрямку до середньої потужності пасажиропотоку в зворотному напрямку.

Нерівномірність розподілу пасажиропотоків транспортної мережі призводить до нерівномірності розподілу пасажиропотоків за довжиною

маршрутів. Залежно від характеру розподілу потоків маршрути можуть мати рівномірне завантаження по всій довжині, максимальне завантаження в середині, максимальне завантаження по обох кінцях і максимальне завантаження з одного кінця. Особливо велика нерівномірність потоків по довжині маршрутів наближається в години пік.

Добова нерівномірність розподілу потоків зазвичай нижча від пікової. Нерівномірність розподілу потоків на ділянках маршрутів у години пік посилюється ще нерівномірністю розподілу потоків за напрямом. У містах з концентрованим розміщенням промислових підприємств у години пік виникають чітко виражені односторонні пасажирські потоки: у ранкові години пік пасажирів здійснюють поїздки на роботу, у вечірні - з роботи.

Ступінь нерівномірності розподілу пасажиропотоків за довжиною маршрутів характеризується коефіцієнтом нерівномірності, що визначається за формулою:

$$K_{\text{д}} = \frac{Q_{\text{max}}}{Q} \quad (1.7)$$

де Q_{max} - пасажиропотік у перерізі найбільш завантаженого перегону;

Q - середньозважений пасажиропотік на маршруті.

Розмір цього коефіцієнта коливається у широких межах.

Дані обстежень показують, що коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за довжиною маршрутів коливається від 1,13 до 2,3 (при середніх значеннях по містах, рівних 1,54).

Нерівномірність пасажиропотоків за напрямками характеризується також коефіцієнтом, який є відношення середньозваженого пасажиропотоку на маршруті Q у найбільш завантаженому напрямку до середньозваженого потоку на всьому маршруті $\bar{Q}$

$$K_{\text{напр}} = \frac{Q}{Q} \quad (1.8)$$

З урахуванням цих коефіцієнтів експлуатаційні організації розподіляють рухомий склад за маршрутами.

Пасажиropoтoкu тaкoж нeрiвнoмiрнo рoзпoдiляютьcя у чaci; зa ceзoнaми рoкy, днями тижня та годиною доби. Розподіл пасажиропотоків за сезонами року та годин доби дуже впливає на вибір виду транспорту в місті, визначення необхідної кількості рухомого складу, складання розкладу руху та організацію роботи поїзних бригад.

Сезонні коливання пасажиропотоків спостерігаються практично в усіх містах, особливо виражені в курортних містах і тих, де знаходяться історичні пам'ятки. У таких містах обсяг пасажирських перевезень влітку значно перевищує середньорічний рівень. Сезонна нерівномірність пасажиропотоків проявляється як у загальному обсязі міських перевезень, так і на окремих напрямках або маршрутах. Значні коливання пасажиропотоків характерні також для маршрутів, що з'єднують житлові райони з місцями масового відпочинку та видовищними об'єктами (стадіони, велодроми, іподроми тощо).

Добові коливання пасажиропотоків зумовлені змінами в розмірах трудових і культурно-побутових поїздок, що здійснюються населенням міста та передмість у різні дні тижня. Пік пасажирських перевезень спостерігається майже у всіх містах у передвихідні дні, коли до трудових поїздок додається велика кількість поїздок культурно-побутового призначення. У вихідні дні, коли трудові поїздки мінімальні, обсяг перевезень в місті залежить здебільшого від погоди та сезону. Взимку та в погану погоду недільні перевезення значно знижуються. Добові коливання пасажиропотоків потрібно враховувати при плануванні днів для обстежень пасажиропотоків, а також при організації профілактичних оглядів рухомого складу.

Добові коливання пасажиропотоків є без винятку у всіх містах і залежать головним чином від трудової діяльності населення та режиму роботи

підприємств та установ. У містах з великими промисловими підприємствами спостерігаються особливо великі коливання перевезень щогодини. При цьому в часовий максимум пасажирські потоки досягають 12-13% добових. Ранковий годинний пік, як правило, буває коротшим, ніж вечірній. Пасажирські перевезення у вечірні години пік часто більші, ніж у ранкові, оскільки у вечірній час трудові поїздки збігаються з культурно-побутовими.

Годинна нерівномірність спостерігається в цілому по місту та за окремими напрямками та маршрутами. Вона характеризується коефіцієнтом годинного максимуму

$$p = \frac{A_{\max}}{A_{\text{год}}}, \quad (1.9)$$

де $A_{\max}$ - число пасажирів, що перевозяться в годину максимуму;

$A_{\text{год}}$ - кількість пасажирів, що перевозяться в середньому за 1 годину добової роботи транспорту.

Дані про розміри перевезень по годині доби використовуються при складанні розкладів випуску рухомого складу на маршрути, розкладів рухів на маршрутах, встановлення режиму роботи поїзних бригад, підприємств та установ міста.

Коефіцієнт нерівномірності для малих та середніх міст знаходиться відповідно у межах: по годинах доби $K_H = 1,5 - 2,0$; по днях тижня $K_H = 1,1 - 1,25$.

Нерівномірність пасажиропотоку за напрямком — відношення пасажиропотоку на найбільш завантаженому напрямку до потоку в обох напрямках - має місце лише за годиною доби. Для середньодобового потоку коефіцієнт нерівномірності близький до 1. Цей коефіцієнт для години пік у містах коливався в межах 1,05-1,75.

Коливання пасажиропотоків на маршрутах у часі спостерігається у всіх

містах та майже на всіх маршрутах. Розрахунковим періодом, за яким проектується транспортну систему міста, є час пік. Зазвичай цей період із максимумом перевезень виражається у відсотках до середньодобових перевезень. За даними обстеження у містах, відсоток перевезень у годину пік становить у середньому 7 – 14% добових. При цьому на окремих маршрутах міст відсоток перевезень може бути більшим або меншим.

Частота або інтервали руху пов'язані з розмірами перевезень і мають відображати закономірність їхнього розподілу. Сумісність цих показників для різних маршрутів може мати місце лише в тому випадку, якщо місткості рухомого складу, що працює на маршруті, будуть однаковими.

Результати обстежень пасажиропотоків використовуються для покращення організації перевезень на існуючих маршрутах, а також для реорганізації транспортної мережі в цілому.

За результатами обстежень можна визначити основні техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів: обсяг перевезень, пасажирообіг, середню дальність поїздки, заповненість автобусів та їх кількість на маршрутах, час рейсу і кількість змін, швидкість, інтервали та частоту руху, пробіг за час наряду. Ці дані є основою для вдосконалення як загальної системи маршрутів, так і організації руху та роботи автобусів на кожному конкретному маршруті.

Висновки до розділу 1 та завдання дослідження

1. Детальний аналіз стану в галузі пасажирських перевезень показав тенденцію до зменшення пасажирообігу автомобільного транспорту загального користування на тлі одночасного зростання рівня автомобілізації. Зростання відсотку легкових автомобілів при незмінній щільності вулично-дорожньої мережі, з урахуванням існуючих конструктивних рішень, спричиняє погіршення пропускної здатності доріг, утворення заторів та збільшення часу, необхідного для поїздок.

2. Одним з інструментів підвищення популярності пасажирських

перевезень є ефективне управління перевезеннями, основою якого є застосування прогресивних інформаційних технологій - тобто. систем автоматичного моніторингу пасажиропотоків

Системи моніторингу пасажиропотоків дають можливість:

- організації автоматичного збору даних про пасажиропотоки та їх динаміки за будь-який період, включаючи режим реального часу;
- запобігання приховуванню виручки персоналом, несанкціонованого відбору палива;
- організації автоматизованої системи диспетчерського керування рухомим складом з урахуванням наповнення рухомого складу;
- зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод за рахунок впровадження системи контролю режимів праці та відпочинку водіїв та швидкості руху транспортних засобів.

Вирішення задачі оцінки міжзупинної матриці кореспонденцій дозволяє обробляти дані моніторингу пасажиропотоку з досягненням балансу пасажирів, що входять та виходять.

3. При реформуванні пасажирських автомобільних перевезень ВДМ раціонально розглядати з точки зору зручності переміщення пасажирів. У цьому випадку автомобіль виконує роль проміжного елемента. Пасажири, що перебувають у транспортному засобі, займають не лише його внутрішній простір, а й відповідну частину ВДМ. Розмір даної площі називається «динамічним габаритом пасажирів», залежить від конструктивних особливостей транспортного засобу, в якому здійснюється перевезення пасажирів, тобто визначається через параметр «динамічний габарит транспортного засобу». Таким чином, вибір способу переміщення безпосередньо впливає на параметри завантаження та пропускну здатність ділянки ВДМ.

4. У результаті сформовано робочу гіпотезу про доцільність збільшення попиту на послуги пасажирських міських автомобільних перевезень шляхом підвищення їх ефективності через зміну структури транспортного потоку, що базується на застосуванні ряду заходів. Аналіз транспортної

мобільності населення дозволяє не лише визначити кількість поїздок населення за рік, але й виявити резерви чи їх відсутність для збільшення популярності на міські пасажирські перевезення. Анкетування або соціологічне опитування пасажирів з подальшою статистичною обробкою та експертними оцінками є найефективнішим методом оцінки транспортного обслуговування населення. Проте соціологічні дослідження, що оцінюють потенційний попит на перевезення маршрутами міського громадського транспорту, вимоги пасажирів до якості обслуговування та сприяють підвищенню популярності послуг, не проводилися. На основі проведеного аналізу зроблений висновок, що дослідження, спрямовані на підвищення пропускнуєї спроможності та зменшення часу поїздки (що є основним фактором у виборі способу пересування), через збільшення популярності послуг, є актуальними.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні основні завдання дослідження:

- 1) теоретично дослідити вплив структури пасажирського транспортного потоку на час проїзду ділянки маршрутної ВДМ та коефіцієнт завантаження рухом;
- 2) дослідити та визначити фактори підвищення популярності міського пасажирського автомобільного транспорту;
- 3) експериментально підтвердити теоретичні положення;
- 4) оцінити ефективність результатів дослідження.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ПОПУЛЯРНОСТІ ПОСЛУГ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

2.1 Загальна схема дослідження

Переміщення регулярними маршрутами на міському пасажирському транспорті (МППТГК) є одним із можливих варіантів задоволення потреб населення у переміщенні. Поїздки індивідуальними маршрутами здійснюються на приватних легкових автомобілях та (або) таксі. Для формування загального уявлення про вибір пасажирів способу пересування необхідно провести дослідження транспортної мобільності населення.

Отримані дані дозволять оцінити переваги споживачів щодо регулярних та індивідуальних маршрутів, враховуючи пори року та відстані пересування, а також обґрунтувати потребу в підвищенні популярності регулярних маршрутів.

Якщо результати дослідження транспортної рухливості вкажуть на значні резерви для збільшення популярності на перевезення на міському автомобільному транспорті за маршрутами регулярних перевезень, слід провести опитування можливих пасажирів, щоб визначити умови, за яких вони готові перейти з легкового автомобіля на громадський транспорт.

На основі даних соціологічного опитування населення формується список факторів, що сприятимуть підвищенню популярності послуг МППТГК, а також заходи для їх реалізації. Ці заходи реалізуються ділянках ВДМ населеного пункту, де є характерні проблеми. Оцінка ефективності впроваджених заходів здійснюється за комплексом параметрів «час проїзду 1 км маршрутної ВДМ» та «коефіцієнт завантаження дороги» (коефіцієнт завантаження). Зміна даних параметрів дає підстави для оцінки результативності запропонованих заходів.

2.2 Дослідження транспортної мобільності населення

Дослідження транспортної мобільності населення дозволяє виявити резерви чи їх відсутність для підвищення популярності на перевезення громадським транспортом міста.

Транспортна мобільність є показником, що відображає середню кількість поїздок на автомобільному транспорті на одного жителя протягом року.

Цей показник базується на даних про кількість поїздок однієї особи за рік. Отримані дані дозволяють оцінити розподіл транспортної рухливості за сезонами року та типами транспорту.

Місто Вінниця зазнало суттєвих змін у містобудівному, територіальному та культурному значенні: зросла кількість об'єктів культурно-побутового та розважального призначення, зросла кількість житлових мікрорайонів, житлових будинків, межі міста розширюються, а разом з ним і маршрутна вулично-дорожня мережа, але, на жаль, незначна.

На даний час змінився характер транспортної мобільності населення. Рівень автомобілізації збільшився у декілька разів, збільшилася ділова активність громадян, а також змінилися їх соціальні потреби. Усі ці зміни формують структуру та обсяг пасажирських транспортних потоків.

Потреби у транспортній мобільності пасажирів реалізують двома основними способами: за допомогою маршрутів діючих регулярних перевезень і за допомогою індивідуальних маршрутів на легкових автомобілях. Пересування регулярними маршрутами та закономірності їх формування вивчені найбільше, про що свідчать багаторічні дослідження та практичний досвід як в Україні, так і за кордоном. Натомість вивчення другого напрямку, пов'язаного з перевезеннями легковими таксі, здійснене в значно меншій мірі.

2.3 Показники транспортного процесу

Пасажири, подорожуючи транспортними засобами, займають різний

динамічний габарит. Даний параметр визначає довжину частини міської маршрутно́ї ВДМ, на якій знаходиться пасажир, що переміщується в транспортному засобі певної місткості. За результатами попередніх досліджень, значення динамічного габариту пасажирів для різних видів транспорту такі: для пасажирів, що їде в тролейбусі — 0,95 м/пас., в автобусі великої місткості — 0,81 м/пас., в автобусі середньої місткості — 1,73 м/пас., в автобусі особливо малої місткості — 5,73 м/пас., у легковому таксі — 15,6 м/пас., а в легковому автомобілі — понад 20 м/пас.

Структура транспортного потоку формується за умови, що можливість ВДМ пропускати одного пасажирів повинна бути не меншою за середньозважений динамічний габарит пасажирів. Таким чином, пропускна спроможність міської маршрутно́ї ВДМ, яка забезпечує уникнення заторів, для міста становить 2,02 м/пас.

Виходячи з цього, що пасажирів, які переміщуються в громадських транспортних засобах, займають мінімальну площу маршрутно́ї ВДМ.

Для аналізу впливу структури транспортного потоку на рівень обслуговування руху визначають коефіцієнт завантаження z та рівень обслуговування руху для відповідного пасажиропотоку Q . Рівень обслуговування руху є комплексним показником економічності, зручності та безпеки руху, який характеризує стан транспортного потоку. Коефіцієнт завантаження z ВДМ є важливим елементом для оцінки рівня обслуговування руху.

Зміна значення коефіцієнта завантаження може призвести до переходу між різними рівнями обслуговування. Ступінь завантаження ВДМ визначається інтенсивністю руху та пропускною спроможністю. Коефіцієнт завантаження z для ВДМ має наступні значення відповідно до рівнів обслуговування: А: 0 - 0,20; В: понад 0,2 - 0,45; С: більше 0,45 - 0,70; D: понад 0,7 - 0,90; Е: більше 0,9 - 1,0; F: понад 1,1.

Для оцінки впливу структури транспортного потоку на такі параметри, як час поїздки та коефіцієнт завантаження, необхідно використовувати такі

показники: частка громадського транспорту в загальному транспортному потоці (U), величина пасажиропотоку (Q) та швидкість автотранспортного потоку (V).

2.4 Дослідження впливу структури транспортного потоку на показники транспортного процесу

Побудовано діаграму, яка дозволяє визначити вплив структури транспортного потоку на коефіцієнт завантаження автомобільних доріг та охарактеризувати умови руху транспорту за такими параметрами як швидкість V та час t, а також дозволяє визначити рівень обслуговування, що характеризує якість транспортного потоку.

Для аналізу впливу структури транспортного потоку на коефіцієнт завантаження z та рівень обслуговування руху визначають склад транспортного потоку, враховуючи конкретне значення пасажиропотоку Q. Це дозволяє оцінити характеристики та ефективність функціонування транспортної системи.

Проаналізуємо простий варіант побудови діаграми, коли в потоці присутні два типи автотранспортних засобів на ВДМ. У такому випадку необхідний обсяг перевезених пасажирів на ділянці ВДМ можна визначити, враховуючи залежність:

$$Q = q_1 \cdot y_1 \cdot A_1 + q_2 \cdot y_2 \cdot A_2, \quad (2.1)$$

де q_1, q_2 - пасажиромісткість легкового автомобіля та автобуса відповідно, пас.;

y_1, y_2 - коефіцієнт використання пасажиромісткості легкового автомобіля та автобуса відповідно;

A_1, A_2 - кількість легкових автомобілів та автобусів відповідно, шт.

За результатами відомих досліджень визначено середню місткість транспортних засобів: за годину «пік» для легкових автомобілів вона становить

2,1 пас; для автобуса – 34 пас.

Коефіцієнт завантаження z різний для кожного рівня обслуговування:

$$z = \frac{N}{P} \quad (2.2)$$

де z - коефіцієнт завантаження рухом;

N - інтенсивність руху, авт./год;

P - практична пропускна спроможність, авт./год.

Маючи значення пропускної спроможності ділянки маршрутної ВДМ, можна визначити граничні значення інтенсивності руху N . Тоді межі рівнів обслуговування відповідатимуть граничним значенням інтенсивності N руху.

Значення пропускної спроможності P для двосмугових доріг становить 2000 авт./год. Виходячи із значень коефіцієнта завантаження для відповідного рівня обслуговування отримано значення інтенсивності руху N , авт./год.

Кількість автобусів A_2 для пасажиропотоків ($Q = 1000 - 10000 \text{ пас / год.}$) при відомому значенні кількості легкових автомобілів загального користування A_1 визначено за формулою 2.3:

$$A_2 = \frac{Q - q_1 \cdot y_1 \cdot A_1}{q_2 \cdot y_2} \quad (2.3)$$

Для побудови діаграми оцінки необхідно визначити функції, які характеризують рівні обслуговування транспортного руху. Це дозволяє забезпечити точність аналізу та коректну інтерпретацію умов руху.

В основу для визначення меж рівнів обслуговування покладено інтенсивності руху для кожного рівня, з урахуванням відомих значень пропускної спроможності дороги та коефіцієнта завантаження. Це дозволяє точно окреслити умови функціонування транспортного потоку для різних рівнів обслуговування.

Отже, залежність рівня обслуговування руху А для ВДМ ($P=2000$ авт/год), що враховує коефіцієнти приведення визначається за відомою формулою:

$$A_2 = -0,542 \cdot A_1 + 209,1$$

Отримана залежність рівня обслуговування дає змогу охарактеризувати на відповідному графікові граничні значення інтенсивності для кожного рівня обслуговування.

Аналогічним способом сформовані залежності рівнів обслуговування руху для структури транспортного потоку, що розглядається, для рівнів В, С, D, Е.

$$B : A_2 = -0,4988 \cdot A_1 + 449,3;$$

$$C : A_2 = -0,5 \cdot A_1 + 700,56;$$

$$D : A_2 = -0,5 \cdot A_1 + 900;$$

$$E : A_2 = -0,5 \cdot A_1 + 1006,8;$$

Показники, що перевищують рівень обслуговування, відповідають вищому рівню обслуговування, тому будувати залежність межі рівня обслуговування не є необхідним завданням.

Була побудована діаграма, що показує вплив структури транспортного потоку на рівень обслуговування руху (на прикладі двосмугової дороги), яка ілюструє структуру транспортного потоку для пасажиропотоку від 1000 до 10000 осіб на годину.

На діаграмі: по осі Х – наноситься кількість легкових автомобілів загального користування, по осі Y – відображається кількість автобусів. Похила лінія характеризує значення пасажиропотоку, що підтверджується відповідною структурою транспортного потоку. Тобто, маючи кількісні значення пасажиропотоку і кількість легкових автомобілів загального користування, що проходять через ділянку ВДМ, можливо розрахувати максимальну необхідну

Вплив структури транспортного потоку на тривалість проїзду 1 км ділянки маршрутної ВДМ визначається шляхом врахування залежності швидкості транспортного потоку від інтенсивності руху транспортних засобів по даній ділянці. При заданій структурі автомобільного транспортного потоку визначається час, який необхідний для проходження одного кілометра ділянки маршрутної ВДМ.

На основі даних про структуру транспортного потоку та його характеристики стає можливим побудувати діаграму, що оцінює вплив цієї структури на рівень обслуговування руху на досліджуваній ділянці. Характеристики системи аналізуються за допомогою графоаналітичної моделі, що враховує структуру транспортного потоку, рівні зручності руху та величину пасажиропотоку.

2.4 Модель, що описує вплив структури транспортного потоку на тривалість проїзду конкретної ділянки ВДМ

Параметри розглянутої системи визначаються за допомогою спеціальної моделі, яка описує вплив транспортного потоку на тривалість проїзду маршрутної ділянки ВДМ. Модель використовує дані про структуру потоку, рівні зручності руху та величину пасажиропотоку.

Ця модель дозволяє характеризувати стан транспортного потоку в певний момент часу за показниками швидкості V і часу t , а також визначати коефіцієнт завантаження та рівень обслуговування руху для заданого пасажиропотоку Q (рис. 2.2).

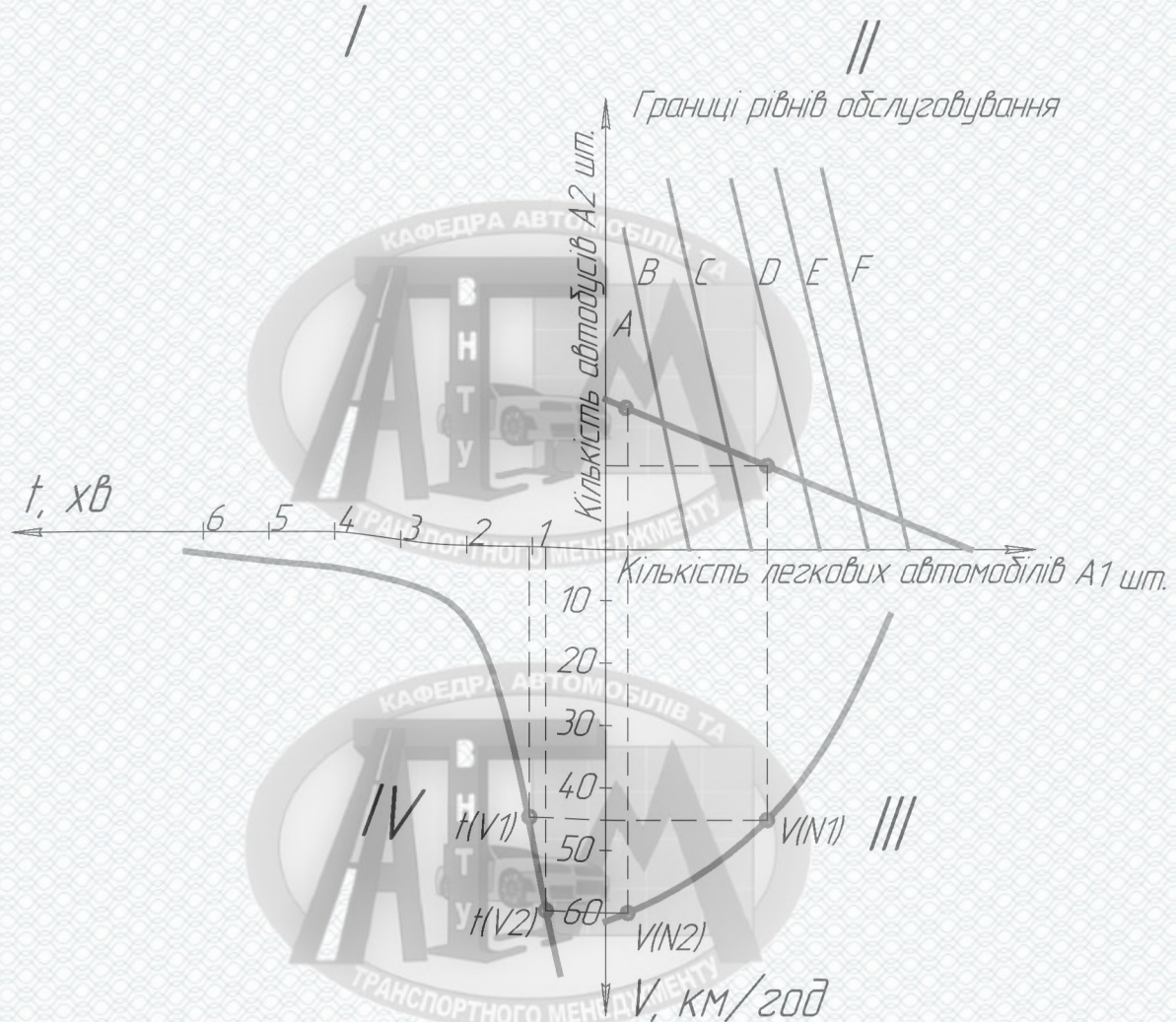


Рисунок 2.2 - Модель взаємозв'язку структури транспортного потоку та часу проїзду маршрутної ділянки ВДМ

На рис. 2.2 у секторі II схематично представлено вплив структури транспортного потоку на рівень обслуговування руху, у секторі III - залежність швидкості від структури транспортного потоку, а в секторі IV - взаємозв'язок між швидкістю та часом проїзду ділянки.

Розглянемо приклад для пояснення моделі взаємозв'язку структури транспортного потоку: на графіку нанесено дві точки - A і B, кожна з яких відповідає певній структурі транспортного потоку за заданого пасажиропотоку.

Для точки A, що відповідає 16 автобусам і 2200 легковим автомобілям, рівень обслуговування дорівнює D. Частка громадського транспорту у загальному потоці складає 0,03, а час проїзду маршрутної ділянки ВДМ (t) становить 0,025 години (1,26 хвилини).

При збільшенні кількості автобусів до 19, зберігаючи пасажиропотік на рівні 700 пасажирів, кількість легкових автомобілів зменшується до 200. Це відповідає рівню обслуговування «В». У цьому випадку частина громадського автомобільного транспорту у загальному потоці складає 0,49, а час проїзду ділянки зменшується до 0,015 години (0,9 хвилини).

2.6. Методика підвищення популярності послуг міського пасажирського автомобільного транспорту

Для збільшення попиту потенційних пасажирів на послуги міського пасажирського автомобільного транспорту необхідно для них створити відповідні умови.

На основі сформованих теоретичних положень розроблено алгоритм підвищення популярності послуг МПТГК (рис. 2.3).

Існуючі резерви зростання популярності послуг МПТГК визначаються показником транспортної мобільності населення. На основі цього показника встановлюється частка потенційних пасажирів МПТГК.

Необхідність реалізації заходів із покращення параметрів транспортного потоку повинна обумовлюватися не лише значним відсотком потенційних пасажирів МПТГК, але й існуючими можливостями для збільшення попиту на регулярні перевезення пасажирів, а також рівнем обслуговування руху. Оскільки перерозподіл учасників дорожнього руху у загальному транспортному потоці передбачає пересадку пасажирів із легкових автомобілів на міський пасажирський автомобільний транспорт, то кількість пасажирів легкових автомобілів приймається за 100%.

На основі результатів анкетування визначається співвідношення між часткою респондентів, які відмовляються від використання міського пасажирського автомобільного транспорту, та часткою пасажирів, які вказали умови, за яких вони готові користуватися маршрутами регулярних перевезень. Розрахунок частки потенційних пасажирів МПТГК виконується за формулою:

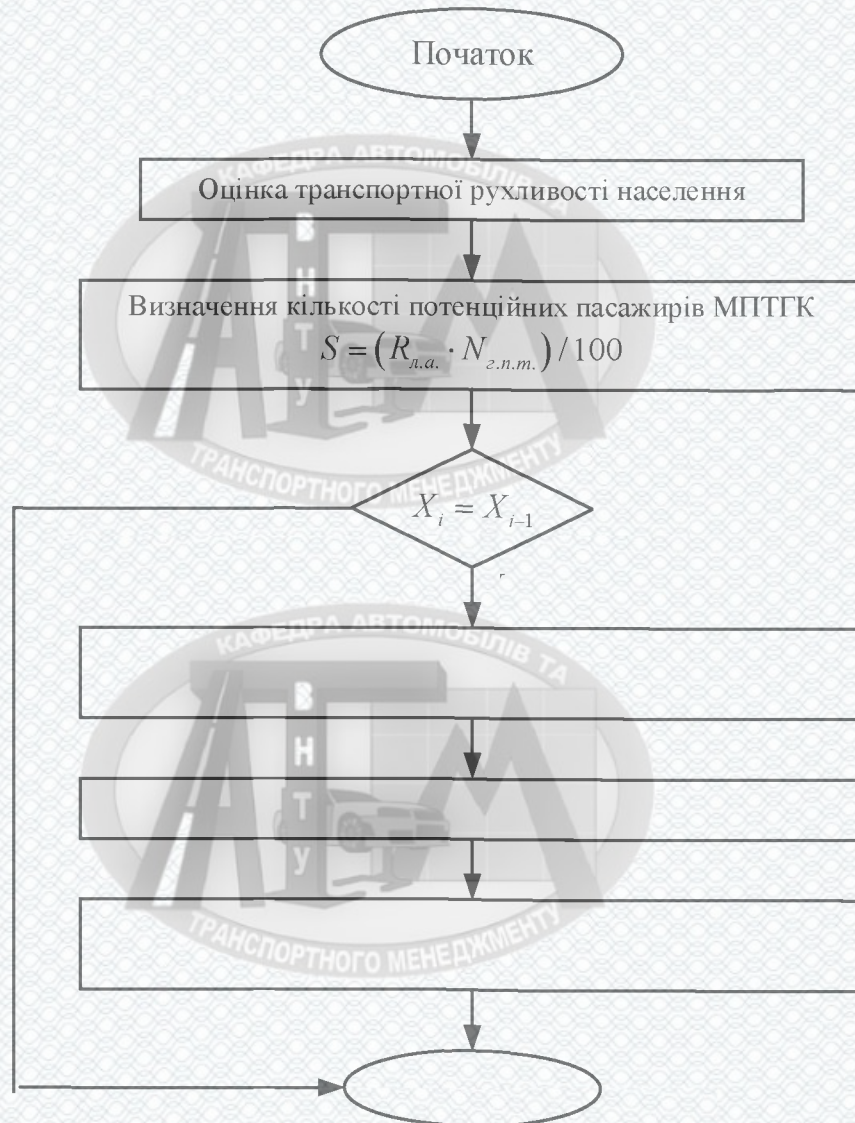


Рисунок 2.3 – Алгоритм підвищення популярності послуг МПТГК

$$S = (R_{л.а.} \cdot N_{г.п.т.}) / 100 \quad (2.5)$$

де $R_{л.а.}$ - кількість пасажирів легкових автомобілів, %;

$N_{г.п.т.}$ - кількість пасажирів легкових автомобілів, які готові здійснювати поїздки маршрутами загального користування, %.

Для визначення кількості потенційних пасажирів МПТГК за кожним із факторів, що впливають на популярність, використовується наступна формула:

$$S_i = \sum_{i=1} N_{г.п.т.} \cdot \frac{n_{k_i}}{N} \quad (2.6)$$

де N - обсяг вибірки;

n_{k_i} - кількість респондентів, що зазначили відповідний фактор k_i , чол.

Для визначення необхідних заходів визначаються відповідні ключові фактори, що впливають на підвищення популярності послуг МПТГК.

Методика підвищення популярності базується на управлінні структурою транспортного потоку (рис. 2.4) і має ітераційний характер. Параметрами ефективності виступають задані значення коефіцієнта завантаження дороги та тривалості проїзду певної ділянки дороги.

Аналіз параметрів транспортного потоку дає змогу сформувати рівень обслуговування руху на досліджуваній ділянці ВДМ. Застосування методики обґрунтоване для рівнів обслуговування D, E або F. Оцінка ефективності заходів здійснюється на основі змін коефіцієнта завантаження та часу проїзду ділянки.

Застосування розробленої методики сприяє збільшенню кількості населення, яке користується послугами МПТГК, що, своєю чергою, корегує співвідношення кількості легкових автомобілів та міського пасажирського транспорту в загальному транспортному потоці.

З огляду на збільшення частки пасажирів, що здійснюють поїздки за регулярними маршрутами, функції обслуговування руху адаптуються до зміненої структури транспортного потоку. Нові залежності дають змогу побудувати оновлену діаграму впливу структури транспортного потоку на рівень обслуговування руху, яка враховує збільшення кількості пасажирів МПТГК, та визначити нові характеристики транспортного потоку.



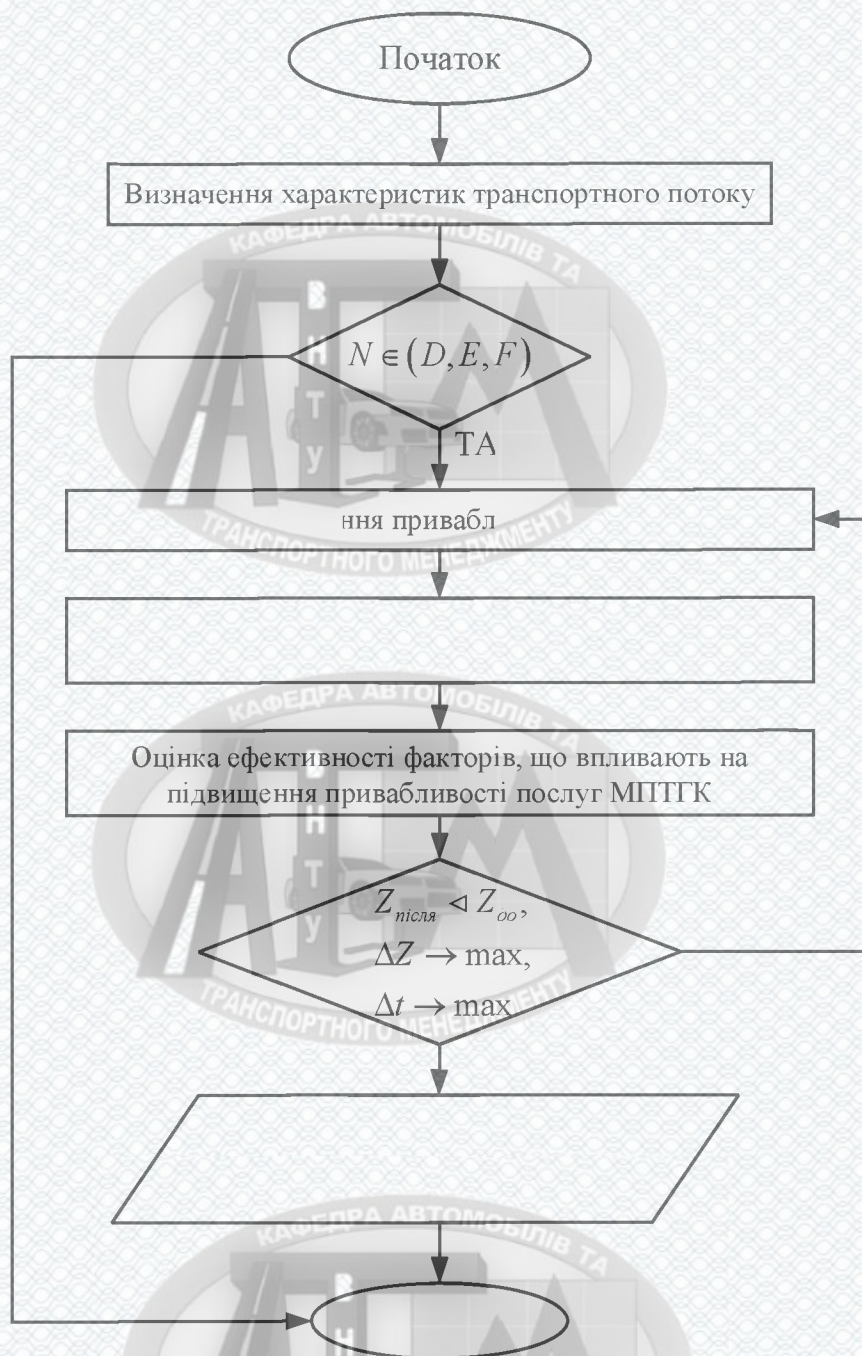


Рисунок 2.4 - Алгоритм керування структурою транспортного потоку

Управління структурою транспортного потоку з метою підвищення привабливості послуг МПТГК сприятиме покращенню ключових показників транспортного процесу, таких як коефіцієнт завантаження транспортного засобу та тривалість проїзду пасажирів маршрутною ділянкою ВДМ. Найбільш популярні способи управління транспортним потоком для підвищення популярності послуг МПТГК наведено на рис. 2.5.



z_i - коефіцієнт завантаження ділянки ВДМ, z_1 - коефіцієнт завантаження на виділеній смузі руху, z_2 - коефіцієнт завантаження на інших смугах руху;

$t_{авт.}$ - час проїзду автобусом ділянки ВДМ, $t_{л.а.}$ - час проїзду легковим автомобілем 1 км ділянки ВДМ, t - час проїзду транспортним потоком 1 км ділянки ВДМ; q - номінальна пасажиромісткість автобуса, U - кількість автобусів у транспортному потоці, Q - загальний пасажиропотік на ділянці

ВДМ

Рисунок 2.5 – Способи управління транспортним потоком для покращення привабливості послуг МПТГК

Цільова функція дослідження:

$$\begin{cases} Q(A_1) \rightarrow \min; \\ Q(A_2) \rightarrow \max; \\ z_{\text{після}} < z_{\text{до}}, \Delta z \rightarrow \max, \Delta z = z_{\text{до}} - z_{\text{після}}; \\ \Delta t \rightarrow \max, \Delta t = t_{\text{до}} - t_{\text{після}}. \end{cases}$$

Висновки до розділу 2

1. Запропоновано новий підхід до оцінки пропускної спроможності ВДМ з урахуванням показника «динамічного габариту пасажир». Цей параметр відображає довжину ділянки міської маршрутної ВДМ, яку займає пасажир у транспортному засобі. Раніше проведені дослідження встановили такі значення динамічного габариту для пасажирів залежно від типу транспорту:

- для тролейбуса – 0,95 м/пас.;
- для автобуса великої місткості – 0,81 м/пас.;
- для автобуса середньої місткості – 1,73 м/пас.;
- для автобуса особливо малої місткості – 5,73 м/пас.;
- для автомобіля таксі – 15,6 м/пас.;
- для легкового автомобіля приватного користування – понад 20 м/пас.

Визначення структури транспортного потоку проводиться за умовою, що пропускна здатність ВДМ для одного пасажирів має бути не меншою за середньозважений динамічний габарит пасажирів.

2. Досліджено вплив структури транспортного потоку на завантаженість ВДМ за допомогою діаграми, яка відображає умови руху автотранспортного потоку через параметри швидкості VV та часу tt , а також дозволяє визначити рівень обслуговування руху.

3. Запропоновано модель впливу структури транспортного потоку на тривалість проїзду ділянки ВДМ, засновану на аналізі співвідношення пасажирських транспортних засобів у загальному потоці.

Розроблено методику підвищення привабливості послуг МПТГК, яка відрізняється урахуванням ефективності комплексу факторів, що оцінюється за коефіцієнтом завантаження рухом ділянки маршрутної ВДМ.



РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПОПУЛЯРНІСТЬ ПОСЛУГ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

3.1 Оцінка транспортної рухливості населення

Для отримання уявлення про вибір способів пересування пасажирями потрібно дослідити транспортну мобільність населення. Основним методом дослідження обрано анкетування, яке дозволяє охопити великі групи населення та є економічно вигідним. Для визначення обсягу вибірки за відомої чисельності генеральної сукупності застосовується формула (3.1).

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{(\Delta^2 \cdot N + Z^2 \cdot p \cdot q)} \quad (3.1)$$

де n – обсяг вибірки;

Z – коефіцієнт довіри, табличне значення, що визначається на основі закону нормального розподілу ($Z = 1,96$ для рівня значущості 2,5%);

N – генеральна сукупність (населення міста Вінниці, віком понад 14 років);

p та q – вибіркові показники (якщо настання двох подій рівноймовірно, $p = q = 0,5$).

Δ – гранична помилка репрезентативності (достовірності), $\Delta = 0,05$.

$$n = \frac{1,96 \cdot 425590 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{(0,5^2 \cdot 425590 + 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5)} = 384.$$

Результати анкетування дали змогу проаналізувати транспортну мобільність населення за сезонами в межах міста. Встановлено значення

показників кількості пересувань у різні сезони на різних типах транспорту (таблиці 3.1, 3.2).

Таблиця 3.1 - Кількість переміщень за видами транспорту

Пора року	Літо	Осінь	Зима	Весна
Сумарна кількість поїздок регулярними маршрутами впродовж сезону.	17485	23536	28854	23456
Математичне очікування кількості переміщень	97	112	132	112
Загальна кількість поїздок на легковому автомобілі протягом сезону.	20574	11951	4341	11839
Математичне очікування кількості переміщень	98	72	43	70
Загальна кількість переміщень за сезон на таксі	827	1452	3872	1598
Математичне очікування кількості поїздок	10	14	25	17

Таблиця 3.2 - Кількість міграцій за видами транспорту, %

Пора року	по регулярним маршрутам, %	на легкових автомобілях, %	на таксі, %
Рік	59	32,4	8,7
Літо	48	47,6	4,7
Осінь	55	39	8
Зима	66,3	16,5	13,3
Весна	54	36	8,9
Середнє значення	57,04	34,16	8,8

Маршрутні транспортні засоби використовують 57% населення, легкові автомобілі – 34,2%, а послугами таксі користуються 8,8%. Це свідчить про значний потенціал для підвищення привабливості послуг громадського пасажирського транспорту.

3.2 Аналіз та обґрунтування сукупності чинників, що визначають популярність послуг міського пасажирського автомобільного транспорту.

Чинники підвищення популярності послуг громадського пасажирського транспорту на регулярних маршрутах визначені на основі даних соціологічного опитування. Респондентам було запропоновано оцінити умови, за яких вони готові відмовитися від використання власного легкового автомобіля для індивідуальних поїздок і перейти на регулярні маршрути.

В опитуванні взяли участь представники різних соціальних категорій населення. Основне запитання анкети звучало так: «За яких умов Ви відмовитеся від поїздок на власному автомобілі та погодитеся користуватися маршрутами регулярних перевезень?»

На основі даних про кількість населення міста за 2019 рік було визначено пропорційний розподіл респондентів за соціальними групами. Розраховано необхідну кількість осіб для опитування з урахуванням соціального статусу, щоб забезпечити достовірність результатів дослідження (таблиця 3.3, рис. 3.1).

Таблиця 3.3 -Співвідношення чисельності населення в місті

Категорія населення	Чисельність населення, %	Число респондентів, чол.
Зайняті економічною діяльністю	65,3	247
Безробітні	2,3	14
Студенти	7,9	30
Пенсіонери	18,5	71
Інші	6	23

У таблиці 3.4 представлені результати опитування 384 респондентів. Серед опитаних 71,9% відповіли, що не перейдуть на використання міського пасажирського транспорту загального користування (МІПТГК). Водночас 28,1% визначили умови, за виконання яких вони готові користуватися громадським транспортом.

Таблиця 3.4 – Результати опитування потенційних пасажирів про умови, за яких вони готові відмовитися від користування легковим автомобілем на користь громадського транспорту

№	Фактори, що впливають на популярність послуг транспорту загального користування	Кількість респондентів, чол.
1	2	3
1	Вартість користування громадським транспортом істотно менша від вартості проїзду на легковому автомобілі, K_1	108
2	Місткість транспортного засобу відповідає пасажиропотоку в даний момент часу, K_2	54
3	Наявність сидячих місць, K_3	98
4	Комфортний температурний режим, K_4	86
5	Відсутність сторонніх запахів у салоні, K_5	87
6	Комфортний сучасний рухомий склад, K_6	91
7	Культура водіння у водія на високому рівні, K_7	98
8	Мінімальний час підходу (відходу) до (від) висадки пасажирів, K_8	103
9	Мінімальний час очікування, K_9	93
10	Безпересадкова поїздка, K_{10}	46
11	Сучасні зупинки, що захищають від зовнішніх природних факторів, K_{11}	56
12	Запровадження інформаційного супроводу маршрутів через мобільні додатки та інтеграцію «розумних зупинок», K_{12}	66
13	Дотримання графіка руху, K_{13}	95
14	Наявність відповідних умов для поїздки маломобільних груп населення, K_{14}	54
15	Зручність оплати вартості проїзду, K_{15}	49
16	Універсальний квиток при необхідності проїзду від пункту А до пункту Б з пересадками, K_{16}	37
17	Задовільний час подорожі, K_{17}	108
18	Не відмовлюся від легкового автомобіля за жодних обставин	275

За результатами анкетування було визначено 17 чинників, які сприяють підвищенню привабливості послуг міського пасажирського транспорту загального користування (МПТГК). Отриманий список проаналізовано із використанням математичної теорії розпізнавання образів, що дозволило виключити чинники з повторюваними характеристиками.

$$k_i \{n_1; n_2; \dots; n_i\} \in K$$

Аналізуючи фактори, що впливають на підвищення популярності послуг МПТГК, встановлено:

- Фактори K_1 та K_{16} характеризують економічну доступність. Фактор K_{16} включає фактор K_1
- фактори K_4 , K_5 та K_6 розглядаються спільно, оскільки впливають на естетичну та екологічну привабливість.

Отже, на основі аналізу факторів, запропонованих пасажирами легкових автомобілів для підвищення привабливості послуг МПТГК, було визначено 14 таких факторів.

Оцінено характеристики цих факторів як випадкові величини, що відповідають кількості голосів, поданих респондентами під час анкетування (таблиця 3.4).

Математичне очікування визначається за відповідною формулою:

$$\bar{x} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k n_i \quad (3.2)$$

Стандартне відхилення:

$$\sigma^2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (n_i - \bar{x})^2, \quad (3.3)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}, \quad (3.4)$$

де k – кількість досліджуваних параметрів;

n_i - результати визначення показників (кількість відповідей пасажирів).

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{1}{17}(108 + 54 + 98 + 81 + 85 + 91 + 98 + 103 + 93 + 46 + 56 + \\ &+ 66 + 95 + 54 + 49 + 37 + 108) = 77,7 \\ \sigma^2 &= \frac{9126,9}{17} = 536,8, \\ \sigma &= 23,2.\end{aligned}$$

Коректність формування списку факторів для підвищення популярності послуг МПТГК підтверджується тим, що їхні чисельні значення потрапляють у відповідний довірчий інтервал при заданій довірчій ймовірності $P_d = 0,90$:

$$P_d = P\left[\alpha \leq x_d \leq b\right] = 0,5 \left[\frac{\varphi(b - \bar{x})}{\sigma} - \frac{\varphi(a - \bar{x})}{\sigma} \right]$$

де a та b - межі інтервалу вимірювання, $y(t)$ – функція Лапласа.

Для оцінки математичного очікування випадкової величини, розподіленої за нормальним законом, при відомій дисперсії використовується стандартний довірчий інтервал $2\Delta_x$, при чому:

$$\bar{x} - \Delta_x \leq \bar{x} \leq \bar{x} + \Delta_x, \quad (3.5)$$

$$\Delta_x = \alpha_{ct} \cdot \sigma$$

де Δ_x – точність оцінки;

α_{ct} - коефіцієнт Стюдента, використовують при кількості зафіксованих спостережень $n < 30$.

Згідно з даними в таблиці коефіцієнта Стюдента $\alpha_{ст} = 1,77$, при заданій довірчій ймовірності $P_d = 0,90$ і вплив числа спостережень $n = 14$, випадковість значення величини похибки $x \Delta_x$ визначається за формулою (3.5)

$$\Delta_x = 1,77 \cdot 23,2 = 41;$$

$$36,7 \leq \bar{x} \leq 121,7.$$

Отже, достовірність формування списку факторів, що впливають на підвищення популярності послуг МПТГК підтверджується тим, що отримане чисельне значення входять у відповідний довірчий інтервал від 36,7 до 121,7 з ймовірністю $P_d = 0,90$.

3.3. Результати дослідження факторів, що впливають на попит на послуги міського пасажирського автомобільного транспорту.

Потенційні пасажирі оцінили фактори, що впливають на підвищення популярності послуг МПТГК за шкалою з 14 балів (таблиця 3.5). Значення важливості кожного фактору наведені в стовпцях 1-14. Для аналізу результатів опитування застосовано метод попарних порівнянь. У результаті формування матриці попарних порівнянь було отримано значення коефіцієнтів впливу кожного фактору на підвищення популярності послуг МПТГК:

$$W_{ki} = \frac{\sum_{i=1}^{n,14} R_{ki} \cdot q_i}{m}, \quad (3.6)$$

де n - кількість факторів;

R_{ki} - поставлена респондентом оцінка за i - ий фактор;

q_i - кількість опитаних потенційних пасажирів, що поставили оцінку за 10-бальною шкалою ($j = 0, 1, 2, \dots, 10$);

m - загальна кількість респондентів, $m = \sum_{gi}$

Таблиця 3.5 – Результати визначення впливу факторів на підвищення популярності послуг МПТГК K_i та узагальнений показник привабливості K

Перелік факторів	Значення важливості фактора, бал													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Тариф на проїзд у МПТГК значно нижчий, ніж вартість поїздки на легковому автомобілі, K_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	11	26
Місткість транспортного засобу, що відповідає пасажиропотоку, K_2	2	5	5	2	7	7	4	1	3	0	4	1	2	1
Наявність сидячих місць, K_3	0	1	0	2	2	4	4	5	6	5	6	4	4	1
Комфортний, естетично привабливий рухомий склад, K_4	1	0	1	5	3	6	5	5	7	9	1	0	0	1
Безпечний стиль водіння водія (культура водіння), K_5	0	0	0	0	0	0	1	5	4	8	9	9	5	3
Мінімальний час підходу (відходу) до (від) ВП, K_6	0	0	0	0	0	1	1	0	3	6	12	10	8	3
Мінімальний час очікування, K_7	1	5	3	1	4	4	7	3	7	6	3	0	0	0
Безпересадкова поїздка, K_8	2	4	7	6	7	1	5	8	2	0	0	0	1	1
Сучасні зупинки, що захищають від зовнішніх природних факторів (вітер, дощ, сонце і т.д.), K_9	8	7	7	6	4	1	4	4	1	0	1	1	0	0
Наявність інформаційного забезпечення маршруту через мобільні додатки та «розумні зупинки», K_{10}	9	7	5	10	3	4	2	2	0	1	1	0	0	0
Дотримання графіка руху, K_{11}	2	3	1	2	6	6	6	9	5	2	1	1	0	0
Наявність умов для поїздки для маломобільних груп населення, K_{12}	6	5	10	4	4	5	3	3	2	2	0	0	0	0
Зручність оплати проїзду, K_{13}	11	8	6	5	4	2	3	2	2	1	0	0	0	0
Задовільний час подорожі, K_{14}	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4	14	12	8

$$W_1 = \frac{11 \cdot 1 + 12 \cdot 6 + 13 \cdot 11 + 14 \cdot 26}{108} = 5,46.$$

Аналогічним способом встановлено середні бали інших чинників, що впливають на підвищення популярності послуг МПТГК (таблиця 3.6)

Таблиця 3.6 - Середні бали, W_i

№	Середні бали, W_i
1	2
W_1	5,46
W_2	2,50
W_3	3,66
W_4	3,04
W_5	2,66
W_6	4,61
W_7	2,75
W_8	2,22
W_9	4,41
W_{10}	1,71
W_{11}	1,55
W_{12}	1,8
W_{13}	1,55
W_{14}	4,98

Виконано попарне порівняння середніх балів.

$$\frac{W_1}{W_1} = \frac{5,46}{5,46} = 1; \quad \frac{W_1}{W_2} = \frac{5,46}{2,50} = 2,18; \quad \frac{W_1}{W_3} = \frac{5,46}{3,66} = 1,5; \quad \frac{W_1}{W_4} = \frac{5,46}{3,04} = 1,8;$$

$$\frac{W_1}{W_5} = \frac{5,46}{2,66} = 2,0; \quad \frac{W_1}{W_6} = \frac{5,46}{4,61} = 1,2; \quad \frac{W_1}{W_7} = \frac{5,46}{2,75} = 2,0; \quad \frac{W_1}{W_8} = \frac{5,46}{2,22} = 2,5;$$

$$\frac{W_1}{W_9} = \frac{5,46}{4,41} = 1,2; \quad \frac{W_1}{W_{10}} = \frac{5,46}{1,71} = 3,2; \quad \frac{W_1}{W_{11}} = \frac{5,46}{1,55} = 3,5; \quad \frac{W_1}{W_{12}} = \frac{5,46}{1,8} = 3,0;$$

$$\frac{W_1}{W_{13}} = \frac{5,46}{1,55} = 3,5; \quad \frac{W_1}{W_{14}} = \frac{5,46}{4,98} = 1,1;$$

Для кількісного визначення важливості кожного фактора необхідно обчислити власний вектор e_i для кожного з них. Власний вектор дає змогу

оцінити узгодженість обраних факторів. Аналогічним чином визначені інші компоненти власних векторів, значення яких занесені до таблиці 3.8 і підсумовані. Для визначення впливу кожного фактора на загальний показник потрібно встановити важливість кожного фактору.

$$e_1 = \sqrt[n]{\frac{w_1}{w_1} \cdot \frac{w_1}{w_2} \cdot \dots \cdot \frac{w_1}{w_n}}, \quad (3.7)$$

$$e_1 = \sqrt[14]{1 \cdot 4 \cdot 1,5 \cdot 1,8 \cdot 2,1 \cdot 1,2 \cdot 2,0 \cdot 2,5 \cdot 1,2 \cdot 3,2 \cdot 3,5 \cdot 3 \cdot 3,5 \cdot 1,1} = 2,04$$

Аналогічно визначено інші компоненти власних векторів e_{2-14} .

Щоб оцінити вплив кожного фактора підвищення привабливості послуг МПТГК на загальний показник, необхідно визначити вагомість кожного з факторів:

$$p_i = \frac{e_i}{\sum_{i=1}^n e_i} \quad (3.8)$$

$$p_1 = \frac{2,04}{15,52} = 0,13.$$

Для оцінки статистичної значущості застосовано t-розподіл Стюдента:

$$t = \frac{|\bar{x} - m|}{\sigma / \sqrt{n}}, \quad (3.9)$$

якщо $t_{KP}(\alpha; df) \cdot t_{KP} < t_i$ - коефіцієнт значимий; при $t_{KP}(\alpha; df) \cdot t_{KP} \geq t_i$ - коефіцієнт не значимий. Вихідні дані таблиці 3.7 перетворені з урахуванням ранжирування.

Порівнюємо отримані значення t_i із критичним значенням $t_{kp} = 1,345$.

Згідно з умовою (3.9) значущими є всі коефіцієнти p_i

Залежність факторів підвищення привабливості послуг МПТГК

встановлюється за допомогою t -критерію Стюдента та коефіцієнтів рангової кореляції:

$$t_{\text{факт}} = p \cdot \frac{\sqrt{m-2}}{1-p^2}; \quad (3.10)$$

$$p = 1 - \frac{15 \cdot \sum_{i=1}^m (R_x - R_y)}{m \cdot (m^2 - 1)}. \quad (3.11)$$

Елементи матриці розставили відповідно до рангів. Найбільшому значенню присвоюється найбільший ранг під час виконання умови: сума рангів дорівнює $R \cdot (R-1) / 2$ оцінюємо чинники підвищення привабливості послуг МПТГК K_1 і K_2 . Згідно з формулами 3.10 та 3.11:

$$p_{k1} = 1 - \frac{15 \cdot 30}{11 \cdot (121 - 1)} = -2,26,$$

$$t_{\text{факт}K1} = (-2,26) \cdot \frac{3}{1-5,1} = 1,65.$$

Для вибірки з числом ступенів свободи $k = m - 1$ та рівнем значущості $\alpha = 0,05$ визначаємо з таблиці критичних значень для t -критерію Стюдента табличне значення $t_{\text{табл}} = 2,23$. Порівнюємо абсолютне значення отриманої статистики $t_{\text{факт}}$ критичне значення $t_{\text{табл}}$, $t_{\text{факт}} = 1,65$.

Умова $t_{\text{факт}} < t_{\text{табл}}$ підтверджує гіпотезу про відсутність залежності між факторами K_1 і K_2 .

З урахуванням отриманих даних робимо попарне порівняння отриманих результатів:

$$|1,65| < 2,23; |0,35| < 2,23; |1,06| < 2,23; |-0,68| < 2,23; |0,68| < 2,23; |-1,02| < 2,23;$$

$$|0,49| < 2,23; |0,97| < 2,23; |1,61| < 2,23; |-0,07| < 2,23; |1,06| < 2,23; |0,93| < 2,23; \\ |0,42| < 2,23; |1,42| < 2,23;$$

Коефіцієнти впливу при узагальненому показнику привабливості послуг МПТГК K дорівнюватимуть $t_{\text{факт}} \cdot p_i = 1,65 \cdot 0,13 = 0,21$.

Аналогічним чином проводимо розрахунок вагових коефіцієнтів, що залишилися при узагальненому показнику привабливості МПТГК, отримуємо математичне формулювання показника, що містить вагові коефіцієнти:

$$K = 0,21 \cdot K_1 + 0,02 \cdot K_2 + 0,09 \cdot K_3 + 0,048 \cdot K_4 + 0,07 \cdot K_5 + 0,11 \cdot K_6 + 0,06 \cdot K_7 + \\ + 0,05 \cdot K_8 + 0,07 \cdot K_9 + 0,03 \cdot K_{10} + 0,02 \cdot K_{11} + 0,05 \cdot K_{12} + 0,01 \cdot K_{13} + 0,16 \cdot K_{14}$$

Діаграма розподілу ступеня впливу чинників підвищення привабливості на генеральну мету K - узагальнений критерій привабливості послуг пасажирського автомобільного транспорту зображено рис. 3.2.

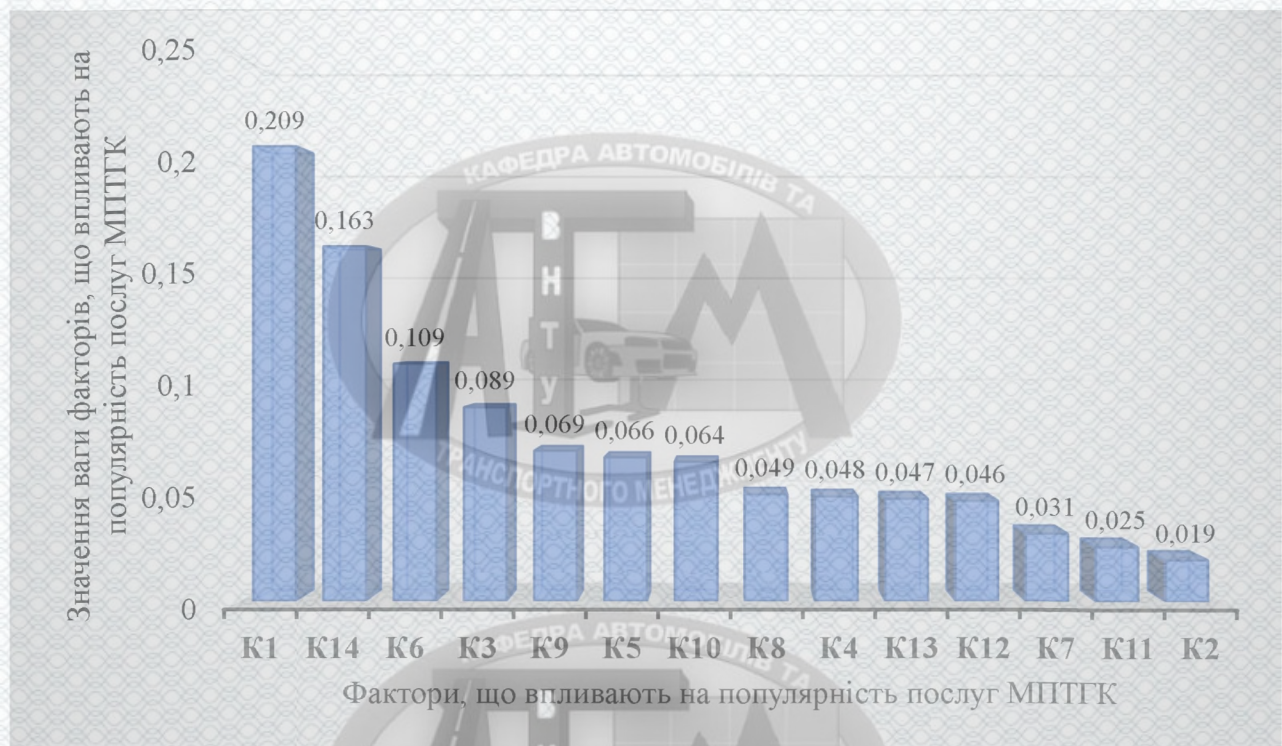


Рисунок 3.2 – Діаграма впливу факторів на підвищення популярності послуг громадського транспорту

3.4 Аналіз факторів, що впливають на підвищення популярності послуг міського пасажирського автомобільного транспорту

Частка кожного фактора підвищення привабливості послуг пасажирського автомобільного транспорту у кількості потенційно можливих пасажирів міського громадського автомобільного транспорту представлена на рис. 3.3

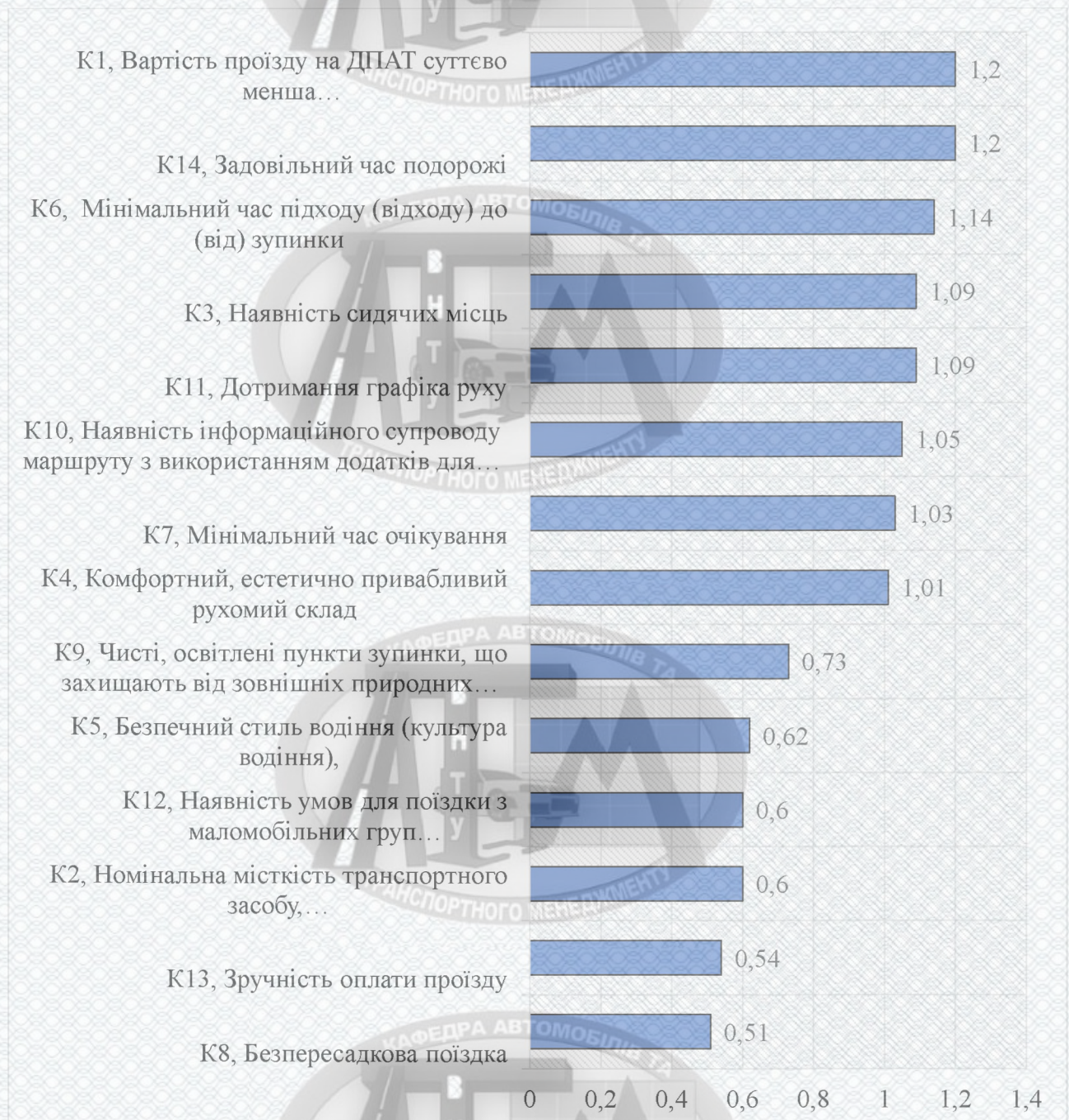


Рисунок 3.3 - Частка кожного чинника у кількості потенційно можливих пасажирів міського громадського транспорту

Найменший вплив на вибір способу пересування мають такі фактори: «Безпересадкова поїздка» (0,51), «Зручність плати за проїзд» (0,54), «Номінальна місткість транспортного засобу, що відповідає пасажиропотоку» та «Наявність умов для поїздки маломобільних груп населення» (0,60), «Безпечний стиль водіння (культура водіння)» (0,62), а також «Чисті, освітлені пункти зупинки, які захищають від природних факторів, таких як вітер, дощ чи сонце» (0,73).

Наступну групу факторів підвищення привабливості послуг МПТГК складають: «Комфортний, естетично привабливий рухомий склад» (1,01), «Мінімальний час очікування» (1,03), «Наявність інформаційного супроводу маршруту через додатки для смартфонів і «розумні зупинки» (1,05), «Дотримання графіка руху» та «Наявність вільних місць для сидіння» (1,09).

Найбільший вплив на перехід пасажирів з легкових автомобілів на міський пасажирський транспорт мають фактори: «Мінімальний час підходу (відходу) до (від) ВП» (1,14), «Задовільний час поїздки» та «Вартість проїзду на МПТГК значно менша від вартості проїзду на легковому автомобілі» (1,2).

За переліком факторів підвищення привабливості МПТГК визначаються заходи, що забезпечують реалізацію умов для кожного з факторів (табл. 3.7). Ефективність досліджень щодо підвищення привабливості послуг МПТГК оцінюється за показниками часу проїзду ділянки ВДМ та коефіцієнта завантаження рухомого складу.

Діаграма Парето дозволила встановити п'ять найбільш значущих вимог: - K_1 , K_{14} , K_6 , K_3 , K_9 для досягнення 80% результату. (Рис. 3.4).

Застосовуючи формулу 2.5, було обчислено значення підвищення рівня використання міського пасажирського автомобільного транспорту.

$$S = (28 \cdot 43) / 100 = 12,04\%.$$

Отже, за умови виконання визначених факторів підвищення привабливості, рівень використання міського пасажирського автомобільного

транспорту може збільшитися з 57% до 69,1%.

Таблиця 3.7 - Заходи щодо факторів, які впливають на підвищення популярності послуг громадського пасажирського транспорту

Чинники підвищення привабливості послуг МПТГК	Методи управління
1	2
Вартість проїзду на МПТГК істотно менша від вартості проїзду на легковому автомобілі, K_1	Зниження вартості проїзду
Номінальна місткість транспортного засобу, що відповідає пасажиропотоку, K_2	Моніторинг пасажиропотоків не рідше 1 разу на 3 роки;
Наявність вільних сидячих місць в автобусі, K_3	Перерахунок необхідної кількості автобусів та їх пасажиромісткості у години пік, міжпіковий час, у вихідні дні
Комфортний, естетично привабливий рухомий склад, K_4	Контроль рухомого складу на виїзді, забезпечення санітарних та екологічних норм, заміна морально застарілих пасажирських транспортних засобів
Безпечний стиль водіння водія (культура водіння), K_5	Встановлення датчиків, що характеризують манеру водіння, встановлення відеофіксації у салоні автобуса. Мотивація водіїв (кондукторів) до культурного поведіння з пасажирями
Мінімальний час підходу (відходу) до (від) ВП, K_6	Проектування нових, коригування існуючих маршрутних мереж відповідно до вимог нормативних документів.
Мінімальний час очікування на пунктах зупинки, K_7	Оптимальні інтервали руху транспортних засобів із урахуванням пасажиропотоків. Встановлення інформаційних табло, впровадження програмного забезпечення, що дозволяє відстежувати рух транспортних засобів.
Дотримання графіка руху, K_{11}	Системи коригування руху автобусів.

1	2
Безпересадкова поїздка, K_8	Розробка міських маршрутів з мінімізацією пересадки
Чисті, освітлені пункти зупинки, що захищають від зовнішніх природних факторів (вітер, дощ, сонце і т.д.), K_9	Встановлення ВП; Контроль за їх експлуатацією
Наявність інформаційного супроводу маршруту з використанням додатків для смартфонів та «розумних зупинок», K_{10}	Впровадження інформаційних систем та сервісів щодо забезпечення інформування пасажирів
Наявність умов для поїздки для маломобільних груп населення, K_{12}	Введення транспортних засобів, обладнаних для маломобільних груп населення. Зручність посадки для маломобільних груп населення в ТЗ, зручність підходів до ВП
Зручність оплати проїзду, K_{13}	Встановлення терміналів для оплати
Задовільний час подорожі, K_{14}	Впровадження інтелектуальних систем керування дорожнім рухом. Моніторинг пасажиропотоків. Перерахунок необхідної кількості автобусів та їх пасажиромісткості у години пік, міжпіковий час, у вихідні дні

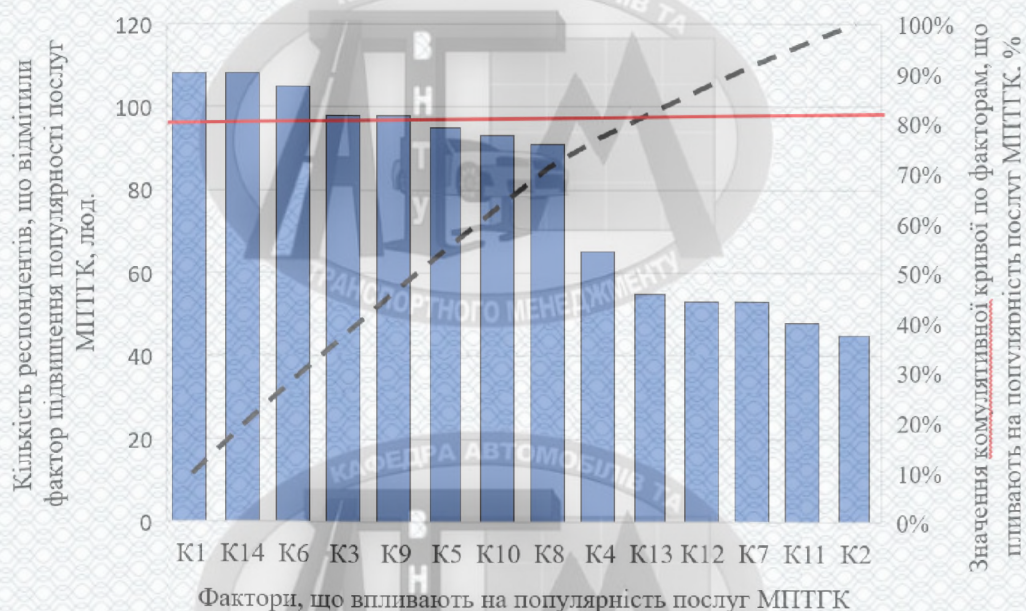


Рисунок 3.4 - Діаграма Парето

Висновки до розділу 3

За результатами анкетування визначено 14 факторів підвищення привабливості послуг МПТГК. З-поміж усіх опитаних 71,9% відповіли, що не пересядуть на МПТГК за жодних обставин, і 28,1% вказали, за яких умов вони згодні пересуватися на МПТГК. За рахунок залучення механізму пошуку та виконання умов за факторами підвищення привабливості послуг МПТГК частка пасажирів, що перевозяться автобусами, може збільшитися з 57% на 12,1% і може скласти 69,1%.

Найбільший вплив на вибір способу пересування надають фактори, що характеризують тимчасові властивості - «Тривалість поїздки на МПТГК істотно менша за час поїздки на легковому автомобілі», «Мінімальний час очікування на зупиночному пункті», «Мінімальний час підходу (відходу) до (від) зупинного пункту»

«Дотримання графіка руху» - та вартісні - «Вартість проїзду на МПТГК істотно менша від вартості проїзду на легковому автомобілі». Найменше впливають на вибір способу пересування фактори підвищення привабливості послуг МПТГК, пов'язані з зручністю оплати проїзду та проїзду з малолітніми дітьми.



РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Дослідження ділянки маршрутної ВДМ м. Вінниці «проспект Коцюбинського» (від залізничного вокзалу до перехрестя вул. проспект Коцюбинського з вул. Замостянською)

Ефективність заходів із підвищення привабливості послуг міського пасажирського автомобільного транспорту було оцінено за ключовими показниками: "середній час проїзду 1 км маршрутної ділянки ВДМ" та "коефіцієнт завантаження". Це дозволило комплексно проаналізувати якість транспортного обслуговування й ефективність впроваджених змін.

Для аналізу впливу структури транспортного потоку на тривалість проїзду та коефіцієнт завантаження пропонується використовувати ключові показники, такі як частка громадського транспорту в загальному потоці (U), обсяг пасажиропотоку (Q), і середню швидкість транспортного потоку (V). Застосування цих параметрів дозволяє комплексно оцінити взаємозв'язок між інтенсивністю руху, його структурою та ефективністю транспортної системи.

На основі отриманих даних формується діаграма, яка дозволяє оцінити вплив структури транспортного потоку на рівень обслуговування руху на досліджуваній ділянці. Характеристики системи визначаються за допомогою моделі, що враховує такі параметри, як структура транспортного потоку, рівень комфорту руху та величина пасажиропотоку. Це забезпечує точне прогнозування часу проїзду 1 км маршрутної ділянки ВДМ, що сприяє оптимізації транспортного обслуговування.

4.1.1 Дослідження інтенсивності руху з урахуванням складу транспортного потоку

Дослідження інтенсивності руху транспортних засобів проводилося методом вибіркового спостереження. Транспортні засоби реєстрували протягом

15 хвилин кожної години робочого дня (з понеділка по п'ятницю) у межах трьох визначених часових інтервалів. Такий підхід забезпечив репрезентативність даних і дозволив оцінити характер руху в різні періоди доби.

- 1) з 8:00 до 9:00;
- 2) з 12:00 до 13:00;
- 3) з 17:00 до 18:00.

Отримані дані перетворюються на відповідні значення для повного періоду спостереження (у годинах).

Наведена інтенсивність руху розраховується за допомогою такої формули:

$$N_{PP(t)} = \frac{\sum_{i=1}^n 4 \cdot N_i \cdot K_i}{k_{\text{г}}}, \quad (4.1)$$

де $N_{PP(t)}$ - приведена інтенсивність за аналізований проміжок часу;

N_i - інтенсивність руху відповідного типу ТЗ за аналізований проміжок часу (15 хв), од / год;

n - кількість типів транспортних засобів у дослідженні;

K_i - коефіцієнт приведення відповідного типу ТЗ до легкового автомобіля;

$k_{\text{г}}$ - коефіцієнт годинної нерівномірності, 0,92.

Досліджувана ділянка ВДМ є чотирисмуговою автомобільною дорогою загальноміського значення з регульованим рухом (рис. 4.1). За допомогою дослідження, яке є одним із найбільш надійних методів отримання інформації, визначено значення інтенсивності руху на ділянці в трьох часових інтервалах у прямому та зворотному напрямках (табл. 4.1).

Коцюбинського з вул. Замостянська

Таблиця 4.1 – Інтенсивність руху транспортних засобів на ділянці ВДМ

Інтервал спостереження	Приведена інтенсивність руху транспортних засобів, од./год.					
	Легкові автомобілі	Вантажні автомобілі вантажопі дйомніст ю понад 2 т	автобуси малої місткості	Автобуси середньої місткості	Тролейбуси	Усього
	Коефіцієнт приведення					
	1,0	2,2	1,4	2,5	4,6	
8:00.9:00 (прямий фактор від центру)	1845,2	70,4	50,4	140	18,4	2124
8:00.9:00 (зворотний фактор у центр)	1623	62	62	210	18,4	1975
Разом	3468	132	112	350	37	4099
12:00.13:00 (прямий фактор від центру)	1352,4	52,8	39,2	160	18,4	1623
12:00.13:00 (зворотний фактор у центр)	1384,4	35,2	33,6	200	18,4	1672
Разом	2737	88	73	360	37	3295
17:00.18:00 (прямий фактор від центру)	1910	97	39	160	18,4	2224
17:00.18:00 (зворотний фактор у центр)	1506	114,2	45	170	18,4	1854
Разом	3416	211	84	330	37	4078

4.1.2 Оцінка пропускної спроможності ділянки маршрутної ВДМ

Пропускна спроможність ділянки автомобільної дороги в межах міської території розраховується за допомогою відповідної формули, яка враховує ключові параметри, такі як інтенсивність руху, кількість смуг та інші фактори, що впливають на ефективність руху в міських умовах. Це дозволяє визначити максимальний обсяг транспорту, який може безпечно проходити через ділянку дороги протягом одиничного періоду часу.

$$P = P_{\max} \cdot n \cdot f_b \cdot f_{ep} \cdot f_i \cdot f_p \cdot f_{авт} \cdot f_{тер} \cdot f_R \cdot f_V, \quad (4.2)$$

де $P_{\max}$ - максимальна практична пропускна здатність, прив.авт/год;

n – кількість смуг руху в одному напрямку;

f_b – коефіцієнт, що враховує ширину смуги руху;

f_{ep} – коефіцієнт, що враховує частку вантажних автомобілів у потоці;

f_i – коефіцієнт, що враховує поздовжні ухили;

f_p – коефіцієнт, що враховує перешкоди, створювані транспортними засобами, що паркуються ;

$f_{авт}$ – коефіцієнт, що враховує перешкоди, створювані автобусами;

$f_{тер}$ – коефіцієнт, що враховує тип території;

f_R – коефіцієнт, що враховує радіуси кривої в плані;

f_V – коефіцієнт, що враховує обмеження швидкості.

Автомобільна дорога розташована в центральній частині міста і має по дві смуги руху в кожному напрямку. Ширина проїжджої частини становить 14 м, а частка вантажних автомобілів у транспортному потоці досягає 4,3%. На досліджуваній ділянці розташовано 6 зупинок, кожна з яких оснащена заїзними кишенями для зручності пасажирів і покращення руху транспорту. Інформація

про інтенсивність руху наведена в таблиці 4.1. Для прямого напрямку пропускна здатність дорівнює:

$$P_{\text{пр}} = 2200 \cdot 2 \cdot 0,98 \cdot 1,05 \cdot 0,57 \cdot 0,9 \cdot 0,99 \cdot 0,99 \cdot 0,96 \cdot 1 = 2185 \text{ авт / год.}$$

Для зворотного напрямку пропускна спроможність дорівнює:

$$P_{\text{обр}} = 2200 \cdot 2 \cdot 0,98 \cdot 1,05 \cdot 0,55 \cdot 0,9 \cdot 0,99 \cdot 0,99 \cdot 0,96 \cdot 1 = 2185 \text{ авт / год.}$$

Пропускна здатність досліджуваного ділянки автомобільної дороги дорівнює $P = 4370$ авт / год.

На підставі отриманих значень визначаємо межі рівнів обслуговування за інтенсивністю руху та коефіцієнтом завантаження рухом (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Кордони рівнів обслуговування руху для чотирисмугової автомобільної дороги

Пропускна спроможність ділянки автомобільної дороги, авт/год.	Рівень обслуговування	Коефіцієнт завантаження, z	Інтенсивність руху N, авт/год
4375	A	<0,2	<876
	B	0,3 - 0,45	864 - 1956
	C	0,45 - 0,7	1956 - 3069
	D	0,7 - 0,9	3069 - 3925
	E	0,9 - 1	3943 - 4380
	F	>1	>4375

Отримані характеристики дозволяють визначити рівень обслуговування руху на досліджуваній ділянці автомобільної дороги залежно від часу доби (табл. 4.3).

Згідно з отриманими даними, ділянка ВДМ належить до різних рівнів обслуговування руху в залежності від часу доби:

- у міжпіковий час (12:00–13:00) - рівень обслуговування D, що характеризується суцільним потоком автомобілів з низькою швидкістю, високим емоційним навантаженням на водія;
- У години пік (8:00–9:00 та 17:00–18:00) рівень обслуговування характеризується високою щільністю потоку автомобілів, що призводить до частих зупинок і утворення заторів. Це, в свою чергу, створює значне емоційне навантаження на водіїв, що повинні маневрувати в умовах обмеженого простору та високої інтенсивності руху.

Таблиця 4.3 - Оцінка здатності ділянки ВДМ пропускати транспортні потоки та коефіцієнта її завантаження.

Час	Інтенсивність руху N, авт/год	Коефіцієнт завантаження, z
8:00 - 9:00	4089	0,94
12:00 - 13:00	3275	0,76
17:00 - 18:00	4081	0,92

4.2 Побудова діаграми впливу структури транспортного потоку на рівень обслуговування

Використовуючи значення меж рівнів обслуговування руху (табл. 4.1), було визначено структуру транспортного потоку в межах кожного рівня обслуговування (табл. 4.4–4.5) та побудовано функції, які описують межі рівнів обслуговування руху:

Функція, що визначає межу рівня обслуговування A, має такий вигляд:

$$A_2 = -0,4997A_1 + 435.$$

Функція межі рівня обслуговування набуде вигляду:

$$A_2 = -0,4999 A_1 + 978.$$

Таблиця 4.4 - Структура транспортного потоку у межах рівня обслуговування руху А

Рівень обслуговування руху	Кількість легкових автомобілів А1, шт.	Кількість автобусів, А2, шт.	Граничне значення інтенсивності руху, авт /год
А	800	35	874
	700	85	
	600	135	
	500	185	
	400	235	
	300	285	
	200	335	
	100	385	
	35	417	

Таблиця 4.5 - Структура транспортного потоку в межах рівня обслуговування руху В

Рівень обслуговування руху	Кількість легкових автомобілів А1, шт.	Кількість автобусів, А2, шт.	Граничне значення інтенсивності руху, авт /год
В	1900	28	1966
	1800	78	
	1600	178	
	1200	378	
	1000	478	
	800	578	
	600	678	
	400	778	
	200	928	
	100	953	
	50	968	

Аналогічним чином побудовані функції меж рівнів обслуговування для:

$$C: A_2 = -0,5A_1 + 1522.$$

$$D: A_2 = -0,5A_1 + 1957.$$

$$E: A_2 = -0,5A_1 + 2175.$$

Значення, що перевищують межі рівня обслуговування E, відповідають рівню обслуговування F.

На рис. 4.2 показано діаграму, яка ілюструє вплив складу транспортного потоку на рівень обслуговування руху. Вона відображає структуру автотранспортних засобів за умови пасажиропотоків Q (пас./год), а також містить результати спостережень для відповідного часу доби.

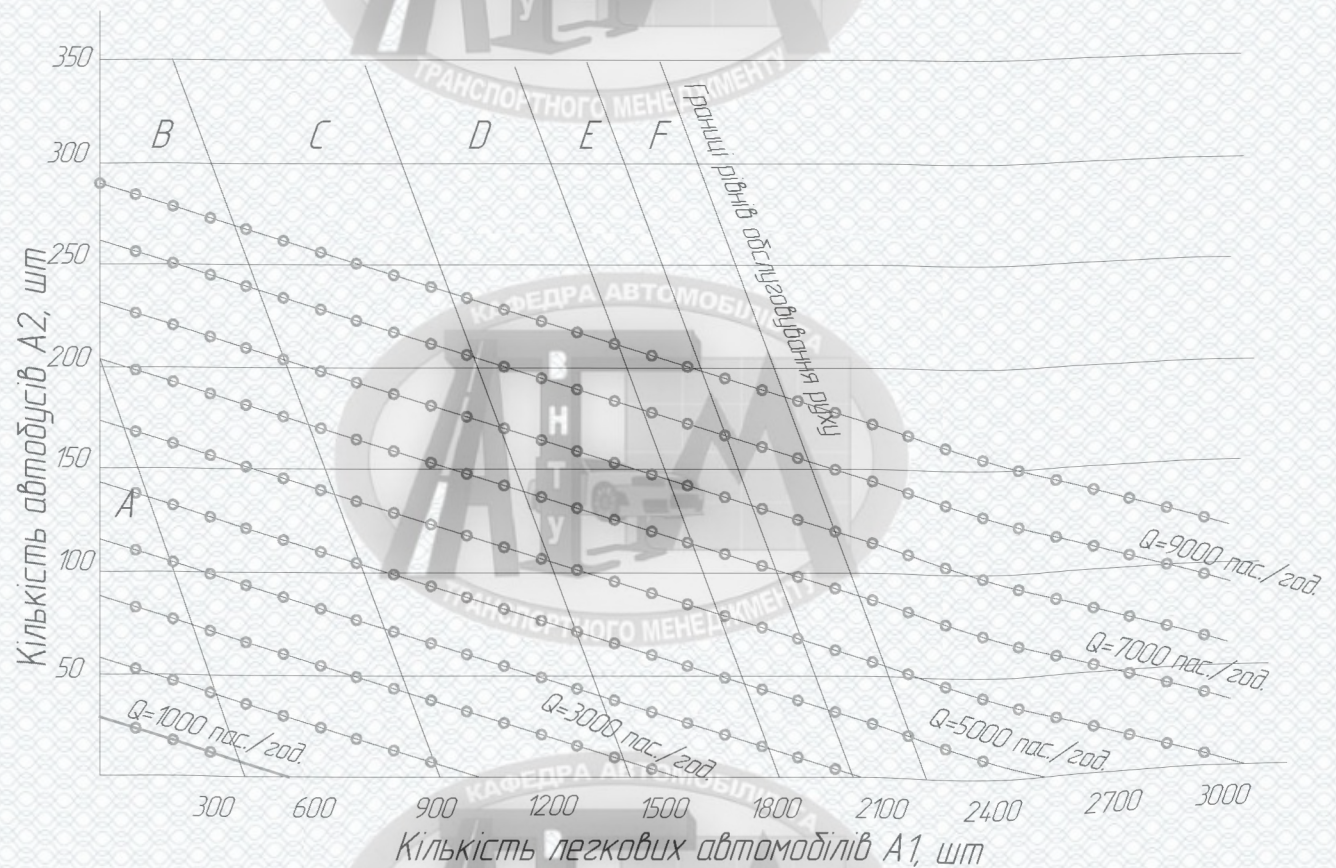


рисунок 4.2 - Визначення рівнів обслуговування руху для точок спостереження

4.3 Аналіз показників транспортного процесу за параметрами швидкості та часу проїзду.

Щоб визначити функцію швидкості для чотирисмугової дороги, слід побудувати діаграму залежності швидкості транспортного потоку від його інтенсивності (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 - Швидкість та інтенсивність руху за рівнями обслуговування руху

Р, авт.	Рівень обслуговування	z	N, авт./год.	V, км/год	t, години
4370	A	0,2	<875	> 55	<0,0186
	B	0,2-0,45	875 -1967	43-54	0,024-0,0186
	C	0,45-0,7	1967-3058	34-43	0,03-0,025
	D	0,7-0,9	3058-3914	25-34	0,043-0,03
	E	0,9-1	3914-4372	18-25	0,555-0,043
	F	<1	>4372	<18	>0,055557

На рис. 4.3 зображено залежність швидкості транспортного потоку від його інтенсивності.

Подальші експериментальні дослідження транспортного потоку на досліджуваній ділянці ВДМ спрямовані на визначення часу проїзду ділянки, коефіцієнта завантаження та його залежності від частки громадського транспорту в загальному транспортному потоці. Аналіз пропускної спроможності дозволив встановити інтенсивність руху, коефіцієнт завантаження та рівень обслуговування руху в години пікової завантаженості. Для оцінки впливу структури транспортного потоку на показники транспортного процесу необхідно додатково вивчити ділянку дороги в період з 8:00 до 19:00.

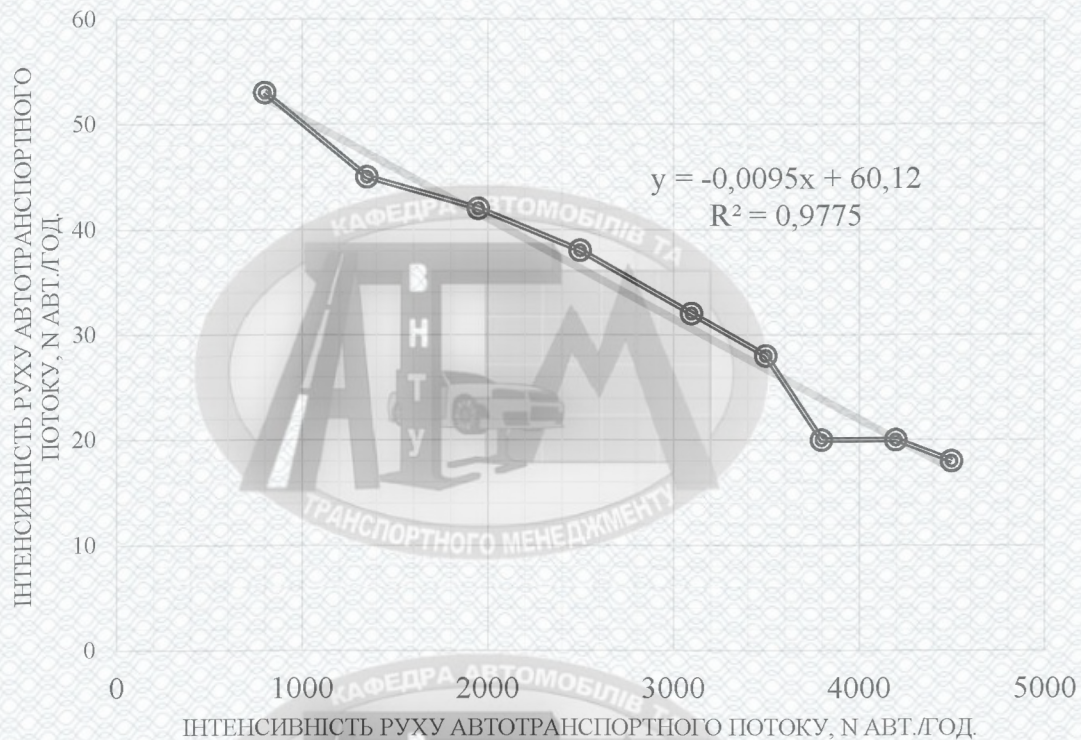


Рисунок 4.3 - Взаємозв'язок швидкості V автотранспортного потоку з інтенсивністю руху N

На рис. 4.4 представлено послідовність проведення натурних досліджень ділянки ВДМ.

На основі проведених спостережень визначено кількість легкових автомобілів і автобусів, а також розраховано структуру транспортного потоку (частку автобусів у потоці), коефіцієнт завантаження та час проїзду одного кілометра ділянки ВДМ у хвилинах (таблиця 4.7).

На побудованій діаграмі (рисунок 4.2) по осі абсцис відкладено кількість легкових автомобілів A_1 , а по осі ординат – кількість автобусів A_2 .

Так, для спостереження:

№ 1: $A_1 = 3702$, $A_2 = 14$, згідно з формулою 2.1 $Q = 12164$.

№14: $A_1 = 3163$, $A_2 = 8$, $Q = 9182$

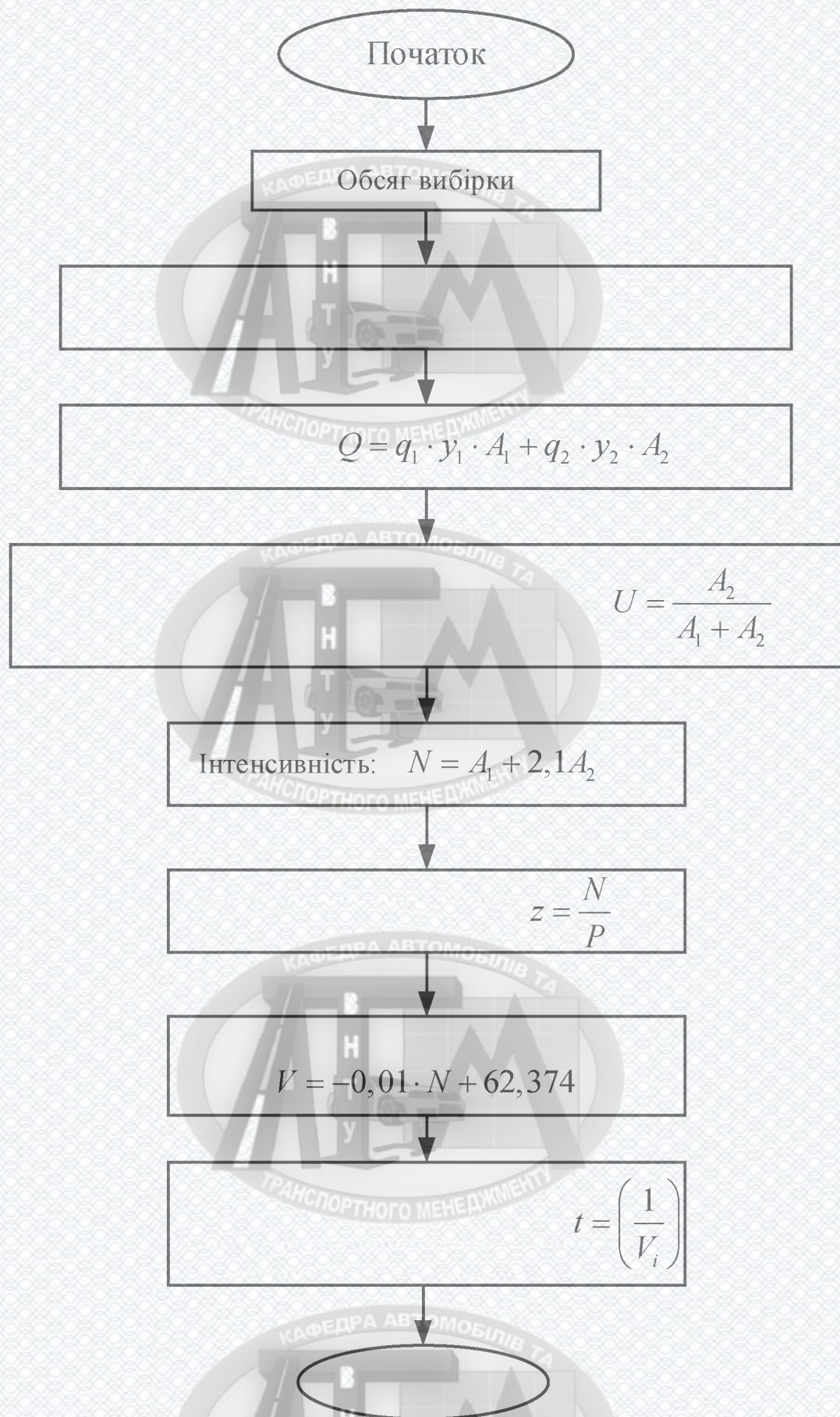


Рисунок 4.4 - Порядок проведення натурних досліджень

Таблиця 4.7 – Показники транспортного процесу «до» підвищення привабливості послуг МПТГК

№	A1, шт.	A2, шт.	Q, пас/год. для A1	Q, пас/год. для A2	U, Показник структури	Z, Коеф -т завантажен ня	t, Час проїзду 1 км ВДМ, хв.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	714	72	1428	2448	0,09	0,2	0,96
2	1931	108	3862	3672	0,05	0,51	1,28
3	1154	162	2308	5508	0,12	0,35	1,09
4	2774	144	5548	4896	0,05	0,72	1,67
5	1106	174	2212	5916	0,14	0,34	1,09
6	916	168	1832	5712	0,15	0,29	1,04
7	1567	156	3134	5304	0,09	0,45	1,2
8	1228	156	2456	5304	0,11	0,36	1,11
9	1014	150	2028	5100	0,13	0,31	1,05
10	1462	156	2924	5304	0,1	0,42	1,17
11	1311	192	2622	6528	0,13	0,4	1,15
12	1127	162	2254	5508	0,13	0,34	1,08
13	834	168	1668	5712	0,17	0,28	1,02
14	661	126	1322	4284	0,16	0,22	0,97
15	952	114	1904	3876	0,11	0,28	1,02
16	1445	132	2890	4488	0,08	0,4	1,15
17	905	150	1810	5100	0,14	0,28	1,03
18	1501	132	3002	4488	0,08	0,42	1,16
19	1830	114	3660	3876	0,06	0,49	1,25
20	2117	132	4234	4488	0,06	0,57	1,36
21	1768	108	3536	3672	0,06	0,47	1,23
22	2370	126	4740	4284	0,05	0,62	1,45
23	3702	140	7404	4760	0,04	0,95	2,4
24	3676	150	7352	5100	0,04	0,94	2,4
25	3671	120	7342	4080	0,03	0,93	2,33
26	2851	126	5702	4284	0,04	0,74	1,69
27	3162	108	6324	3672	0,03	0,8	1,86
28	3163	84	6326	2856	0,03	0,83	1,83

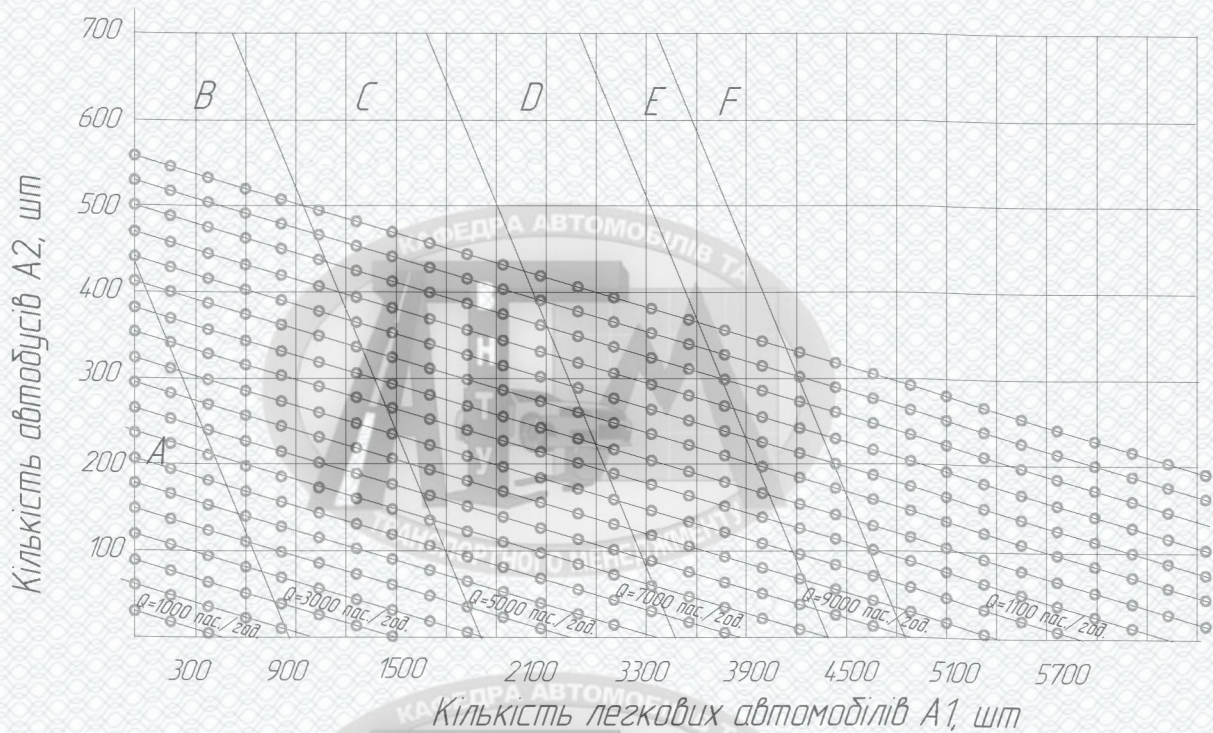


Рисунок 4.5 - Оцінка транспортного процесу за рівнем обслуговування руху на ділянці маршрутної ВДМ

Точка N1 лежить у межах рівня обслуговування E, точка N14 лежить у межах рівня обслуговування D, що свідчить про високу завантаженість досліджуваної ділянки та суттєві резерви у підвищенні привабливості МПТГК.

На основі отриманих даних (таблиця 4.6) встановлено залежність коефіцієнта завантаження z від частки автобусів у загальному транспортному потоці U (рис. 4.5). Вплив частки автобусів у загальному транспортному потоці U на час поїздки пасажирів ділянкою ВДМ t проілюстровано на рис. 4.6.

Отже, встановлено залежність коефіцієнта завантаження та часу проїзду 1 км ділянки маршрутної ВДМ від частки автобусів у загальному транспортному потоці:

$$z = 0,0688U^{-0,731} \quad (4.3)$$

$$t = 0,419U^{-0,419} \quad (4.4)$$

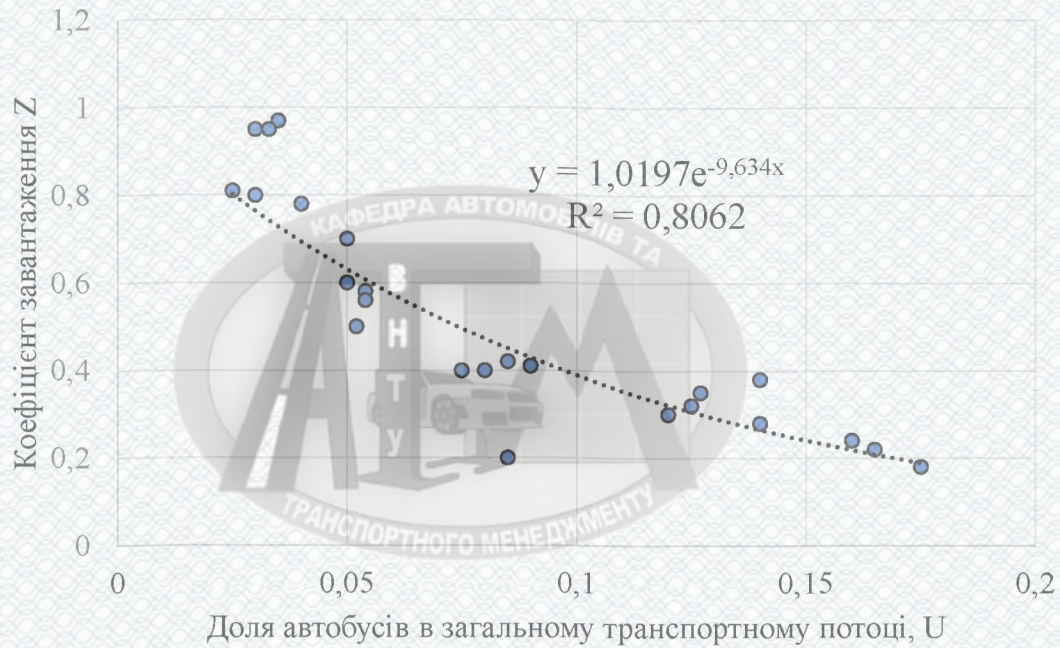


Рисунок 4.6 – Взаємозв'язок коефіцієнта завантаження z із часткою автобусів у загальному транспортному потоці U

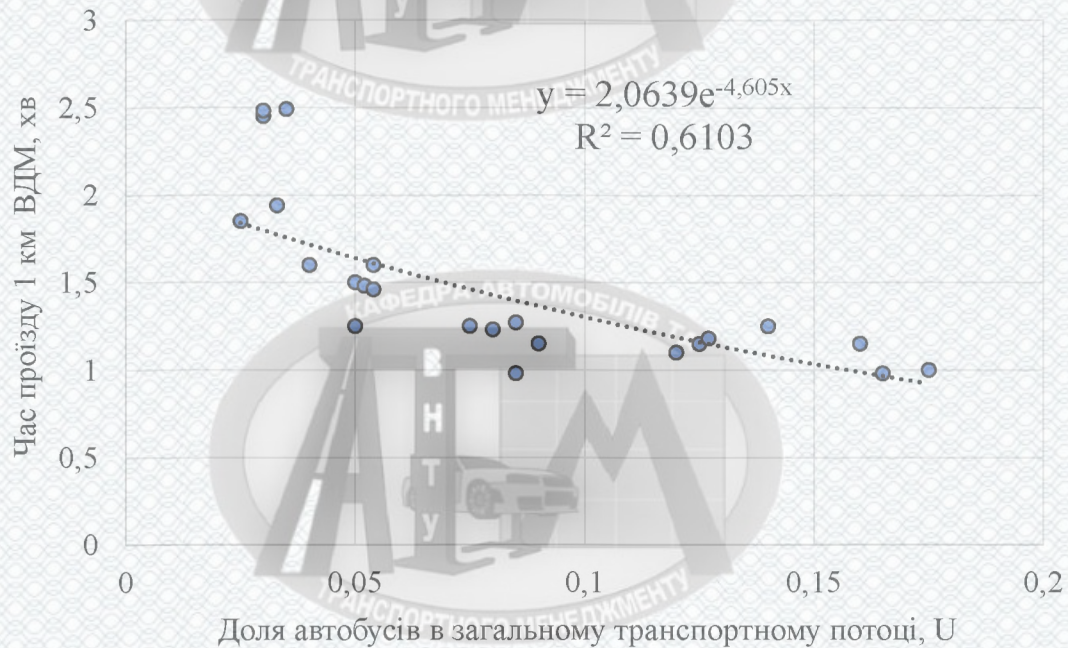


Рисунок 4.7 - Взаємозв'язок часу поїздки пасажирів t через ділянку ВДМ з часткою автобусів U в загальному транспортному потоці

Одним з ключових чинників підвищення привабливості послуг МПТТК є оптимізація часу поїздки. Отримані залежності показують, що час проїзду 1 км

на ділянці маршрутної ВДМ та коефіцієнт завантаження транспорту зменшуються зі збільшенням частки автобусів у загальному транспортному потоці U . Це свідчить про позитивний вплив більшої частки автобусів на ефективність руху та зниження завантаженості дорожньої мережі.

За результатами переліку факторів підвищення привабливості послуг МПТГК визначені заходи для виконання умов кожного з цих факторів (табл. 3.13). Реалізація комплексу заходів підвищення привабливості МПТГК вплине на показники транспортного процесу, як зазначено в табл. 4.7.

Для вибраних спостережень (табл. 4.6, рис. 4.5) змінюється співвідношення автобусів і легкових автомобілів, що веде до зниження коефіцієнта завантаження рухом та підвищення рівня обслуговування руху при збереженні величини пасажиропотоку (табл. 4.8). Зміна структури автотранспортного потоку через збільшення частки населення, яке користується послугами міського пасажирського автомобільного транспорту, може вплинути на частку громадського транспорту U .

- коефіцієнт завантаження z зміниться так:

$$\Delta z_{\min} = 0,07, \quad \Delta z_{\max} = 0,2,$$

Таблиця 4.8 – Порівняння показників транспортного процесу за спостереженнями

Показники транспортного процесу	№1		№14	
	Було	Стало	Було	Стало
A 1	3702	2968	3168	2609
A 2	140	184	85	119
Q	12165	12165	9183	9185
z	0,96	0,79	0,84	0,67
Рівень обслуговування	E	D	D	3

Таблиця 4.9 – Результати транспортного процесу після впровадження комплексу заходів, спрямованих на підвищення привабливості послуг міського пасажирського автомобільного транспорту

№	A1, шт.	A2, шт.	Q, пас/год. для A1	Q, пас/год. для A2	U, Частка автобусів у загальному транспортном у потоці, од.	Z, Коеф -т завантаж ення	t, Час проїзду 1 км ВДМ, хв.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	480	86	959	2917	0,15	0,13	0,92
2	1475	135	2950	4584	0,08	0,38	1,13
3	681	190	1362	6454	0,22	0,21	0,99
4	2142	181	4284	6160	0,08	0,55	1,34
5	614	203	1229	6899	0,25	0,19	0,98
6	460	195	919	6625	0,30	0,16	0,95
7	1057	186	2113	6325	0,15	0,30	1,06
8	759	184	1517	6243	0,19	0,22	1,00
9	583	175	1166	5962	0,23	0,18	0,96
10	964	185	1928	6300	0,16	0,27	1,04
11	757	225	1515	7635	0,23	0,23	1,01
12	657	190	1315	6447	0,22	0,20	0,98
13	388	194	775	6605	0,33	0,14	0,94
14	322	146	644	4962	0,31	0,11	0,91
15	602	135	1205	4575	0,18	0,18	0,95
16	999	158	1997	5381	0,14	0,28	1,03
17	487	175	974	5936	0,26	0,16	0,95
18	1048	159	2096	5394	0,13	0,29	1,04
19	1374	141	2748	4788	0,09	0,36	1,11
20	1589	163	3179	5543	0,09	0,42	1,17
21	1332	134	2664	4544	0,09	0,35	1,09
22	1824	158	3648	5376	0,08	0,47	1,23
23	2966	183	5932	6232	0,06	0,75	1,69
24	2923	194	5845	6607	0,06	0,74	1,68
25	2980	161	5960	5462	0,05	0,75	1,68
26	2247	162	4494	5492	0,07	0,57	1,37
27	2557	144	5114	4882	0,05	0,64	1,47
28	2607	117	5215	3967	0,04	0,65	1,47

- час поїздки 1 км ділянки маршрутної ВДМ скоротиться:

$$\Delta t_{\min} = 0,05xв, \quad \Delta t_{\max} = 0,71xв,$$

Отже, зміна структури автотранспортного потоку на користь МПТГК в місті в процесі реалізації заходів дозволить скоротити час поїздки пасажирів в середньому на 29,23% (табл. 4.9). Згідно з результатами попередніх досліджень середня дальність поїздки пасажирів у місті становить 7,7 км, що дозволяє зменшити час поїздки в середньому на 2,94 хвилини, а в найкращому випадку – до 5,5 хвилини. Збільшення частки автобусів у транспортному потоці з 10% до 19% дасть змогу скоротити час проїзду одного кілометра на 0,38 хвилини (табл. 4.10), а коефіцієнт завантаження зменшиться на 0,14.

Таблиця 4.10 - Характеристики транспортного потоку на ділянці ВДМ «до» та «після» впровадження комплексу заходів для підвищення привабливості послуг

№	Характеристики транспортного потоку	Максимальне значення характеристики	Мінімальне значення характеристики
1	Час проїзду 1 км ВДМ (фактичний), хв	2,4	0,96
2	Розрахунковий час проїзду 1 км ВДМ в результаті заходів, хв	1,69	0,91
3	Зменшення часу проїзду, хв	0,71	0,05
4	Зменшення часу проїзду з урахуванням середньої дальності поїздки, мін	5,5	0,38
5	Коефіцієнт завантаження дороги рухом (фактичний), од.	0,95	0,2
6	Розрахунковий коефіцієнт завантаження дороги, од.	0,75	0,13
7	Зменшення коефіцієнту завантаження дороги, од.	0,2	0,07
8	Частка автобусів у транспортному потоці (фактична), од.	0,17	0,03
9	Розрахункова частка автобусів у транспортному потоці, од.	0,33	0,04
10	Збільшення частки автобусів у транспортному потоці, од.	0,16	0,01

Таблиця 4.11 - Середні значення характеристик транспортного потоку на ділянці ВДМ «до» та «після» реалізації заходів.

Показники транспортного процесу	Середнє знач. показника
Частка автобусів у транспортному потоці (фактична), од.	0,10
Розрахункова частка автобусів у транспортному потоці (фактична), од.	0,19
Збільшення частки автобусів у транспортному потоці, од.	0,09
Час проїзду 1 км ВДМ (фактичний), хв	1,68
Розрахунковий час проїзду 1 км ВДМ внаслідок заходів, хв.	1,30
Зменшення часу проїзду, хв	0,38
Коефіцієнт завантаження дороги рухом (фактичний), од.	0,58
Розрахунковий коефіцієнт завантаження дороги, од.	0,44
Зменшення коефіцієнт завантаження дороги, од.	0,14

Висновки до розділу 4

Завдяки проведеному натурному дослідженню визначено інтенсивність руху на обраній ділянці ВДМ, оцінено пропускну спроможність, коефіцієнт завантаження рухом та рівні обслуговування руху. Встановлено залежність коефіцієнта завантаження і часу проїзду одного кілометра ділянки маршрутної ВДМ від частки автобусів у загальному транспортному потоці U . Це підтверджує вплив частки громадського транспорту на час поїздки та коефіцієнт завантаження, які зменшуються з підвищенням частки громадського транспорту в потоці. Зміна структури автотранспортного потоку через збільшення частки населення, яке користується послугами МПТГК, сприятиме збільшенню частки громадського транспорту в загальному потоці, що, в свою чергу, знизить коефіцієнт завантаження. Його значення знизилося: $A_{Z\min} = 0,07$, $A_{Z\max} = 0,2$ А. Час поїздки 1 км ділянки маршрутної вулично- дорожньої мережі скоротився: $At_{\min} = 0,05$ хв., $At_{\max} = 0,71$ хв. Підвищився рівень обслуговування (з рівня обслуговування D перемістився на рівень C , який вважається найбільш оптимальним за використанням ВДМ).

На основі отриманих даних встановлено взаємозв'язок коефіцієнта завантаження та тривалості поїздки ділянкою ВДМ від кількості автобусів у транспортному потоці. Збільшення кількості автобусів у потоці з 10% до 19% дозволяє зменшити тривалість проїзду 1 км ділянки ВДМ в середньому на 0,38 хвилини, а коефіцієнт завантаження - на 0,14. Зміна структури автотранспортного потоку на користь МПТГК під час реалізації заходів дозволить зменшити час поїздки пасажирів на 29,23% максимум.



ВИСНОВКИ

Методика підвищення привабливості міських пасажирських автомобільних перевезень, що базується на управлінні структурою транспортних потоків, є завершеним дослідженням, яке пропонує розв'язання науково-практичної задачі вдосконалення організації та технології перевезень пасажирів автомобільним транспортом.

1. Теоретична основа методики базується на моделі, яка демонструє вплив співвідношення автобусів та легкових автомобілів у транспортному потоці на коефіцієнт завантаження дороги та час проїзду певної ділянки маршрутно-автомобільної дороги. Ця модель враховує різні рівні обслуговування руху та забезпечує необхідний обсяг пасажирських перевезень, що дозволяє оптимізувати ефективність транспортної інфраструктури.

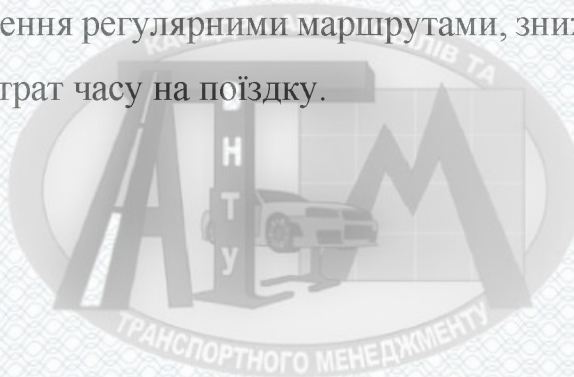
2. Методика включає алгоритм підвищення привабливості послуг міського пасажирського транспорту, який ґрунтується на комплексному аналізі факторів, оцінці їхньої значущості та розробці відповідних заходів для управління структурою пасажирських автотransпортних потоків. Алгоритм має ітераційний характер і передбачає коригування параметрів, зокрема коефіцієнта завантаження дороги та часу поїздки, для досягнення оптимальних значень цих критеріїв.

3. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що коефіцієнт завантаження та час поїздки на ділянці маршрутно-автомобільної дороги залежать від частки автобусів у транспортному потоці. Збільшення частки автобусів з 10% до 19% дозволяє знизити час проїзду 1 км цієї ділянки в середньому на 0,38 хвилини, а коефіцієнт завантаження зменшується на 0,14. Це свідчить про позитивний ефект від збільшення кількості автобусів у транспортному потоці на загальну ефективність руху.

4. Згадані результати підтверджують ефективність запропонованої методики. З урахуванням попередніх досліджень середньої дальності поїздки

пасажира для міста Вінниці (7,7 км) зменшення часу поїздки може скласти 5,5 хвилини.

5. Підвищення популярності послуг МПТГК сприятиме збільшенню попиту на перевезення регулярними маршрутами, зниженню завантаження ВДМ та скороченню витрат часу на поїздку.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонюк О. П., Абдаллах О. Ю.. Аналіз впливу структури транспортного потоку на ефективність використання ділянки автомобільної дороги // Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025)», Вінниця, 2024 - ВНТУ. – 4 с.
2. Андрусенко С. І. Дослідження впливу параметрів АВС-системи постачання запчастин на роботу підприємства автосервісу / С. І. Андрусенко, О. С. Бугайчук // Вісник Національного транспортного університету. – 2010. – № 21(2). – С. 3-8. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ Vntu_2010_21\(2\)_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu_2010_21(2)_3).
3. Антонюк О.П. Багатокритеріальна оцінка якості перевезень пасажирів з використанням психофізіологічної шкали бажаності / О.П. Антонюк, Ю.В. Мельничук // Тези XV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 24-26 жовтня 2022 року. – Житомир: Житомирська політехніка, 2022. – С. 7–9.
4. Бабій, М.В. Обґрунтування раціональної тривалості робочого часу водія при виконанні транспортних операцій [Текст]: Вісник ХНТУСГ / М.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин, А.В.Бабій. – Харків: Вип. № 169, 2016. – 236 с.
5. Базар, Є. М. Особливості розрахунку кількості впливів технічного обслуговування рухомого складу для сучасних АТП. [Електронний ресурс] / Житомирська політехніка. – Електрон. дані. – Житомир, [2022]. – Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/12/13.pdf>. Назва з екрана. – Дата перегляду 12.11.2023.
6. Бережна, Н.Г. Модельовання динамічних процесів в логістичних системах вантажоперевезень.[Текст]: навчальний посібник / Н.Г. Бережна. – ХНТУСГ, 2017. – 76 с.
7. Біліченко В. В. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 274 - «Автомобільний транспорт»: навч.

пос. / В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 65 с.

8. Біліченко, В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку [Текст]: монографія / В. В. Біліченко; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 268 с.

9. Біліченко, В. В. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 274 - «Автомобільний транспорт» [Текст]: навчальний посібник / В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 65 с.

10. Бугайчук О С Поліпшення діяльності підприємств автосервісу на основі оптимізації виробничих процесів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.10 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту / Олександр Сергійович Бугайчук – Київ, 2010. – 22 с.

11. Буренніков Ю. А. Рухомий склад автомобільного транспорту [Текст]: робочі процеси та елементи розрахунку: навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, А. А. Кашканов, В. М. Ребедайло ; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 267 с.

12. Буткявічус Й. П. Практичні рекомендації щодо удосконалення організації планування та управління місцевими пасажирськими перевезеннями / Й. П. Буткявічус, В. П. Старовойда // Вісник Національного транспортного університету. – 2003. – №8. – С. 135–137.

13. Вдовиченко В.О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. На-ук : спец. 05.22.01 / Вдовиченко В.О. – Київ, НТУ, 2004. – 19 с.

14. Гапчак, Т. Г., Ризики в логістичних процесах [Електронний ресурс] / Вінницький Національний аграрний університет – Електрон. дані. – Режим доступу: <http://repository.vsau.org/getfile.php/4188.pdf> – Назва з екрана. – Дата перегляду 22.11.23.

15. Ігнатенко О.С., Маруніч В.С. Організація автобусних перевезень в містах: Навч. посібник. – К.: УТУ, 1998. – 196с.

16. Кукурудзяк, Ю. Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту [Текст] : навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, О. В. Рудь, Л. В. Кукурудзяк. – Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. – 336 с.
17. Луб'яний П. В. Ефективність пасажирської маршрутної мережі міст: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / Луб'яний П.В. – Харків, ХНАДУ, 2005. – 20 с.
18. Лукінський, В.С. Логістика автомобільного транспорту [Текст]: навч. допомога/ В.С. Лукінський, В.І. Бережний, Є.В. Бережна. та ін. – Харків: Фінанси та статистика, 2014. – 368 с.
19. Маруніч В.С., Шморгун Л.Г. та ін. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник/ за ред. доц. В.С. Маруніч, проф. Л.Г. Шморгуна – К.: Міленіум, 2017. – 528 с.
20. Маяк М.М., Крейсман Е.А./ До раціонального вибору моделей автобусів при комплектуванні рухомого складу автотранспортних підприємств. // Вісник ЦНЦ ТАУ. – 2000. – № 3. – С.80-82
21. Методика розподілу рухомого складу по маршрутам міського пасажирського транспорту. / Босняк М.Г., Коцюк О.Я. Укр. трансп. унів.-т., К.: 1996. – 14 с. Рук. –Деп. в ГНТБ України 11.11.96, № 2205.
22. Оперативне управління автобусними перевезеннями в м. Кривий Ріг. / Є. Ю. Білокобила, К. М. Ціцельський, М. Г. Босняк, Е .А. Крейсман //Автошляховик України. – 1998. – №3. – С.5.
23. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах / Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Барілович Л.П. та ін. –К.: Логос, 1996. – 348 с.
24. Петровська С.І. Необхідність підвищення якості обслуговування пасажирів на міському пасажирському транспорті / С.І. Петровська // Вісник Національного транспортного університету. – 2003. – №8. – С. 230–234.
25. Про внесення змін до Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту : Постанова КМУ від 07 лютого 2018 р. № 181. Інформацій-ний портал <http://zakon1.rada.gov.ua/>

26. Редзюк, А.М. Сучасний стан і перспективи розвитку автотранспорту. [Текст] / А.М. Редзюк, В.Ф. Штанов. – Харків: Автошляховик України. – 2008. – № 1. – 27 с.
27. Сахно Є.Ю. Менеджмент сервісу: теорія та практика: Навч. посіб./ Є.Ю. Сахно, М.С. Дорош, А.В. Ребенюк. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 328 с.
28. Скоробогатов Б.В. Актуалізація прогнозування попиту населення міс-та на пасажирські перевезення / Б.В. Скоробогатов, В.С. Маруніч, І. І. Франчук, І.І. Вакарчук // Вісник Національного транспортного університету. – 2003. – №8. – С. 127–134.





Додаток А
(обов'язковий)



ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПІДВИЩЕННЯ ПОПУЛЯРНОСТІ
МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ
КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА
КОМПАНІЯ»





**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



Абдаллах Одай Юсеф Галєб

ІЛЮСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

НА ТЕМУ:

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПІДВИЩЕННЯ ПОПУЛЯРНОСТІ
МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В
УМОВАХ КОМУНАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА
ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ»**

Спеціальність 274 – Автомобільний транспорт



Керівник:
к.т.н., доц. каф. АТМ
Антонюк Олег Павлович



Вінниця ВНТУ 2024

Мета і задачі дослідження

Мета роботи – підвищення популярності міських пасажирських автомобільних перевезень шляхом зміни структури транспортних потоків та скорочення часу поїздки пасажирів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- 1) теоретично дослідити вплив структури пасажирського транспортного потоку на час проїзду ділянки маршрутної ВДМ та коефіцієнт завантаження рухом;
- 2) дослідити та визначити фактори підвищення популярності міського пасажирського автомобільного транспорту;
- 3) експериментально підтвердити теоретичні положення;
- 4) оцінити ефективність результатів дослідження.

Об'єкт дослідження – процес перевезень пасажирів автомобільним транспортом комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Предмет дослідження – закономірності впливу структури транспортного потоку на показники транспортного процесу.

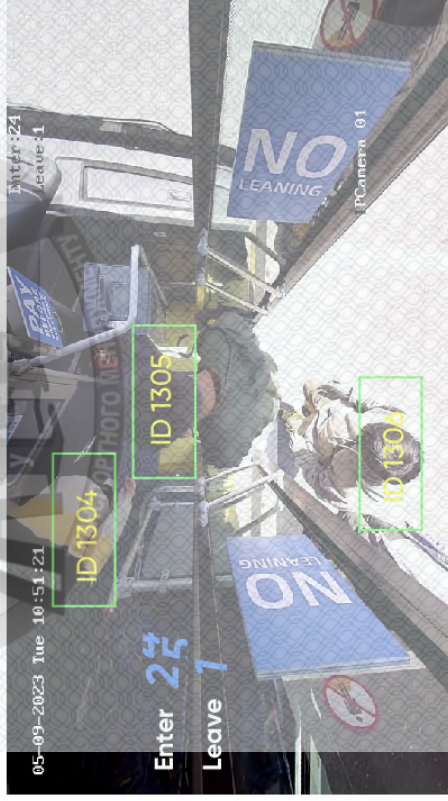
Новизна одержаних результатів полягає наступному:

- 1) удосконалено модель впливу параметрів автомобільного транспортного потоку на час проїзду ділянки маршрутної ВДМ, що ґрунтується на корегуванні співвідношення пасажирських автотранспортних транспортних засобів у загальному транспортному потоці;
- 2) запропоновано алгоритм підвищення популярності послуг міського пасажирського автомобільного транспорту, що відрізняється урахуванням комплексу факторів, що оцінюються за рівнем обслуговування руху ділянки маршрутної ВДМ;
- 3) уточнено закономірності впливу кількості автобусів у загальному транспортному потоці на час проїзду ділянки маршрутної ВДМ та коефіцієнт завантаження дороги.

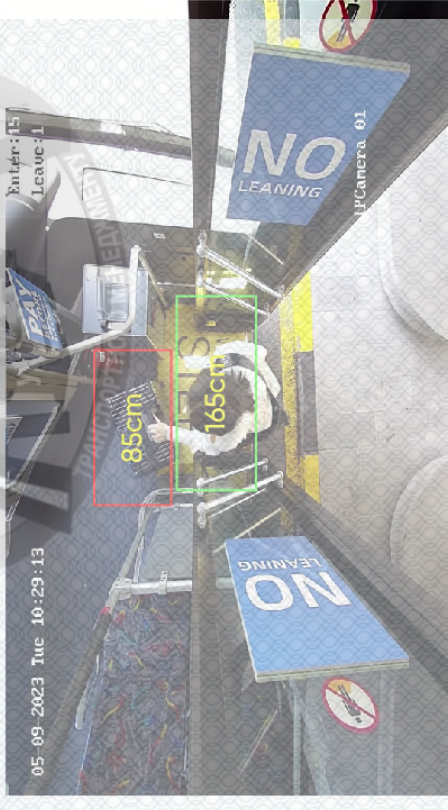
Практична значимість отриманих результатів. Дані, що отримано під час виконання даної роботи можуть бути використані автотранспортними підприємствами, органами управління пасажирськими перевезеннями для розробки заходів щодо покращення якості транспортного обслуговування населення у містах, організації перевезень пасажирів за маршрутами регулярних перевезень.

Апробація роботи. Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи було представлено на Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025) – 15 жовтня 2024 року – 15 червня 2025 року – Україна, Вінниця, ВНТУ».

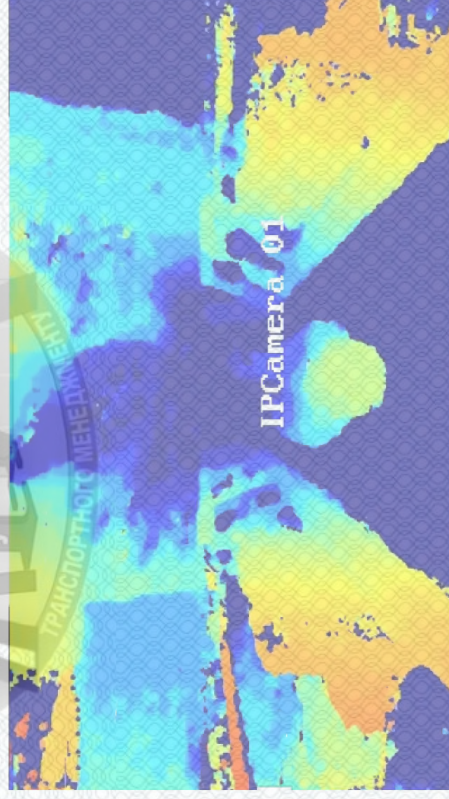
Технології, що використовуються в автоматизованих системах підрахунку пасажирів громадського транспорту



Принцип використання технології бінокулярного стереогляду

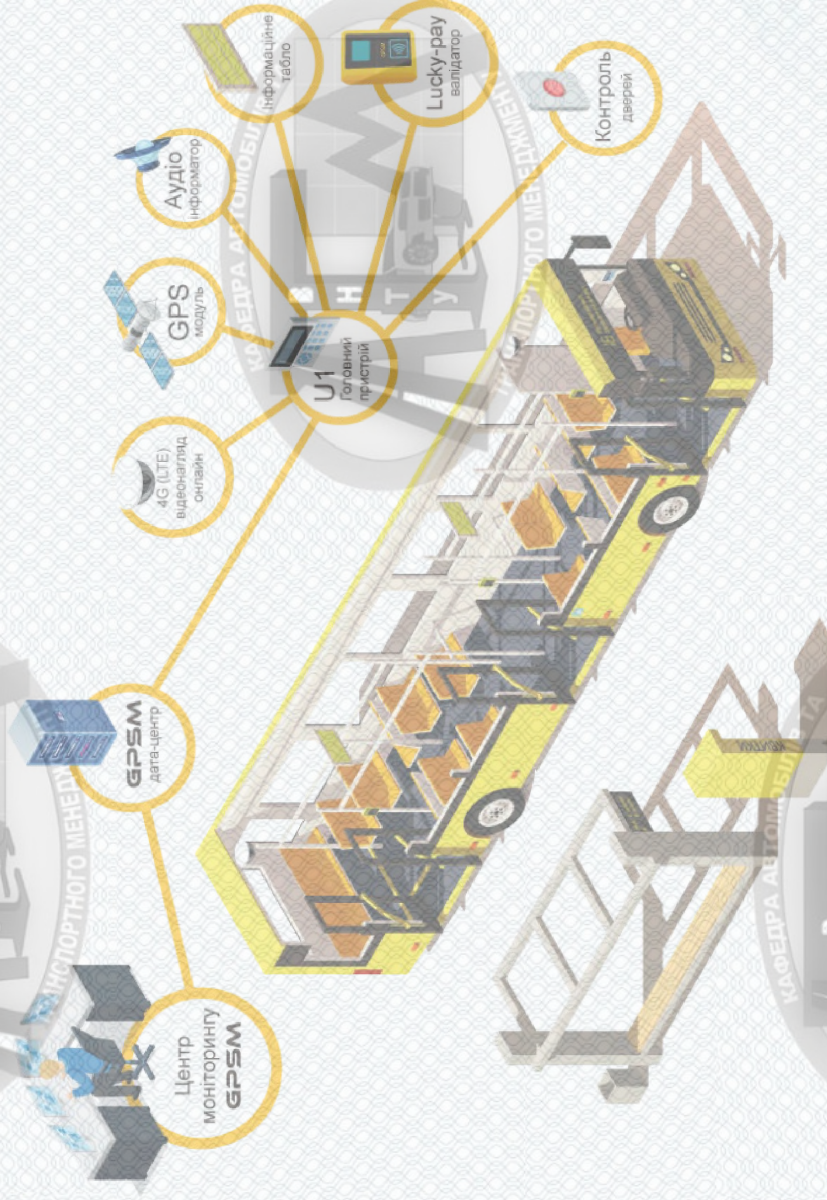


Принцип використання технології фільтрації зросту людини



Принцип використання технології 3D-виявлення та відстеження

Схема автоматизованої системи оплати проїзду та обліку пасажирів



Принцип функціонування автоматизованої системи оплати проїзду



Загальний вигляд терміналу АСОП

Модель впливу співвідношення автобусів та легкових автомобілів у транспортному потоці на коефіцієнт завантаження дороги та час проїзду певної ділянки маршруту автомобільної дороги

Найпростіший варіант – випадок присутності в потоці двох типів автотранспортних засобів – легкових автомобілів та автобусів:

$$Q = q_1 \cdot y_1 \cdot A_1 + q_2 \cdot y_2 \cdot A_2,$$

де q_1, q_2 - пасажиромісткість легкового автомобіля та автобуса відповідно, пас.;

y_1, y_2 - коефіцієнт використання пасажиромісткості легкового автомобіля та автобуса відповідно;

A_1, A_2 - кількість легкових автомобілів та автобусів відповідно, шт.

Коефіцієнт завантаження z різний для кожного рівня обслуговування:

$$z = \frac{N}{P}$$

де z - коефіцієнт завантаження рухом;

N - інтенсивність руху, авт./год;

P - практична пропускна спроможність, авт./год.

Модель впливу співвідношення автобусів та легкових автомобілів у транспортному потоці на коефіцієнт завантаження дороги та час проїзду певної ділянки маршруту автомобільної дороги

Продовження

Таким чином, цільова функція дослідження набуде вигляду

$$\begin{cases} Q(A_1) \rightarrow \min; \\ Q(A_2) \rightarrow \max; \\ z_{\text{після}} < z_{\text{до}}, \Delta z \rightarrow \max, \Delta z = z_{\text{до}} - z_{\text{після}}; \\ \Delta t \rightarrow \max, \Delta t = t_{\text{до}} - t_{\text{після}}. \end{cases}$$

З урахуванням значення пропускної спроможності ділянки вулично-дорожньої мережі визначено граничні значення інтенсивності руху N, а також залежності меж рівня обслуговування руху (для двох типів транспортних засобів) функція рівня обслуговування руху A для ВДМ з урахуванням коефіцієнтів приведення виражена залежністю:

$$A_2 = -0,542 \cdot A_1 + 209,1$$

Також, сформовані залежності рівнів обслуговування руху для структури транспортного потоку, що розглядається, для рівнів B, C, D, E:

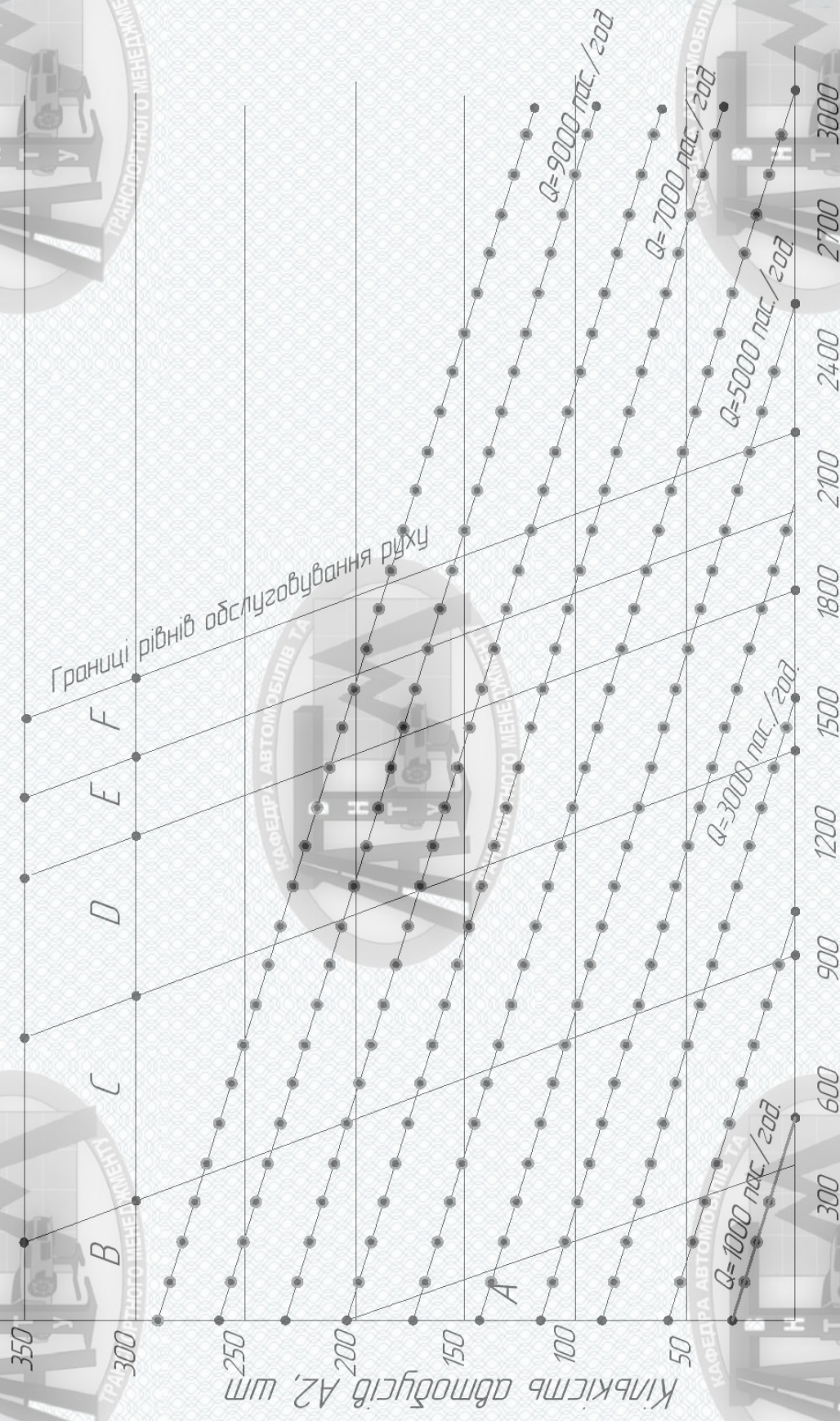
$$B: A_2 = -0,4988 \cdot A_1 + 449,3;$$

$$C: A_2 = -0,5 \cdot A_1 + 700,56;$$

$$D: A_2 = -0,5 \cdot A_1 + 900;$$

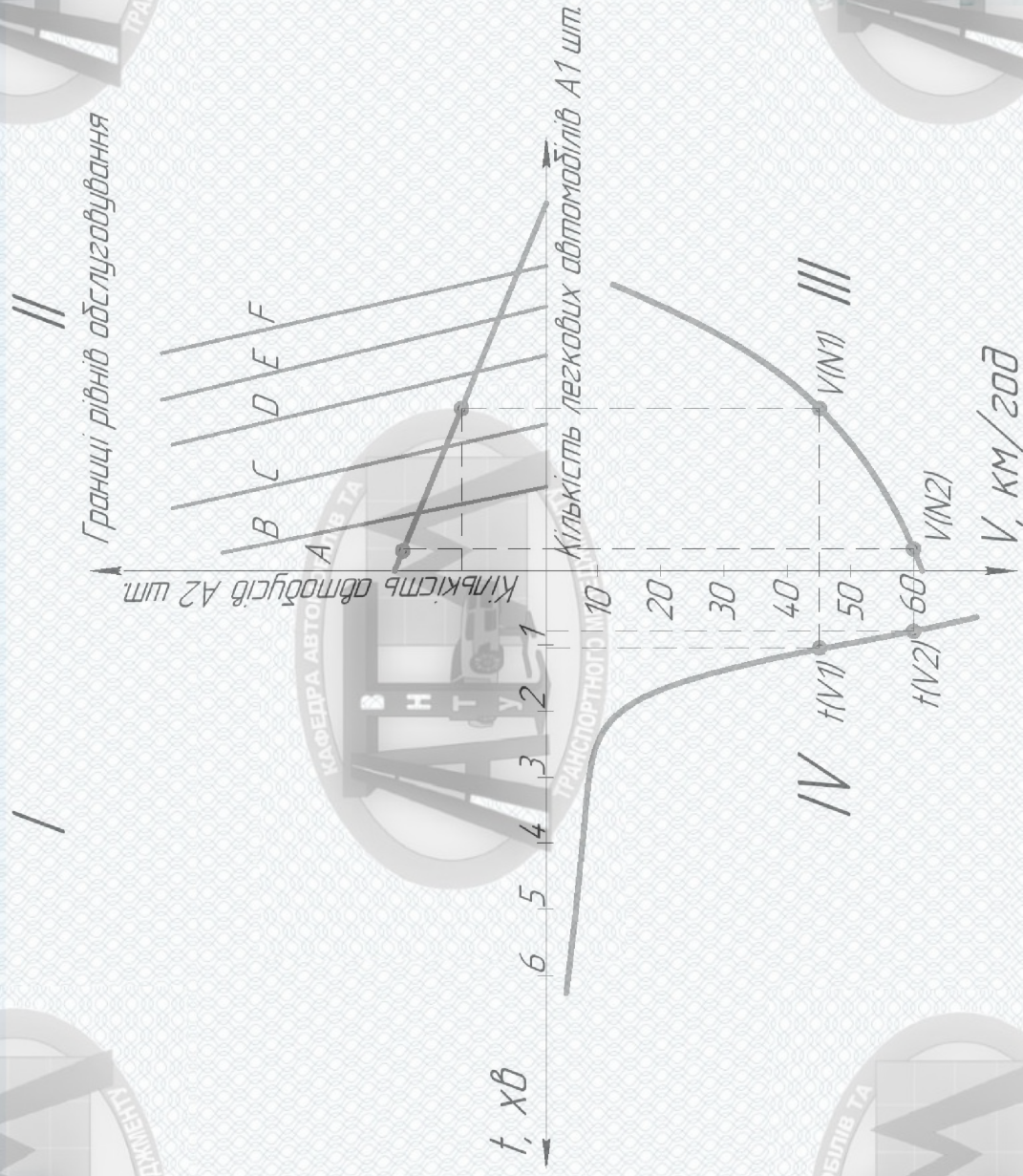
$$E: A_2 = -0,5 \cdot A_1 + 1006,8;$$

Діаграма, що характеризує вплив структури транспортного потоку на якість обслуговування руху



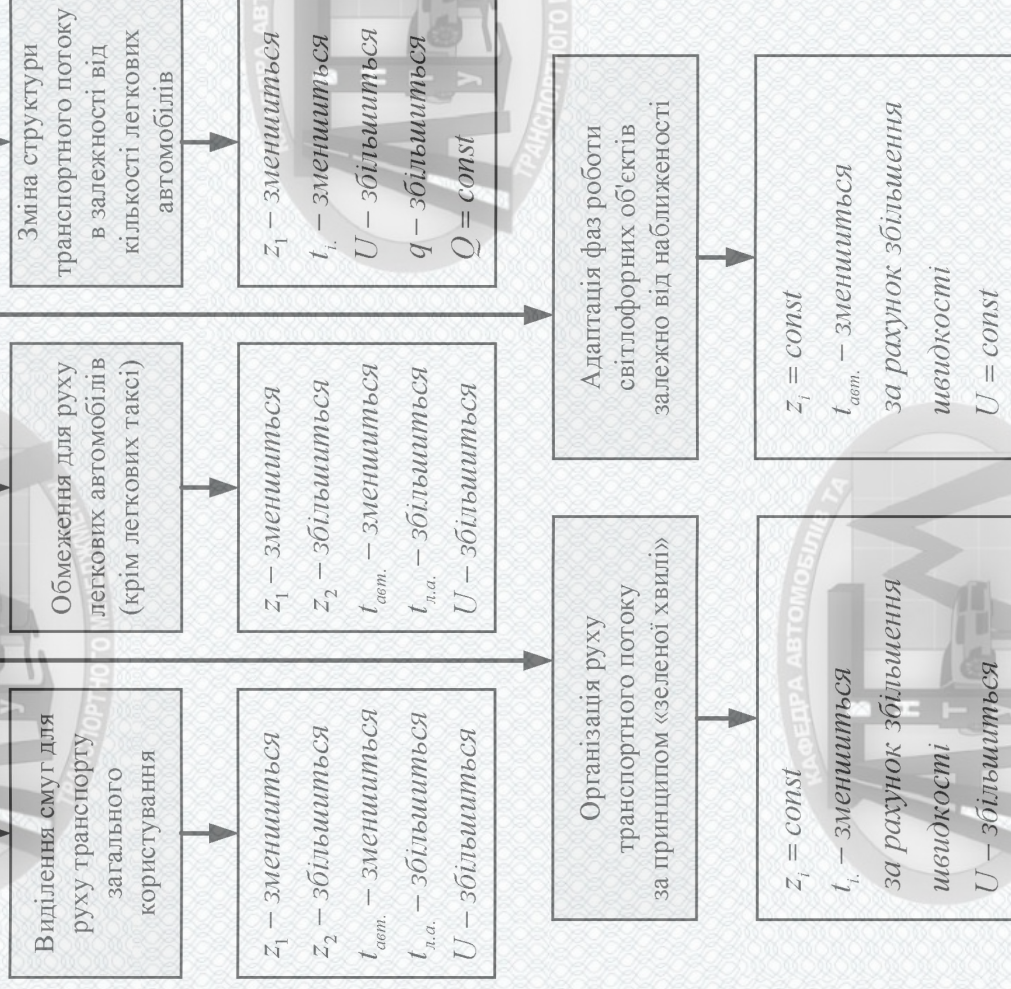
Кількість легкових автомобілів A_1 , шт

Модель впливу структури транспортного потоку на час проїзду ділянки ВДМ



Методи управління транспортними потоками

Способи управління транспортним потоком для покращення популярності послуг міського пасажирського транспорту



z_i - коефіцієнт завантаження ділянки ВДМ,

z_1 - коефіцієнт завантаження на виділеній смузі руху,

z_2 - коефіцієнт завантаження на інших смугах руху;

$t_{\text{авт}}$ – час проїзду автобусом ділянки ВДМ,

$t_{\text{л.а.}}$ - час проїзду легковим автомобілем 1 км ділянки ВДМ,

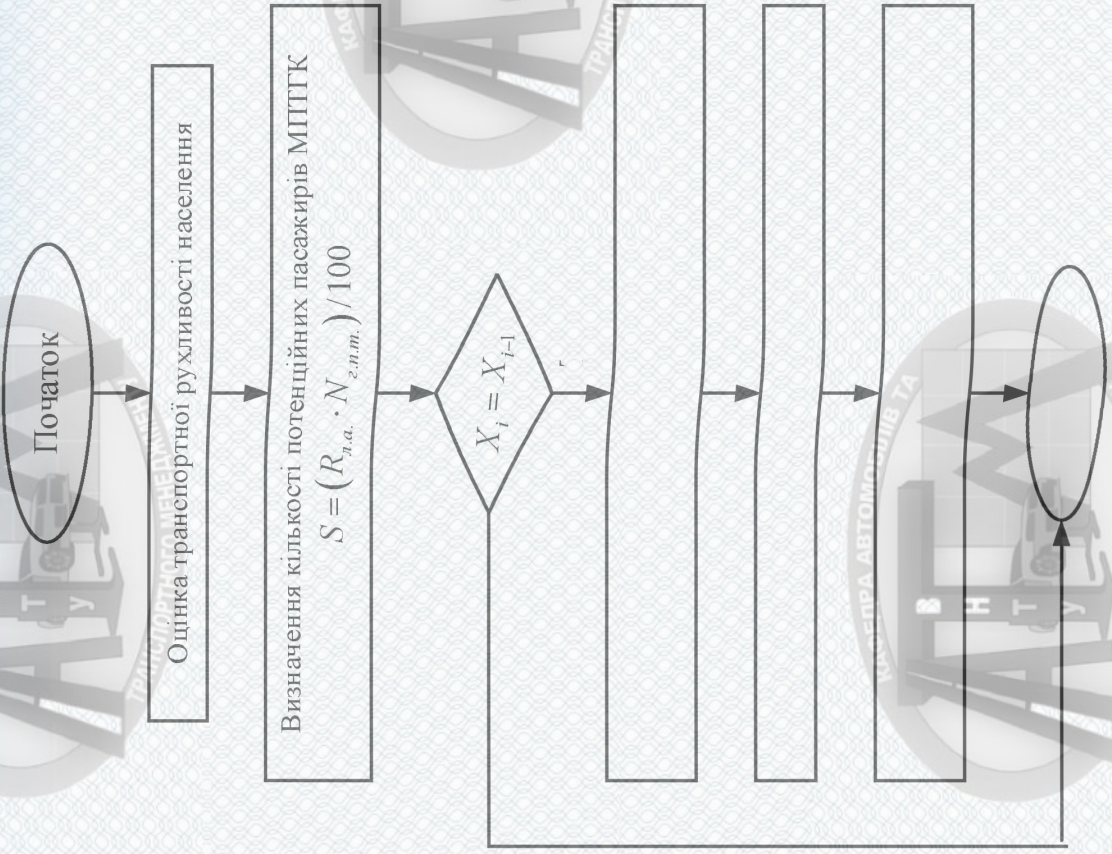
t - час проїзду транспортним потоком 1 км ділянки ВДМ;

q – номінальна пасажиромісткість автобуса,

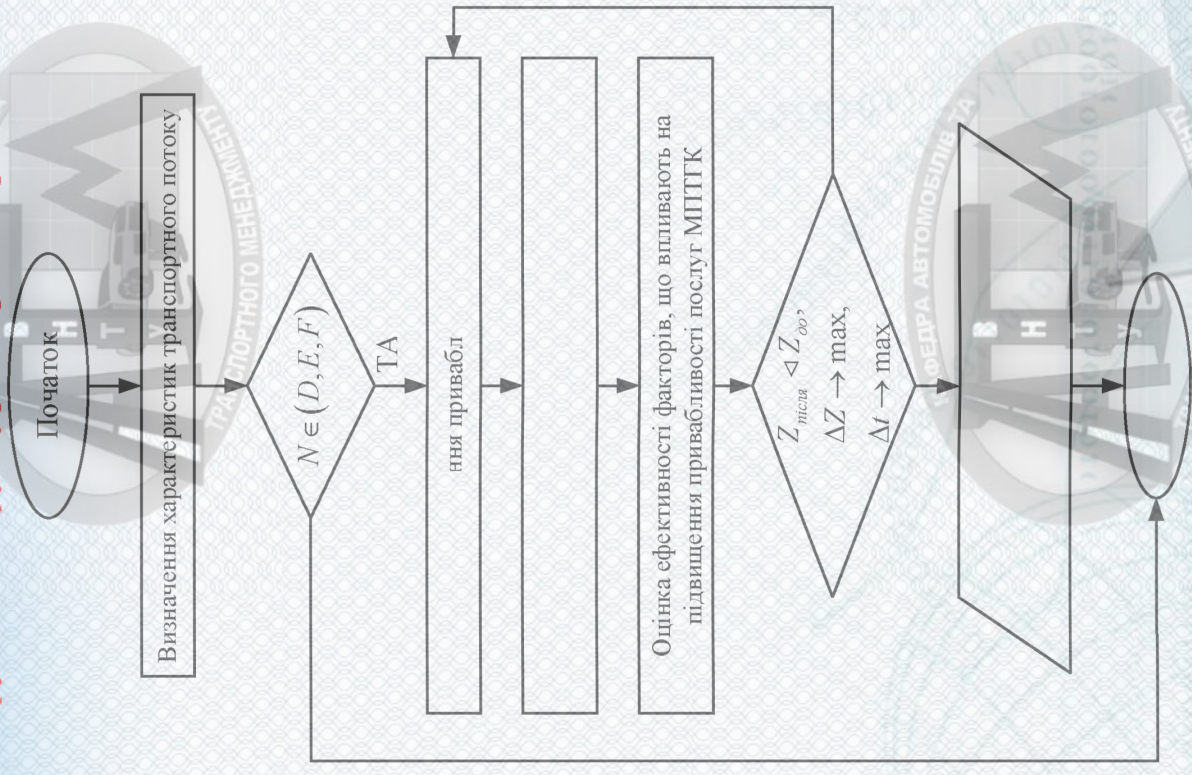
U – кількість автобусів у транспортному потоці,

Q – загальний пасажиропотік на ділянці ВДМ

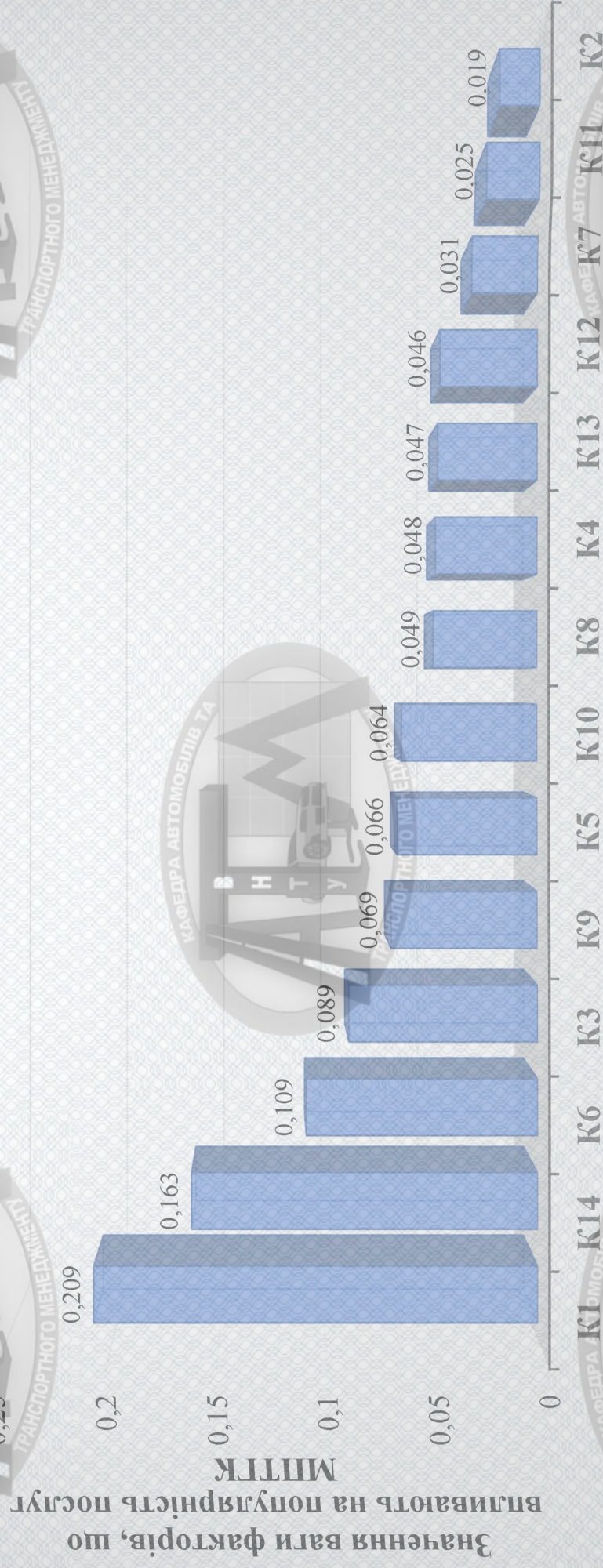
Алгоритм підвищення популярності послуг міського
пасажирського транспорту



Алгоритм керування структурою транспортного потоку



Діаграма розподілу впливу факторів на підвищення популярності міського пасажирського транспорту



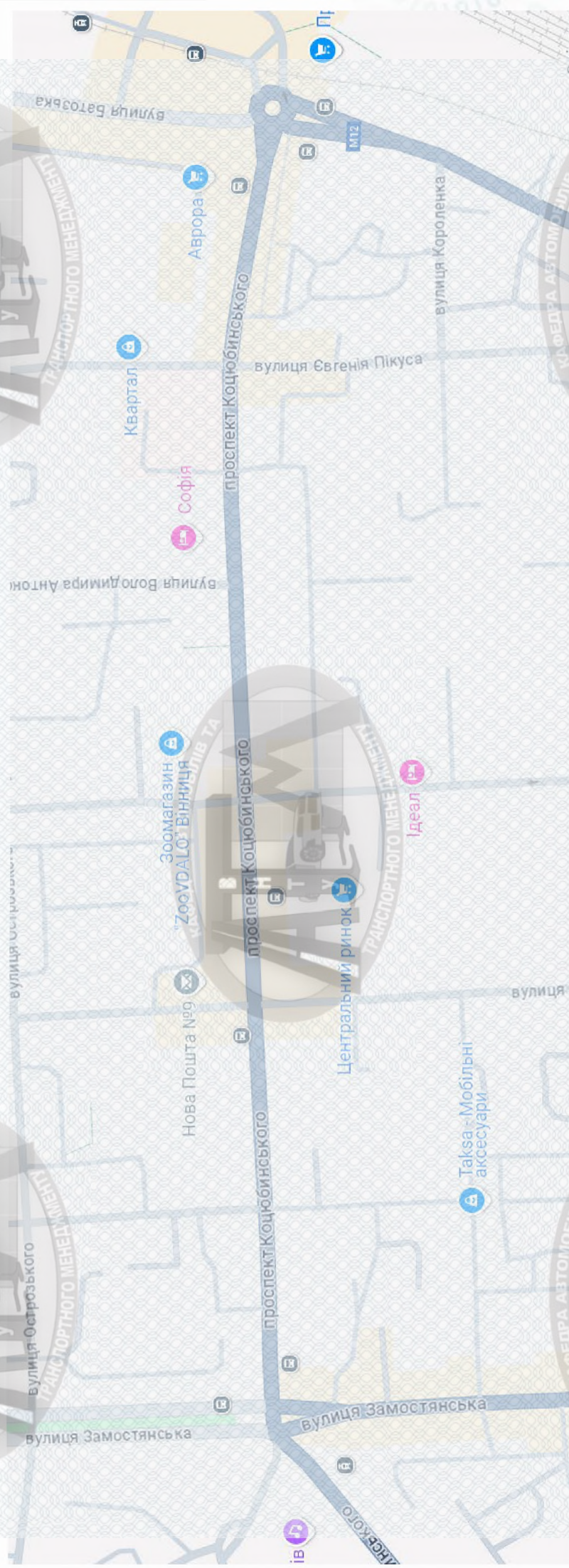
Фактори, що впливають на популярність послуг МПТГК

Методи управління факторами, які впливають на підвищення популярності послуг громадського пасажирського транспорту

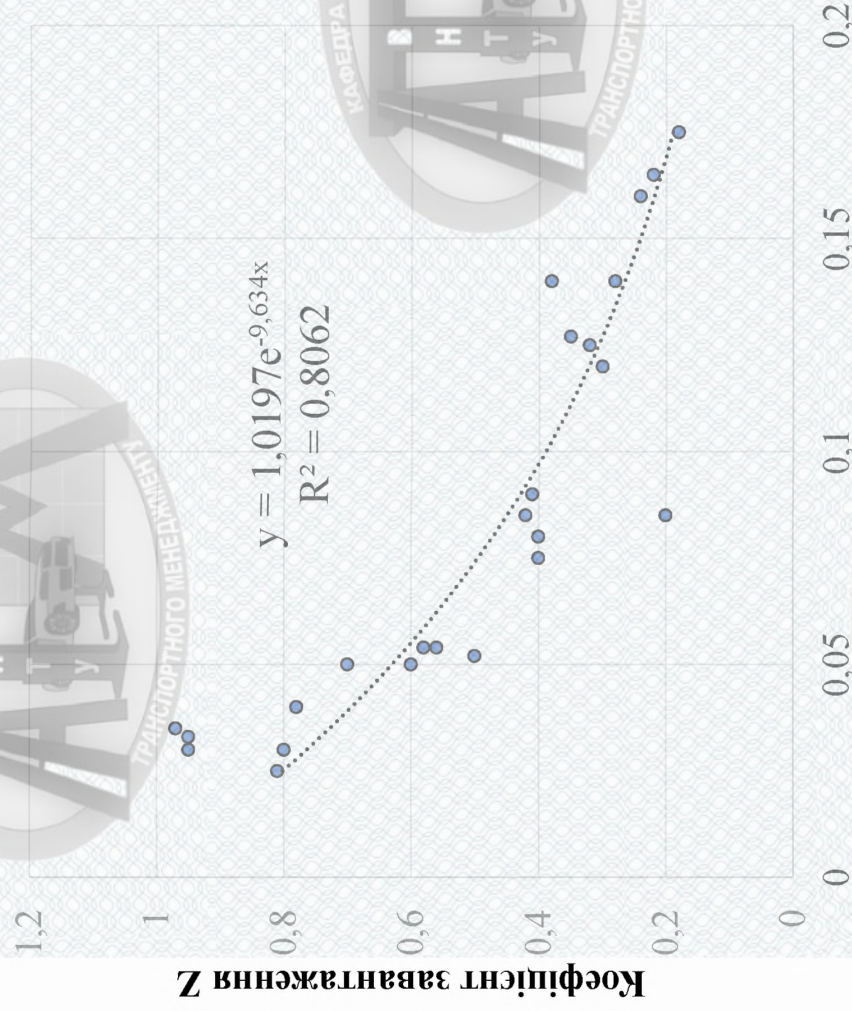
Чинники підвищення привабливості послуг МПТГК	Методи управління
Вартість проїзду на МПТГК істотно менша від вартості проїзду на легковому автомобілі, K ₁	Зниження вартості проїзду
Номінальна місткість транспортного засобу, що відповідає пасажиропотоку, K ₂	Моніторинг пасажиропотоків не рідше 1 разу на 3 роки; Перерахунок необхідної кількості автобусів та їх пасажиромісткості у години пік, міжпиковий час, у вихідні дні
Наявність вільних сидячих місць в автобусі, K ₃	Контроль рухомого складу на виїзді, забезпечення санітарних та екологічних норм, заміна морально застарілих пасажирських транспортних засобів
Комфортний, естетично привабливий рухомий склад, K ₄	Встановлення датчиків, що характеризують манеру водіння, встановлення відеофіксації у салоні автобуса.
Безпечний стиль водіння водія (культура водіння), K ₅	Мотивація водіїв (кондукторів) до культурного поведіння з пасажирями
Мінімальний час підходу (відходу) до (від) ВП, K ₆	Проектування нових, коригування існуючих маршрутних мереж відповідно до вимог нормативних документів.

Чинники підвищення привабливості послуг МПТГК	Методи управління
Мінімальний час очікування на пунктах зупинки, K ₇	Оптимізація інтервалів руху транспортних засобів із урахуванням пасажиропотоків. Встановлення інформаційних табло, впровадження програмного забезпечення, що дозволяє відстежувати рух транспортних засобів. Системи коригування руху автобусів.
Дотримання графіка руху, K ₁₁	Розробка міських маршрутів з мінімізацією пересадки
Безпересадкова поїздка, K ₈	Встановлення ВП; Контроль за їх експлуатацією
Чисті, освітлені пункти зупинки, що захищають від зовнішніх природних факторів (вітер, дощ, сонце і т.д.), K ₉	Впровадження інформаційних систем та сервісів щодо забезпечення інформування пасажирів
Наявність інформаційного супроводу маршруту з використанням додатків для смартфонів та «розумних зупинок», K ₁₀	Введення транспортних засобів, обладнаних для маломобільних груп населення. Зручність посадки для маломобільних груп населення в ТЗ, зручність підходів до ВП
Наявність умов для поїздки для маломобільних груп населення, K ₁₂	Встановлення терміналів для оплати
Зручність оплати проїзду, K ₁₃	Впровадження інтелектуальних систем керування дорожнім рухом. Моніторинг пасажиропотоків.
Задовільний час подорожі, K ₁₄	Перерахунок необхідної кількості автобусів та їх пасажиромісткості у години пік, міжпиковий час, у вихідні дні

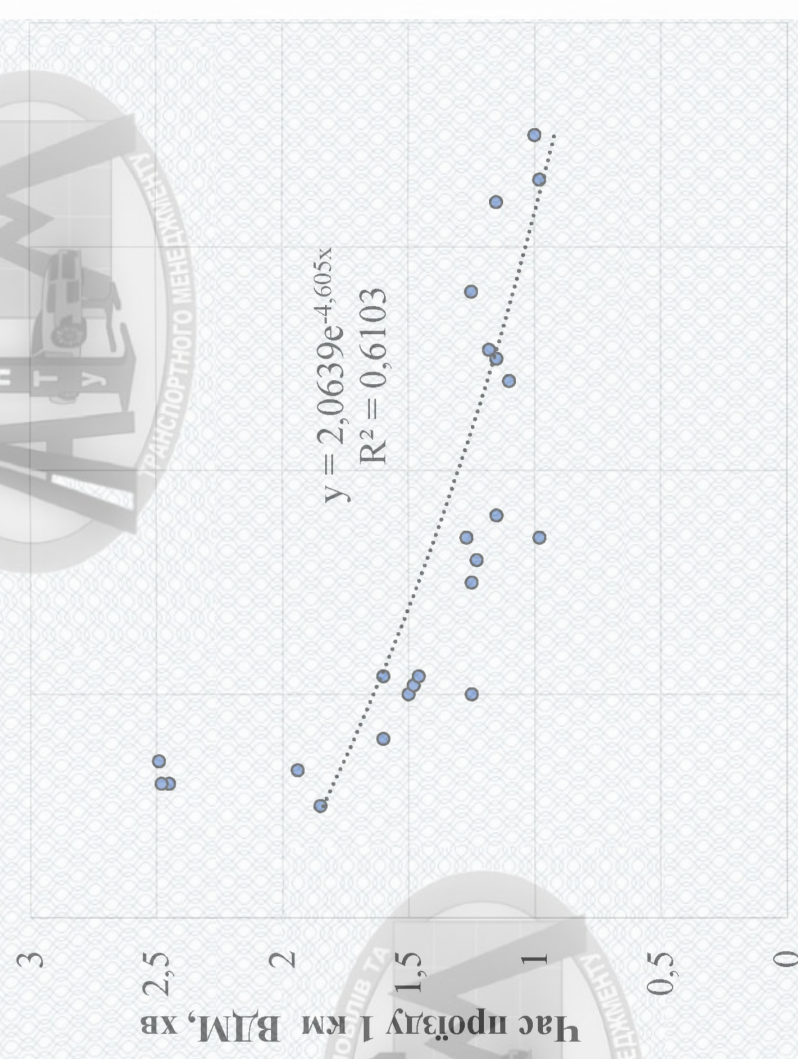
Досліджувана ділянка маршрутної мережі: «проспект Коцюбинського» від залізничного вокзалу до перехрестя вул. проспект Коцюбинського з вул. Замостянська



Аналіз показників транспортного процесу за параметрами швидкості та часу проїзду



Взаємозв'язок коефіцієнта завантаження z із часткою автобусів у загальному транспортному потоці U



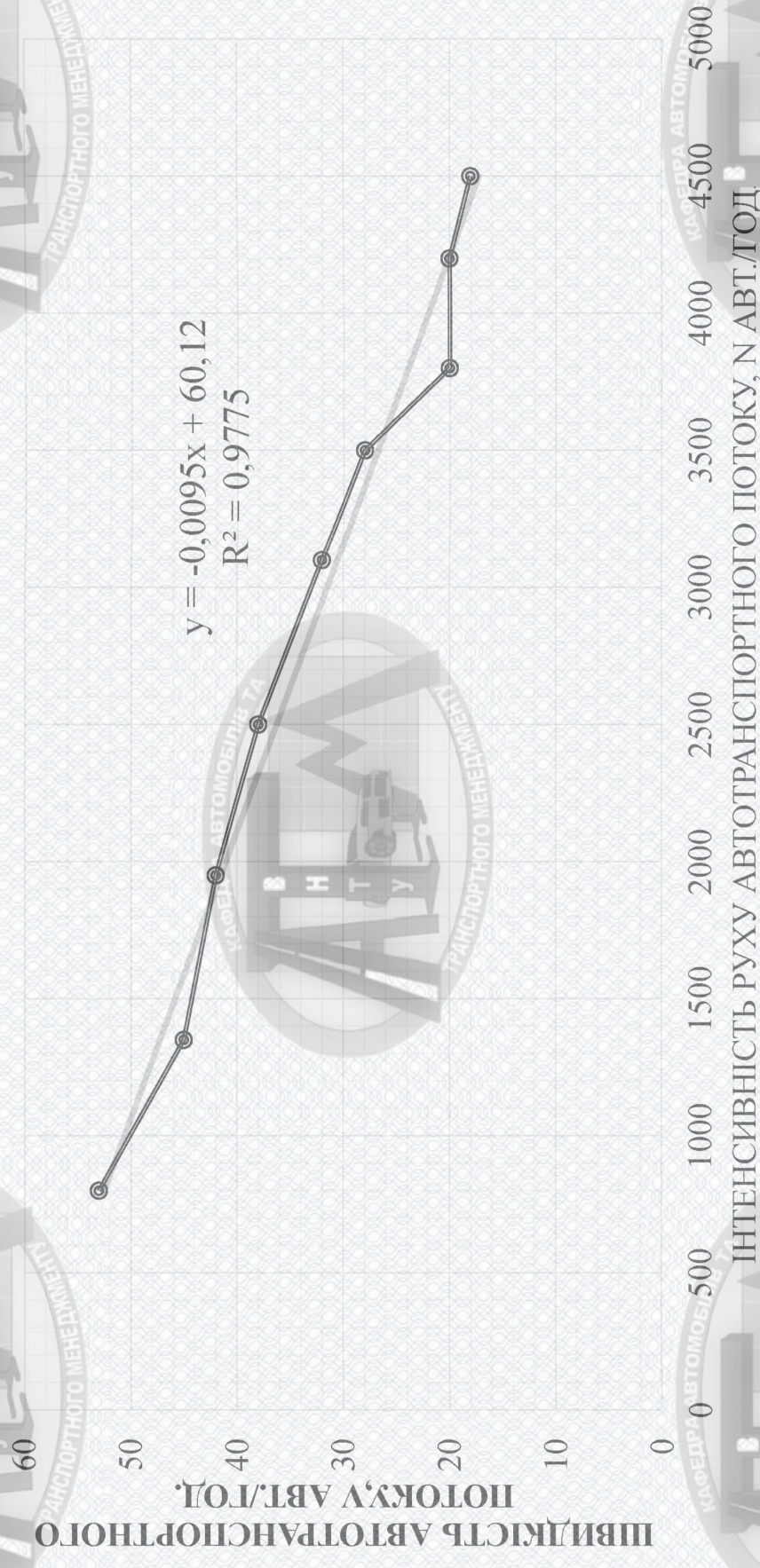
Взаємозв'язок часу поїздки пасажирів t через ділянку ВДМ з часткою автобусів U в загальному транспортному потоці

Взаємозв'язок коефіцієнта завантаження z із часткою автобусів у загальному транспортному потоці U

Взаємозв'язок часу поїздки пасажирів t через ділянку ВДМ з часткою автобусів U в загальному транспортному потоці

Аналіз показників транспортного процесу за параметрами швидкості та часу проїзду

Продовження



Взаємозв'язок швидкості V автотранспортного потоку з інтенсивністю руху N

Середні значення характеристик транспортного потоку на ділянці ВДМ «після» реалізації заходів

Показники транспортного процесу	Середнє знач. показника
Частка автобусів у транспортному потоці (фактична), од.	0,10
Розрахункова частка автобусів у транспортному потоці (фактична), од.	0,19
Збільшення частки автобусів у транспортному потоці, од.	0,09
Час проїзду 1 км ВДМ (фактичний), хв	1,68
Розрахунковий час проїзду 1 км ВДМ внаслідок заходів, хв.	1,30
Зменшення часу проїзду, хв	0,38
Коефіцієнт завантаження дороги рухом (фактичний), од.	0,58
Розрахунковий коефіцієнт завантаження дороги, од.	0,44
Зменшення коефіцієнт завантаження дороги, од.	0,14

ВИСНОВКИ

1. Теоретична основа методики базується на моделі, яка демонструє вплив співвідношення автобусів та легкових автомобілів у транспортному потоці на коефіцієнт завантаження дороги та час проїзду певної ділянки маршрутно-автомобільної дороги. Ця модель враховує різні рівні обслуговування руху та забезпечує необхідний обсяг пасажирських перевезень, що дозволяє оптимізувати ефективність транспортної інфраструктури.
2. Методика включає алгоритм підвищення привабливості послуг міського пасажирського транспорту, який ґрунтується на комплексному аналізі факторів, оцінці їхньої значущості та розробці відповідних заходів для управління структурою пасажирських автотранспортних потоків. Алгоритм має ітераційний характер і передбачає коригування параметрів, зокрема коефіцієнта завантаження дороги та часу поїздки, для досягнення оптимальних значень цих критеріїв.
3. За результатами експериментальних досліджень встановлено, що коефіцієнт завантаження та час поїздки на ділянці маршрутно-ВДМ залежать від частки автобусів у транспортному потоці. Збільшення частки автобусів з 10% до 19% дозволяє знизити час проїзду 1 км цієї ділянки в середньому на 0,38 хвилини, а коефіцієнт завантаження зменшується на 0,14. Це свідчить про позитивний ефект від збільшення кількості автобусів у транспортному потоці на загальну ефективність руху.
4. Згадані результати підтверджують ефективність запропонованої методики. З урахуванням попередніх досліджень середньої дальності поїздки пасажирів для міста Вінниці (7,7 км) зменшення часу поїздки може скласти 5,5 хвилини.
5. Підвищення популярності послуг МПТГК сприятиме збільшенню попиту на перевезення регулярними маршрутами, зниженню завантаження ВДМ та скороченню витрат часу на поїздку.

ДОДАТОК Б.



ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МКР



ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Вдосконалення методики підвищення популярності міських пасажирських автомобільних перевезень в умовах комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

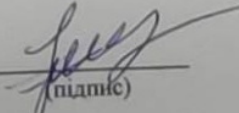
Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 72 % Схожість 28 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

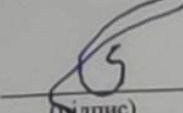
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

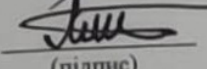
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Turnitin щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Абдаллах О.Ю.Г.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Антонюк О.П.
(прізвище, ініціали)