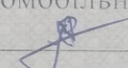
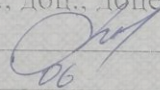


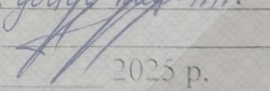
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

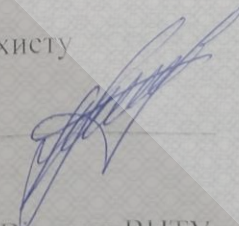
Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему:

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ НА МАРШРУТІ
СПОЛУЧЕННЯМ «ВІННИЦЯ ОБЛВОДОКАНАЛ (АДМІНБУДІВЛЯ) –
МІКРОРАЙОН ВИЩЕНЬКА» МІСТО ВІННИЦЯ АВТОБУСАМИ
ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ДЕМЧЕНКО»

Виконав: студент 4 курсу, групи ІТТ-23мс
спеціальності
275 – Транспортні технології (за видами) за
спеціалізацією 275.03 – Транспортні
технології (на автомобільному транспорті)
Вербіцький В.В. 

Керівник: к.е.н., доц., доцент каф. АТМ
Макарова Т.В. 
« 09 » 2025 р.

Рецензент: к.т.н., доц., доцент каф. АТМ
Піонткевич О.Б. 
« 10 » 2025 р.

Робота допускається до захисту
Завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В. 
« 10 » 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 року

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань – 27 Транспорт

Спеціальність 275 – «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація 275.03 – «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Освітньо-професійна програма – «Транспортні технології на автомобільному транспорті»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доцент Цимбал С.В.

«14» 09 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Вербіцькому Владиславу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Організація перевезень пасажирів на маршруті сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мікрорайон Вишенька» місто Вінниця автобусами приватного підприємства «Демченко»»,

керівник роботи Макарова Тамара Володимирівна, к.е.н., доцент,

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 20.03.2025 року № 97.

2. Строк подання студентом роботи 09.06.2025

3. Вихідні дані до роботи: Проаналізувати основні пріоритети міста та компоненти міської транспортної мережі. Дослідити види та закономірності транспортної рухливості населення у містах. Проаналізувати міський маршрут сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мікрорайон Вишенька»; дослідити автоматизовані системи обліку пасажиропотоків; систематизувати заходи з раціональної організації перевезень та виконати необхідні розрахунки (при цьому врахувати витрати на системи для управління та моніторингу рухом автобусів).

4. Зміст текстової частини роботи

4.1 Аналіз особливостей міських пасажирських перевезень Вінниці

4.2 Характеристика міського маршруту та моніторинг пасажиропотоків

4.3 Розрахунок раціональної системи пасажирських перевезень на міському автобусному маршруті

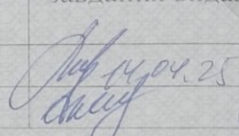
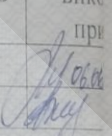
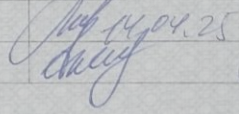
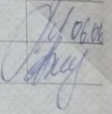
4.4 Охорона праці

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з зазначенням назви слайдів)

5.1 Тема роботи

- 5.2 Мета та задачі роботи
 5.3 Основні стратегічні пріоритети розвитку міста
 5.4 Аналіз транспортної системи міста Вінниці
 5.5 Модель просторового розвитку м. Вінниці
 5.6 Мналіз ММ «Демченко» в системі міських пасажирських перевезень
 5.7 Організаційна структура приватного підприємства
 5.8 Характеристика рухливості населення
 5.9 Характеристика маршруту
 5.10 Аналіз пасажиропотоків
 5.11 Заходи для організації міських пасажирських перевезень
 5.12 Прогнозування пасажиропотоків
 5.13-14 Вибір рухомого складу
 5.15 Техніко-експлуатаційні показники
 5.16 Управління рухом та моніторинг транспорту
 5.17 Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконав
1-3	Макарова Т.В., к.е.н., доцент каф. АТМ		
4	Віштак І.В., к.т.н., доцент каф. БЖДІБ		

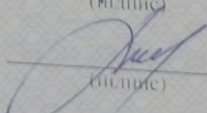
7. Дата видачі завдання 14.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
1	Аналіз особливостей міських пасажирських перевезень Вінниці	05.05-09.05.2025	В
2	Характеристика міського маршруту та моніторинг пасажиропотоків. Рубіжний контроль №1	12.05-20.05.2025	В
3	Розрахунок раціональної системи пасажирських перевезень на міському автобусному маршруті	21.05-30.05.2025	В
4	Виконання розділу «Охорона праці». Рубіжний контроль №2	26.05-30.05.2025	В
5	Перевірка роботи на плагіат	02.06-04.06.2025	В
6	Оформлення текстових документацій та ілюстративних матеріалів	05.06-06.06.2025	В
7	Попередній захист БКР	09.06-10.06.2025	В
8	Допуск завідувача кафедри до захисту БКР	11.06-12.06.2025	В
9	Рецензування БКР	13.06-16.06.2025	В
10	Захист БКР	17.06-20.06.2025	В

Студент

Керівник роботи


 (підпис)

 (підпис)

Вербіцький В.В.

Макарова Т.В.

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з 91 сторінки формату А4, на яких розміщені 40 рисунків та 24 таблиці, а також списку використаних джерел, що містить 21 найменування.

У першому розділі виконаний аналіз особливостей міських пасажирських перевезень у місті Вінниці.

У другому розділі охарактеризований міський маршрут та проведений моніторинг пасажиропотоків. Розглянуті сучасні засоби для автоматизованого обліку пасажирів в салоні автобуса.

У третьому розділі систематизовані заходи та розраховані показники раціональної системи пасажирських перевезень на міському автобусному маршруті з урахуванням витрат на системи для управління та моніторингу рухом.

У четвертому розділі розглянуті питання охорони праці. Виконані необхідні розрахунки.

Ключові слова: автобус, пасажиропотік, маршрут, перевезення, організація, кореспонденція, рухомість населення.

ANOTATION

The bachelor's qualification work consists of 91 pages of A4 format, on which 40 figures and 24 tables are placed, as well as a list of sources used, containing 21 names.

The first section analyzes the features of urban passenger transportation in the city of Vinnytsia.

The second section characterizes the city route and monitors passenger flows. Modern means for automated passenger registration in the bus cabin are considered.

The third section systematizes measures and calculates indicators of a rational system of passenger transportation on a city bus route, taking into account the costs of systems for managing and monitoring traffic.

The fourth section considers labor protection issues. The necessary calculations are made.

Keywords: bus, passenger flow, route, transportation, organization, correspondence, population mobility.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВІННИЦІ.....	6
1.1 Характеристика розвитку та сучасного стану транспортного забезпечення міста Вінниці.....	6
1.2 Аналіз роботи приватного підприємства «Демченко» в системі міських пасажирських перевезень.....	15
1.3 Характеристика рухливості населення в міській транспортній системі	20
1.4 Висновки за розділом 1.....	28
2 ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЬКОГО МАРШРУТУ ТА МОНІТОРИНГ ПАСАЖИРОПОТОКІВ.....	30
2.1 Характеристика маршруту «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мкр. Вишенька» місто Вінниця.....	30
2.2 Моніторинг пасажирообігу зупинних пунктів досліджуваного маршруту.....	37
2.3 Автоматизовані системи моніторингу пасажиропотоків	43
2.4 Висновки за розділом 2.....	53
3 РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МІСЬКОМУ АВТОБУСНОМУ МАРШРУТІ.....	54
3.1 Визначення заходів для раціональної організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті.....	54
3.2 Прогнозування пасажиропотоків.....	57
3.3 Вибір типу та кількості транспортних засобів.....	62
3.4 Визначення необхідної регулярності та інтервалів руху.....	69
3.5 Управління рухом та моніторинг транспорту.....	71
3.6 Оцінка кількісних та якісних показників перевезень на маршруті.....	72
3.7 Висновки за розділом	78
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	79

4.1 Аналіз умов праці	79
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	79
4.2.1 Мікроклімат	79
4.2.2 Склад повітря робочої зони	80
4.2.3 Освітлення	81
4.2.4 Шум	81
4.2.5 Вібрації	83
4.3. Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	83
4.4. Технічні рішення з пожежної безпеки	85
ВИСНОВКИ	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	89
Додаток А Ілюстративна частина	92
Додаток Б Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень ..	

ВСТУП

Важливість громадського пасажирського транспорту для будь-якої країни неможливо переоцінити. Міський пасажирський транспорт є «кровоносною системою» для міста та має на меті перевезення населення між транспортними центрами, включаючи підприємства, організації, культурні, спортивні, побутові та інші установи. Рухомий склад міського пасажирського транспорту включає автобуси та електротранспорт. Також в транспортному потоці здійснюють рух індивідуальні автомобілі. Їх частка в пасажирських переміщеннях постійно зростає.

Потреба в міському пасажирському транспорті виникає, коли в результаті зростання міст, їх територіальні розміри перевищують зону пішохідної доступності міського центру. Зазвичай таку зону приймають оцінюють в межах 30 хвилин пішого ходу, при цьому максимальний радіус пішохідної доступності складе 2 км [1, 2].

Оптимальний стан громадського транспорту в містах різних регіонів передбачає скорочення частки легкового транспорту в транспортних потоках і поліпшення стану повітряних басейнів міст. Легковий автомобільний транспорт є екологічно токсичним, оскільки він викидає в атмосферу з газами близько 90% шкідливих речовин від викидів всіх інших видів транспорту. У цих умовах необхідно знайти компроміс між інфраструктурними обмеженнями території і потребами жителів в транспортних кореспонденціях. Також, в умовах прискореної автомобілізації виникає загроза збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод, а разом з цим і числа постраждалих. Такі пріоритети, щодо роботи транспортної системи, передбачаються Концепцією інтегрованого розвитку Вінниці до 2030 року. При цьому, необхідним є забезпечення комфортності переміщення пасажирів. Місто Вінниця вважається одним з самих комфортних міст для проживання, в тому числі це забезпечується й належним функціонуванням транспортної складової, яку необхідно

підтримувати, надаючи якісні транспортні послуги пасажирам. Тому тема роботи, яка направлена на раціональну організацію перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті є актуальною.

Мета роботи – розробка заходів з раціональної організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – Вишенька».

Для досягнення мети поставлені наступні задачі:

- охарактеризувати етапи розвитку та сучасний стан транспортного забезпечення міста Вінниці;
- проаналізувати роботу приватного підприємства «Демченко» в системі міських пасажирських перевезень;
- навести закономірності рухливості населення в міській транспортній системі;
- дослідити міський автобусний маршрут сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – Вишенька» та автоматизовані системи моніторингу транспорту;
- систематизувати основні показники, які характеризують транспортний процес, їх розвиток та закономірності;
- розрахувати кількісні та якісні показники пасажирських перевезень на досліджуваному маршруті;
- вирішити питання охорони праці.

1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВІННИЦІ

Система міських пасажирських перевезень — це сукупність організаційних, технічних, інженерних, правових та економічних засобів і заходів, що забезпечують переміщення пасажирів у межах міської території з урахуванням потреб населення, ефективності, безпеки, екологічності та комфорту перевезень. До її складу входять: сукупність рухомого складу (автобуси, тролейбуси, трамваї, мікроавтобуси); інфраструктура (дороги, зупинки, депо, диспетчерські системи, навігація); органи місцевої влади, перевізники, транспортні підприємства (організують перевезення, управляють та регулюють рух). Для належної організації пасажирських перевезень складаються графіки руху, досліджуються пасажиропотоки на міській маршрутній мережі, регулюються тарифи, система оплати проїзду тощо.

Міська транспортна система функціонує з метою задоволення потреб населення у пересуваннях в межах міста, сприяння економічному розвитку, зниження заторів та негативного впливу транспорту на довкілля. В цій системі працює рухомий склад різних підприємств (комунальних, приватних, фізичних осіб підприємців). Одним з таких підприємств є приватне підприємство «Демченко», яке зайняло своє місце на ринку автомобільних перевезень та здійснює перевезення на міському маршруті «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – Вишенька». Надалі організація перевезень на цьому маршруті буде розглянута в роботі.

1.1 Характеристика розвитку та сучасного стану транспортного забезпечення міста Вінниці

Вінниця є одним з найбільших міст Правобережної України. Це адміністративний, культурно-освітній, економічний та транспортно-

логістичний центр Поділля. Станом на 2025 рік чисельність населення міста Вінниця становить 372 432 особи [3]. Кількість населення міста демонструє тенденцію до зростання, що підтверджується прогнозами, згідно з якими до 2041 року населення Вінниці може досягти 403 300 осіб [4]. Площа міста складає біля 113,2 км². З огляду на глобальні процеси соціально-економічних змін місто стоїть перед непростими викликами вибору майбутнього та подальшого формування демократичного суспільства. Місто повинно розвиватися за європейськими принципами та за рахунок керівників держави мати можливість активізувати весь наявний потенціал. Саме до такої моделі прагне Вінниця та за такими принципами розроблена і затверджена «Концепція інтегрованого розвитку м. Вінниці 2030» [5]. Таким чином, відповідальне управління розвитком Вінниці буде сприяти забезпеченню високого рівня мобільності. Основні стратегічні пріоритети розвитку міста наведені на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 - Основні стратегічні пріоритети розвитку міста

Ефективне функціонування транспортної системи є важливим компонентом, який впливає на якість життя, оскільки вона підвищує

доступність та розширює можливості взаємодії людей. Покращення мобільності буде сприяти зростанню економічного потенціалу та створенню робочих місць. Доступна для усіх мешканців мобільність є фактором зниження соціальної ізоляції.

Реорганізація системи пасажирських перевезень розпочалася в 2012 році. До цього, мережа громадського транспорту складалася з наступних маршрутів: 5 трамвайних (64 одиниці трамваїв), 14 тролейбусних (96 одиниць рухомого складу), 9 автобусних в звичайному режимі руху (14 одиниць) та 42 автобусних в режимі маршрутного таксі (439 мікроавтобусів).

Після здійснення оптимізації у Вінниці запрацювала нова мережа громадського транспорту. Були здійснені наступні заходи:

- зменшення кількості «маршруток» (майже в 2 рази);
- усунення маршрутів - дублерів;
- організація роботи приватних перевізників під єдиною системою управління комунального підприємства «Вінницьке трамвайно-тролейбусне управління»;
- зміни в графіках випуску транспорту на лінії в часовий період з 5-30 до 00-00 год.;
- капітальний та відновлювальний ремонт тролейбусів;
- наявність Wi-Fi в трамваях;
- відкриття сервісів підбору маршруту.

Інтернет-сервіс підбору маршрутів надає можливість знайти найбільш оптимальний та економічний за вартістю шлях по місту. Крім того, на сервісі є актуальна інформація щодо наявних маршрутів загального користування м. Вінниці. Метою запровадження інтернет-сервісу є покращення рівня транспортного обслуговування для мешканців та гостей міста.

В результаті запроваджених змін кількість маршрутних таксі у місті Вінниця зменшилася на 40 % (з 437 до 247 одиниць), кількість електротранспорту збільшилася (трамваїв на 10 одиниць, а тролейбусів на 11 одиниць) (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Кількість одиниць рухомого складу для міських пасажирських перевезень станом на 2019 рік

Головним результатом запровадження нової маршрутної мережі є приріст обсягів пасажирських перевезень міським електротранспортом. За 2012 рік міським електротранспортом перевезено 143 млн пас., що на 28 млн чол. більше ніж в 2011 р. (115 млн чол.) (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3. Динаміка зміни обсягів пасажирських перевезень електротранспортом з 2006 по 2012 рр.

З 2017 по 2019 рр. головне місце у міських пасажирських перевезеннях

було також за електротранспортом. Його частка в загальному обсязі перевезень складає приблизно 75%. Динаміка зміни обсягу перевезень пасажирів електротранспортом та автомобільним транспортом за 2017 – 2019 роки наведена на рисунку 1.4.

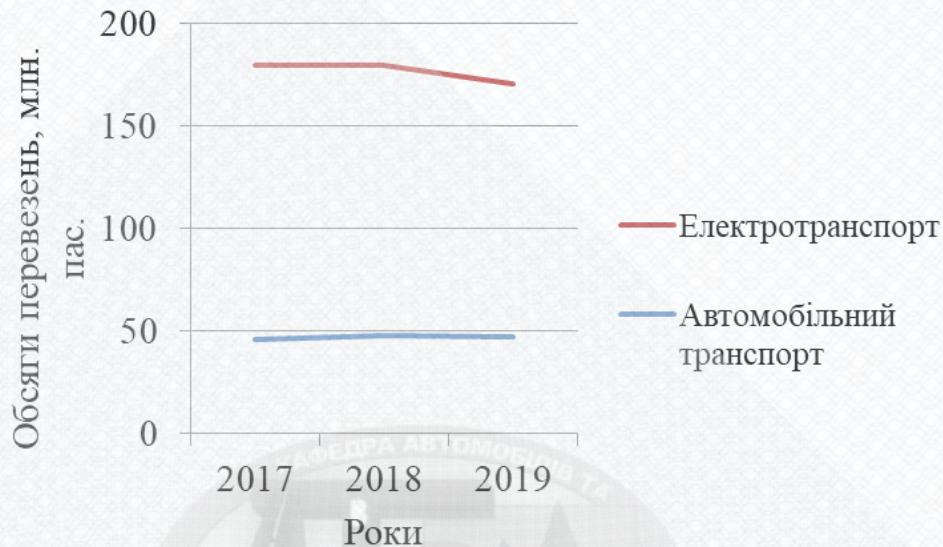


Рисунок 1.4 – Динаміка зміни обсягів перевезень електротранспортом та автомобільним транспортом

У 2020 році обсяги пасажиропотоків були відносно стабільними. Їх зменшення почалося у 2021-2022 роках. Це пов'язано з дією наступних факторів: карантинними обмеженнями через епідемію хвороби COVID-19, введенням військового стану, руйнуванням об'єктів енергетичної інфраструктури.

У 2022 році було перевезено 44 мільйони 571 тисячу пасажирів, що менше за попередній рік на 9,2 % або 4 мільйони 530 тисяч пасажирів. Послугами електротранспорту скористалося 79,6 % користувачів (35 мільйонів 487 тисяч пасажирів), автотранспорт використало 9 мільйонів 83 тисячі пасажирів.

Щорічно всіма видами міського пасажирського транспорту, включаючи фізичних-осіб підприємців та приватні підприємства, на території Вінницької міської територіальної громади перевозиться понад 60 млн. пасажирів. Основним перевізником пасажирів є КП «Вінницька транспортна компанія».

Кожен рік усіма видами транспорту (трамвай, тролейбус, автобус) воно перевозить близько 50 млн. пасажирів (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Кількість перевезених пасажирів підприємством КП «Вінницька транспортна компанія» за період з 2020 по 2023 рр., тис. пас.

У 2023 році кількість пасажирів всіма видами пасажирського транспорту збільшилася на 7 529,6 тис. пасажирів або на 16,9 % і склала 52 101,0 тис. пасажирів.

Станом на 2024 головним видом громадського транспорту в місті залишається електричний. Режим перевезень маршрутного таксі залишився для доставки пасажирів до основних транспортних мереж міста. Сучасна транспортна мережа Вінницької міської територіальної громади включає:

- 6 трамвайних маршрутів загальною довжиною 56,4 км;
- 22 тролейбусні маршрути загальною довжиною 241,7 км;
- 20 автобусних маршрутів загального користування у звичайному режимі руху, протяжністю 217 км;
- 28 автобусних маршрутів загального користування у режимі маршрутного таксі, протяжністю 301,7 км.

Кількість маршрутів руху наведена на рисунку 1.6, а протяжність маршрутів на рисунку 1.7.

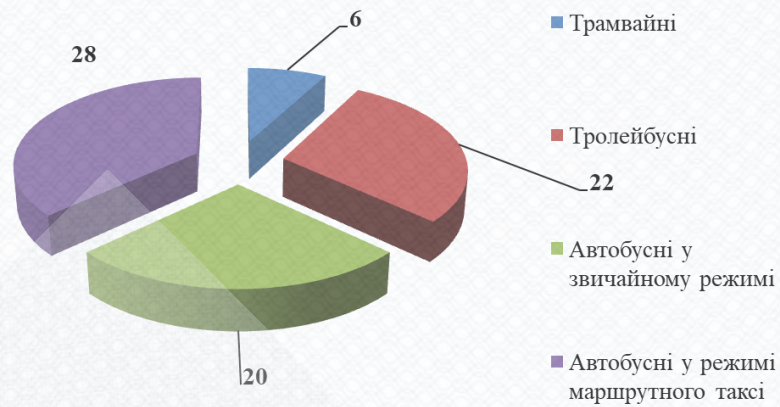


Рисунок 1.6 – Кількість маршрутів руху різними видами МПТ

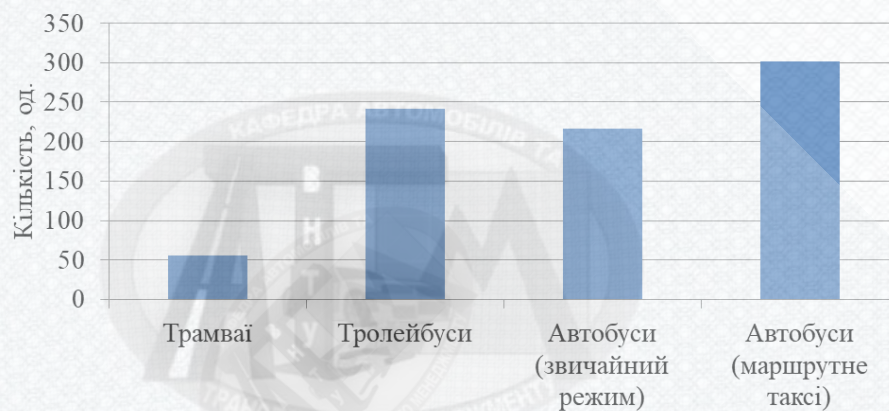


Рисунок 1.7 – Протяжність маршрутів пасажирського транспорту

За 2023 р. послугами електротранспорту скористались 41 918,0 тис. пасажирів, що становить 80,5% від загального обсягу перевезень. Це більше аналогічного показника за 2022 рік на 6 430,1 тис. пасажирів або на 18,1%. Кількість пасажирських перевезень автотранспортом збільшилася на 1 099,5 тис. пасажирів або на 12,1% і склала 10 183,0 тис. пасажирів. Питома вага обсягів перевезень за різними видами транспорту наведена на рисунку 1.8.

На сьогоднішній день транспортна складова міста повинна розвиватися з урахуванням просторової моделі, яка закладена в Концепцію інтегрованого розвитку Вінниці 2030 та показує основні просторові трансформації міста (рисунок 1.9).

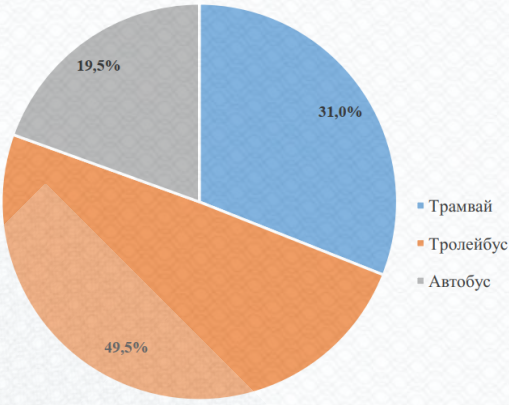


Рисунок 1.8 – Питома вага пасажирських перевезень за видами транспорту

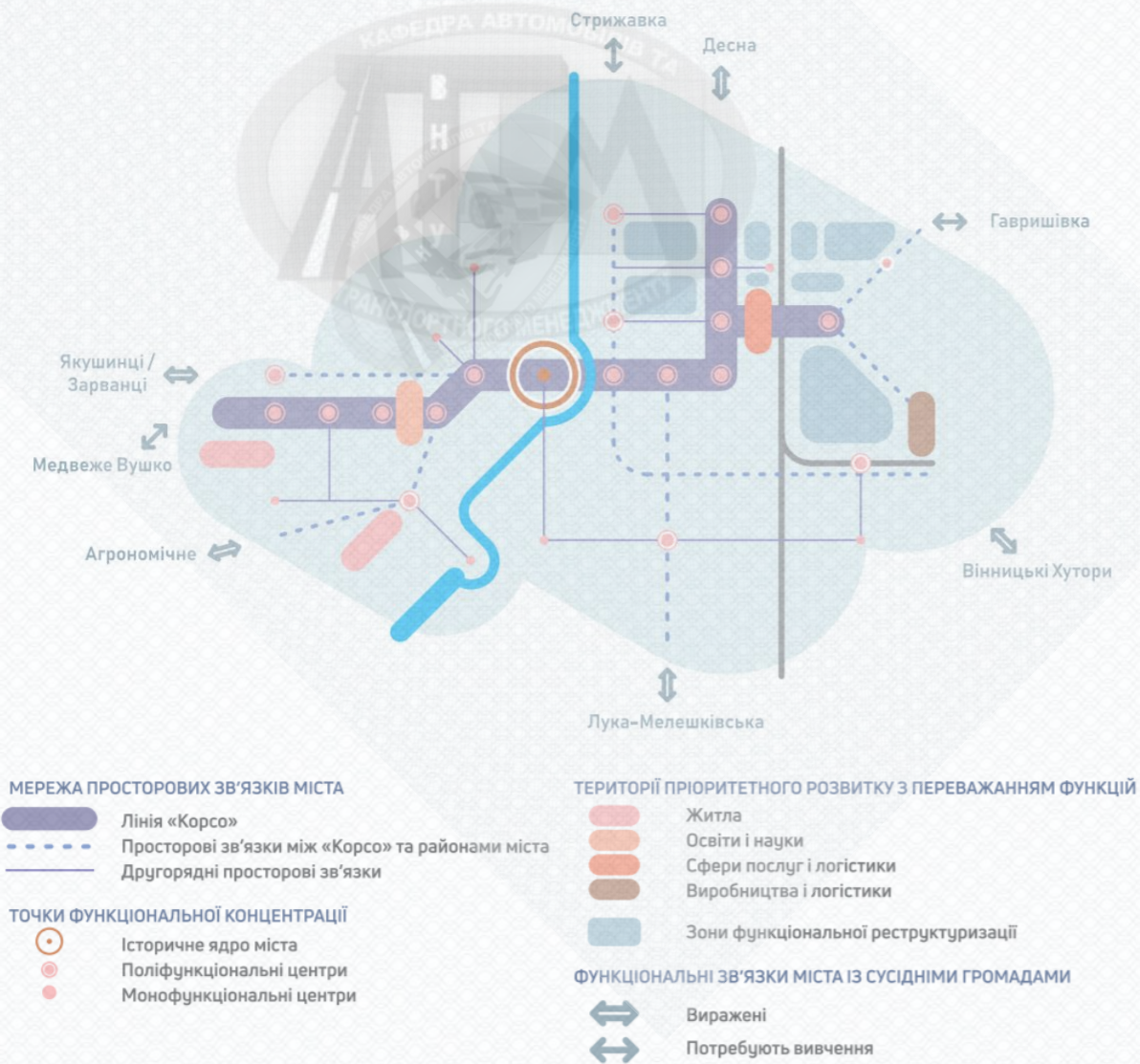


Рисунок 1.9 – Модель просторового розвитку м. Вінниці

Відповідно до моделі місто складається з сітки полі- та монофункціональних центрів. Вони є точками, де мешканці міста задовольняють свої освітянські, комерційні, медичні, транспортні, рекреаційні потреби тощо. На карті проведена просторова вісь – Корсо, яка проходить через центр міста та поєднує високоурбанізовані території міста (вулиці Келецька, Пирогова, Соборна, Коцюбинського, Батозька). Є центри, що розташовані поза просторовою лінією. Вони приймають участь в формуванні просторової збалансованої мережі.

Варто звернути увагу на місця концентрації житлових будинків, економічних, освітніх та логістичних об'єктів. Вони виступають зонами тяжіння для пасажирів. Планується аналізувати та розбудовувати зв'язки з сусідніми громадами.

Одним з пріоритетних напрямків розвитку м. Вінниці є забезпечення високого рівня мобільності з урахуванням збереження екологічної обстановки. Баланс досягається з одного боку через зменшення та компенсацію зростаючого впливу міста на навколишнє середовище та максимальну оптимізацію використання природних ресурсів з іншого. Піраміди транспорту і мобільності наведені на рисунку 1.10, де основою є забезпечення вело руху.



Рисунок 1.10 – Транспорт і мобільність у м. Вінниці на перспективу

Велика частина повітря забруднюється автотранспортом із двигуном

внутрішнього згоряння. Серед мешканців міста набувають застосування альтернативні засоби, такі як електромобілі. Тому, варто створити відповідну інфраструктуру та провести інформаційну кампанію. Такі заходи стимулюватимуть власників автомобілів із бензиновими та дизельними двигунами замінити їх на електромобілі.

В результаті аналізу вище наведеної інформації основними заходами для покращення організації перевезень є наведені нижче:

1. Створення умов для безперешкодного та безпечного пересування містом.

2. Покращення якості надання міських пасажирських транспортних послуг загального користування за рахунок наступних заходів:

- оновлення рухомого складу;
- модернізації інфраструктури;
- постійної оптимізації маршрутної.

3. Сприяння поширенню електромобілів у місті.

Впродовж останнього десятиріччя велика увага приділялася оновленню парку громадського транспорту на більш екологічний (відповідність стандарту Євро-6), доступний (низький рівень підлоги, відкидні пандуси та місце для пасажирів на колісному кріслі) та енергоощадний.

1.2 Аналіз роботи приватного підприємства «Демченко» в системі міських пасажирських перевезень

В системі міських пасажирських перевезень міська рада виступає замовником послуг. Комунальні та приватні підприємства здійснюють перевезення пасажирів. Основним організатором пасажирських перевезень в м. Вінниця є КП «Вінницька транспортна компанія», яка в процесі виконання своїх функцій взаємодіє з різними суб'єктами (рисунки 1.11).



Рисунок 1.11 – Характеристика учасників, які взаємодіють для забезпечення належного функціонування системи міського пасажирського транспорту

З урахуванням запитів користувачів транспортних послуг Вінницька транспортна компанія разом з міською радою провадять транспортну політику. В плідній взаємодії з іншими учасниками транспортного процесу комунальне підприємство весь час розвивається. Результатом є найвищий рівень розвитку громадського транспорту у м. Вінниця в масштабах України.

У встановлені терміни, міська рада та комунальне підприємство виконують вдосконалення роботи транспорту та показників маршрутної мережі.

Важливу роль в системі пасажирських перевезень відіграють приватні перевізники, забезпечуючи зручне та доступне сполучення для мешканців та гостей міста. Згідно з даними, на 2024 рік у місті налічується 223 маршрутки приватних перевізників, з яких 209 регулярно виходять на маршрути. Одним з таких підприємств є приватне підприємство «ДЕМЧЕНКО» (ПП «ДЕМЧЕНКО»). Воно розташоване за наступною юридичною адресою: Вінницька обл., Вінницький р-н, смт Стрижавка, вул. Приміська, буд. 6М [6] (рисунок 1.12).

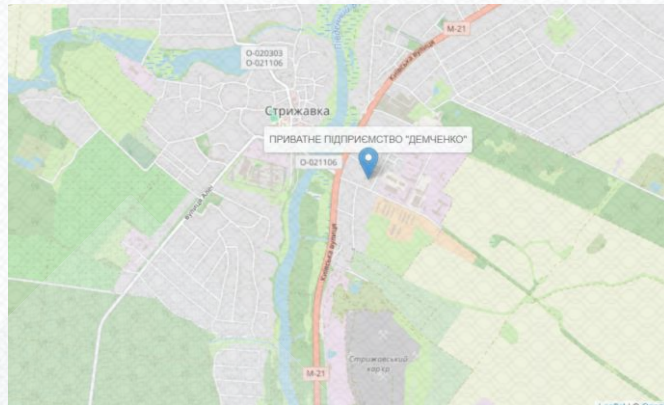


Рисунок 1.12 – Місце розташування ПП «Демченко» на карті

ПП «ДЕМЧЕНКО» здійснює наступні види діяльності [7]:

- пасажирські перевезення міського та приміського сполучення;
- надання послуг таксі;
- інші пасажирські перевезення;
- технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів.

Підприємство володіє понад 20 автобусами різних моделей, що дозволяє обслуговувати різноманітні маршрути та забезпечувати комфортні умови для пасажирів.

Компанія володіє наступними автобусами:

- Богдан - A092;
- Mercedes – Sprinter;
- Volkswagen - LT35;
- Iveco – Daily;
- MAZ-203 (великої місткості).

Зовнішній вигляд автобусів великої та середньої місткості наведений на рисунку 1.13.



Рисунок 1.13 – Зовнішній вигляд 2 марок автобусів підприємства

Кількість працівників – 32 особи. Нижче наведена структура управління приватним підприємством (рисунк 1.14).



Рисунок 1.14 - Організаційна структура приватного підприємства

Організаційна структура підприємства має різні служби та відділи, робота яких забезпечується кваліфікованими кадрами. Директору підпорядковується заступник з експлуатації, головний механік та головний бухгалтер.

Зі структури управління слід виділити службу експлуатації, яка займається питаннями організації перевезень та забезпечує виконання наступних задач:

- здійснення запланованих обсягів перевезень пасажирів;
- розробку заявок на рухомий склад, який потрібний для роботи на маршрутах;
- розподіл по маршрутах транспортних засобів;
- оцінювання транспортного процесу та розробка плану дій щодо підвищення його ефективності;
- вивчення попиту на міські транспортні послуги та аналіз закономірностей зміни пасажирських потоків.

У відділі експлуатації працює інженер з транспорту, диспетчери, водії та контролери. На цей підрозділ покладено багато задач, а саме:

- оперативне регулювання процесу перевезень;
- оформлення, видача та прийом документів, які відображають роботу, виконану водіями, перевірка правильності їх оформлення, наявності реквізитів і штампів;
- реєстрація дорожньої документації та облік роботи автотранспортних засобів, контроль правильності записів показань спідометра, одержання і залишків пального;
- виявлення фактів порушення водіями правил дорожнього руху;
- контроль за дотримання водіями транспортної дисципліни;
- контроль за виконання графіків руху автобусів на лінії і вживання заходів щодо дотримання графіків та інтервалів руху автобусів;
- перерозподіл між маршрутами автобусів в залежності від величини пасажиропотоку;
- вживання заходів щодо забезпечення резервними автобусами в разі виникнення технічних неполадок на лінії, скорочення інтервалів руху автобусів на маршруті, оперативного перерозподілу автобусів з маршруту на маршрут;
- оперативне врегулювання порушень транспортного процесу;
- надання своєчасної технічної допомоги рухомому складу на лінії;
- складання оперативних відомостей про роботу за зміну;
- отримання і доведення до водіїв повідомлень про умови та особливості перевезень на маршрутах, стан доріг, особливості руху на окремих ділянках, а також повідомлень метеослужби і прогнози погоди.

Відповідальним за технічний стан автобусів є головний механік, якому підпорядковуються майстер з ТО та ремонту, слюсарі, кладівник та прибиральник. Таким чином, підприємство має ремонту базу, належна робота якої забезпечує необхідний технічний стан транспорту на лінії. На базі підприємства виконуються різні види ремонтів рухомого складу. До

допоміжного персоналу технічної служби відносяться прибиральник та комірник. Прибиральник здійснює прибирання службових приміщень, миття та санітарне обслуговування автобусів. Комірник займається обліком, зберіганням та видачою запасних частин і матеріалів, а також веденням звітності та інвентаризацією.

Приватне підприємство «ДЕМЧЕНКО» активно бере участь у тендерах. Так, у 2019 році підприємство виграло тендер на перевезення учнів для КЗЗШ №18 Вінницької міської ради.

Таким чином, ПП «ДЕМЧЕНКО» є важливим гравцем на ринку пасажирських перевезень у місті Вінниці та Вінницькому регіоні. Компанія має досвід участі в державних тендерах та забезпечує надійні транспортні послуги для місцевої громади.

1.3 Характеристика рухливості населення в міській транспортній системі

Рухливість населення є основним компонентом, від якого залежать закономірності розвитку міських транспортних систем. В свою чергу, розвиток міста також впливає на показник рухливості. Тому, доцільно охарактеризувати цей показник та проаналізувати можливі методи його оцінки.

В теорії пасажирського транспорту основним поняттям, яке характеризує транспортні потреби населення є кореспонденції. Кореспонденціями називають пересування людей, які пов'язані з трудовою діяльністю, соціальними, культурними та побутовими цілями.

Транспортними називаються кореспонденції, реалізовані за допомогою індивідуального транспорту або транспорту загального користування. Сукупність виконаних пасажирських кореспонденцій називається пасажирськими потоками. Пасажирські потоки мають просторові і кількісні характеристики. Просторові характеристики пасажирських потоків

визначаються шляхом проходження в процесі реалізації кореспонденції.

Процес реалізації кореспонденції складається з x наступних операцій:

- рух до зупинного пункту громадського транспорту;
- очікування транспорту;
- поїздка на транспорті;
- пересадка;
- поїздка після пересадки;
- рух до пункту призначення.

До основних кількісних характеристик пасажирських потоків відносяться: обсяг перевезень, транспортна робота, інтенсивність, середня дальність поїздки [8-10].

Обсяг перевезень Q - кількість пасажирів (кореспонденцій), обслужених за певний час. Обсяг пасажирів визначається в розрізі відповідної транспортної підсистеми: маршруту, ділянки мережі, зупинного пункту, мережі певного виду транспорту тощо. Кількість пасажирів, перевезених за період спостереження T , рівнозначно кількості виконаних за цей час маршрутних поїздок, отже:

$$Q = \sum_{ij} \frac{Q_{ij}}{T}, \quad (1.1)$$

де i - індекс пункту відправлення;

j - індекс пункту прибуття.

Транспортна робота (пасажиरोоборот) P визначається як сума відстаней реалізації кореспонденцій за певний час. Транспортна робота групується за такими ж принципами, як і обсяг. Якщо l_{ij} - відстань пасажирської кореспонденції Q_{ij} , тоді:

$$P = \sum_{ij} \frac{Q_{ij} \cdot l_{ij}}{T}. \quad (1.2)$$

Важливою характеристикою є дальність поїздки $L_{\text{ср}}$, яку можна визначити як середнє довжин всіх пасажирських кореспонденцій на даному маршруті або по мережі в цілому:

$$L_{\text{ср}} = \sum_{ij} l_{ij} \frac{1}{n}, \quad (1.3)$$

де n - загальна кількість поїздок.

Основними факторами, що визначають середню довжину поїздки, є територіальні розміри міста, трасування транспортної мережі, маршрутна система і планувальна структура міста. Взаємне розміщення в ньому житлових зон, промислових районів, місць прикладання праці і культурно-побутових центрів.

У більшості випадків попит населення на послуги пасажирського транспорту представляється у вигляді матриці пасажирських кореспонденцій. Матриці кореспонденцій можуть бути сформовані за різними ознаками: за видами транспорту, за програмними цілями здійснення транспортних кореспонденцій тощо.

Інтенсивність пересувань населення кількісно виражається показником, який називають рухливістю населення. Рухливість населення служить найбільш загальною характеристикою потреби в пересуваннях і має такі параметри, як час, пункт відправлення та призначення, вид переміщення. У загальному випадку під рухливістю розуміють безліч кореспонденцій, що припадають на одну людину з даної групи людей за той або інший розрахунковий проміжок часу (зазвичай рік, добу або годину пік навантаження транспортної мережі).

Вивчення закономірностей рухливості населення є ключовим питанням для вирішення широкого кола транспортних і містобудівних завдань, наприклад, розвитку вулично-дорожньої мережі, розробки та оптимізації

маршрутів пасажирського транспорту. Актуальність даної проблеми в даний час гостро відчувається в великих та середніх містах, в яких транспортна система не повністю забезпечує задоволення потреб населення в перевезеннях.

Для оцінки рухливості розрізняють поняття потенційної, реалізованої, абсолютної, загальної, пішохідної та транспортної рухливості. Потенційною називають рухливість, відповідну запиту населення на пересування, що визначається його біологічної та суспільною потребою, соціально-економічними характеристиками епохи, виробничою необхідністю, історично сформованим укладом життя, розвитком засобів інформації і зв'язку, культурними потребами. Внаслідок багатofакторності і складності взаємозв'язків визначити потенційну рухливість не вдається.

Реалізованою називають фактичну рухливість, реалізовану в заданих умовах місця і часу. Вона залежить від складності сполучення, тобто наданих населенню можливостей реалізації потенційної рухливості в межах обмежень добового бюджету часу, пов'язаних з законом самоорганізації, і може бути визначена обстеженнями. Реалізована рухливість міського населення залежить від планувальних особливостей міст, їх розмірів, розміщення в них центрів тяжіння, розвитку обслуговуючих їх транспортних систем. Всі ці фактори визначають вільні місця у об'єктах масового відвідування, оцінювану витратами часу на пересування.

Абсолютною рухливістю називають кількість пересувань, що припадають в одиницю часу (рік, добу) на одну людину, що належить до даної групи населення, що бере участь в пересуваннях. Абсолютна рухливість населення міста ($p_{a.г.}$), яке бере участь в пересуваннях, населення передмість, що в'їжджає за трудовими та культурно-побутовими цілями ($p_{a.г.п.}$) та приїжджають з інших міст ($p_{a.г.г.}$):

$$p_{A.M.} = A_{г.} / H_{г.}, \quad (1.4)$$

$$p_{a.g.p.} = A_{г.п.} / H_{г.п.}, \quad (1.5)$$

$$p_{a.g.g.} = A_{р.р.} / H_{р.р.}, \quad (1.6)$$

де A_g , $A_{г.п.}$ і $A_{г.г.}$ - кількості пересувань в розрахунковий проміжок часу, що здійснюються в місті відповідно власним населенням міста H_g , яке бере участь в пересуваннях на мережі міських шляхів сполучення $H_{г.п.}$ і приїжджими з інших міст $H_{р.р.}$.

Абсолютна рухливість є фактичною реалізованою рухливістю, яка може бути визначена натурними обстеженнями дорожнього руху в загальноміському, порайонному або зональному розрізі (для центральної, серединної і периферійної зон міста).

Загальною рухливістю називають кількість пересувань на мережі міських шляхів сполучення в одиницю часу (рік, добу, годину) всіма групами населення, що бере участь в пересуваннях, віднесене до кількості жителів H , прописаних в адміністративних межах міста [11]:

$$p_0 = \frac{(A_g + A_{г.п.} + A_{г.г.})}{H} = A_0 / H, \quad (1.7)$$

де $A_0 = A_g + A_{г.п.} + A_{г.г.}$ - загальна кількість пересувань на мережі міських шляхів сполучення за розрахунковий проміжок часу.

Загальна рухливість - розрахункова характеристика, яка не визначає фактичні пересування жителів міста. Її використовують лише для розрахунків міських шляхів сполучення.

Пересування на мережах міських шляхів сполучення здійснюються частиною пішки по пішохідних шляхах і частиною на масовому (МПТ) або індивідуальному (ІПТ) пасажирському транспорті. Відповідно до цього загальну рухливість p_0 ділять на пішохідну і транспортну, а транспортну - на рухливість МПТ і рухливість ІПТ:

$$p_0 = \frac{A_0}{H} = \frac{(A_{\text{пеш}} + A_{\text{тр}})}{H} = p_{\text{пеш}} + p_{\text{тр}}, \quad (1.8)$$

$$p_{\text{тр}} = \frac{A_{\text{тр}}}{H} = \frac{(A_{\text{МПТ}} + A_{\text{ИПТ}})}{H} = p_{\text{МПТ}} + p_{\text{ИПТ}}, \quad (1.9)$$

де $A_{\text{пеш}}$, $A_{\text{тр}}$ - кількість пішохідних та транспортних пересувань, що припадають на одного жителя міста в рік;

$A_{\text{МПТ}}$, $A_{\text{ИПТ}}$ - кількість транспортних пересувань, що здійснюються з використанням МПТ і ИПТ (в розрахунку на одного жителя в рік);

$p_{\text{пеш}}$, $p_{\text{тр}}$, $p_{\text{МПТ}}$ і $p_{\text{ИПТ}}$ - рухливість відповідно пішохідна, загальна транспортна, МПТ і ИПТ.

Транспортна рухливість, що включає тільки повні поїздки, тобто від місця посадки до мети поїздки, називається мережевою транспортною рухливістю. Така рухливість не враховує пересадки в межах одного виду транспорту або з одного виду транспорту на інший. Якщо враховуються поїздки тільки в межах одного маршруту і кожна поїздка з однією пересадкою вважається за дві, а з двома - за три, то така рухливість називається маршрутною.

Зазвичай в звітно-статистичних даних вказують маршрутні поїздки, тому підрахована за ним транспортна рухливість буде маршрутною.

Слід зазначити, що транспортну рухливість $p_{\text{тр}}$ в (1.8) і (1.9) визначають як кількість пересувань в рік на одного мешканця, які здійснюються з використанням транспортних засобів. Вона чисельно дорівнює кількості мережевих поїздок населення в місті за аналізований період. Це слід пам'ятати, так як при обстеженнях і за звітними даними визначають обсяг пересувань в маршрутних поїздках. Рухливість в маршрутних поїздках може набагато перевищувати розраховану в мережевих:

$$p_{\text{МПТ (м)}} = p_{\text{тр}} \cdot k_{\text{пер}}, \quad (1.10)$$

де $k_{\text{пер}}$ - середній коефіцієнт пересадочності в мережевих поїздках.

Поїздки конкретного пасажирів носять цілком певний характер. Однак транспортні пересування (як прояв масової поведінки великого числа пасажирів) можна вважати статистичними явищем, тобто вони можуть бути описані лише з певною ймовірністю. Тому характеристики потреби в пересуваннях є випадковими величинами. При відсутності конкретних даних використовують укрупнені нормативи.

Транспортна рухливість має великі межі коливань. Вона змінюється в залежності від величини міста, його планування, забезпеченості міста транспортними засобами та інших факторів. Зазвичай в якості узагальнюючого показника при аналізі транспортної рухливості приймають чисельність населення міста, а вплив інших факторів враховується допустимими межами коливання цього показника.

Транспортні пересування вивчають в розрізі видів транспорту, цілей і часу здійснення поїздки. Залежно від цілей розглядають поїздки:

- трудові - на роботу і з роботи, ці пересування найбільш стійкі і в містах становлять 50 - 60% поїздок на маршрутах МПТ;
- навчальні - поїздки учнів до навчальних закладів і назад, також мають стійкий характер з перервами на час канікул;
- культурно-побутові - поїздки по різних особистим і побутовим потребам громадян, які є епізодичними і суттєво залежать від доходів, соціального статусу, роду занять і віку пасажирів;
- службові, що здійснюються в робочий час пасажирів в зв'язку з виробничою необхідністю.

Трудові та навчальні поїздки складають до 3/4 від загального числа поїздок. Частка поїздок по різних цілях змінюється в залежності від розвитку і складу містоутворюючі бази, наближення її об'єктів до місць проживання трудящих.

Потреба в поїздках закономірно змінюється по періодах доби,

досягаючи максимуму в години пік. Годинами пік називають періоди часу, протягом яких провізні можливості транспортної системи використовуються в максимальному ступені. У години пік відбуваються переважно трудові та навчальні поїздки. За інтенсивністю попиту на транспортне обслуговування виділяють такі характерні періоди: початковий (з початку руху до 7 год.); ранковий пік (7 ... 9 год.); міжпіковий період (9 ... 17 год.); вечірній пік (17 ... 20 год.); заключний (з 20 год. до закінчення руху) [10-14].

Неправильно приймати однакову норму рухливості населення для різних міст в різних топографічних, кліматичних і особливо соціально-економічних умовах. Не кажучи про величину населення і території міста, яка впливає на рухливість населення, слід врахувати ще вплив ряду факторів, сюди відносяться в основному [11]:

- віковий склад населення;
- соціальний склад населення;
- наявність великої кількості проїжджих;
- культурний рівень населення;
- матеріальний добробут населення;
- форма, розмір і характер планування міста;
- житлова забезпеченість населення;
- якість роботи транспортних засобів.

Залежність рухливості населення від загальної його кількості пояснюється трьома чинниками [12].

Абсолютна кількість переміщень у жителів великого міста більше, ніж у жителів малого міста. Жителі невеликих міст більше сидять вдома, так як в таких містах менше об'єктів культурного відпочинку, розваг тощо. Тяга до великих міст пояснюється саме тим, що в них сконцентровані найкращі театри, кіно, бібліотеки, стадіони та інші блага культури, які є недоступними для малого міста за обсягами та досконалістю.

Відстані переміщень. Так як відстані переміщень в малому місті менше, то велика частина переміщень в ньому відбувається пішки. Частка ж поїздок

на механічному транспорті, навіть при найкращому його розвитку, в загальній кількості пересувань менше, ніж у великому місті.

Якість роботи перевізних засобів, які в малому місті зазвичай отримують менший розвиток.

Перераховані вище фактори росту рухливості населення справедливі відносно малих і середніх міст, а для великих міст відіграють меншу роль. Основні фактори, що впливають на підвищення рухливості великих міст, такі:

- збільшення матеріального добробуту населення;
- підвищення культурних потреб;
- поліпшення кількості та якості засобів сполучення, введення нових видів транспорту, підвищення швидкості руху, розвиток вулично-дорожньої мережі тощо.

Слід зазначити, що розвиток великих міст створює і такі чинники, які викликають відоме зменшення рухливості. В першу чергу в цьому напрямку діє зростаюче житлове будівництво, можливість змінити квартиру, селитися поблизу від місця роботи. Відому роль грає і будівництво торгових центрів, кінотеатрів, стадіонів в районних центрах.

Для великих міст також необхідно врахувати великий відсоток приміських пасажирів. Всяке велике місто в своєму зростанні і зростання своєї промисловості залучає в свою орбіту приміські селища. Приміські пасажир дають додаткове навантаження міського транспорту. Ймовірно, що з ростом житлового будівництва кількість приміських жителів, які щодня прибувають в місто, трохи зменшиться, але збільшиться число дачних і екскурсійних поїздок.

1.4 Висновки за розділом 1

1. Наведена характеристика розвитку та сучасного стану транспортного забезпечення міста Вінниці. Визначена поступова зміна міської транспортної мережі починаючи з 2012 року. Зосереджена увага на поточному стані розвитку міських пасажирських перевезень та зазначено, що

місто повинно розвиватися за європейськими принципами і розкрити весь наявний потенціал, в тому числі транспортний. Адже ефективне функціонування транспортної системи є важливим компонентом, який впливає на якість життя, оскільки вона підвищує доступність та розширює можливості взаємодії людей. Саме до такої моделі прагне Вінниця в рамках основних принципів Концепції інтегрованого розвитку до 2030 року.

Розглянута модель, яка показує основні просторові трансформації міста. Відповідно до неї, місто складається з сітки полі- та монофункціональних центрів, які впливають на рухливість населення та формування пасажиропотоків. Забезпечення високого рівня мобільності повинно виконуватися з урахуванням збереження екологічної обстановки.

2. Проаналізована робота приватного підприємства «Демченко» в системі міських пасажирських перевезень. Визначена важлива роль в системі пасажирських перевезень приватних перевізників. На 2024 рік у місті налічується 223 маршрутки приватних перевізників, з яких 209 регулярно виходять на маршрути. Одним з таких підприємств є ПП «Демченко». Підприємство здійснює пасажирські перевезення міського та приміського сполучення, має понад 20 різних за пасажиромісткістю автобусів. Чисельність персоналу – 32 робітника.

Побудована схема, яка характеризує всіх учасників транспортного процесу в системі МПТ. Виокремлена діяльність такого основного суб'єкту, як комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія».

3. Охарактеризовані основні показники міських пасажирських перевезень. Рухливість населення служить найбільш загальною характеристикою потреби в пересуваннях. Транспортна рухливість реалізується за допомогою транспортних засобів або конкретного пасажирів носить випадковий характер. Однак транспортні пересування як прояв масової поведінки великого числа пасажирів можна вважати статистичними явищем, тобто вони можуть бути описані лише з певною ймовірністю. Тому характеристики потреби в пересуваннях є випадковими величинами.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЬКОГО МАРШРУТУ ТА МОНІТОРИНГ ПАСАЖИРОПОТОКІВ

2.1 Характеристика маршруту «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мкр. Вишенька» місто Вінниця

Міський маршрут сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мкр. Вишенька» проходить з району Вінницького підшипникового заводу, через центральну частину міста в мікрорайон «Вишенька». Схема руху маршруту наведена на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема руху маршруту

У таблиці 2.1 наведено загальну характеристику маршруту.

Таблиця 2.1 - Характеристика маршруту

№	Параметр маршруту	Значення
1	Початкова зупинка	Вінницяоблводоканал
2	Кінцева зупинка	мкр. Вишенька
3	Вид маршруту	Маятниковий
4	Довжина маршруту по дорозі, км	10,01
5	Довжина маршруту по повітряній лінії, км	7,26
6	Коефіцієнт непрямолінійності маршруту	1,38
7	Кількість перегонів маршруту у прямому напрямку	21

Продовження таблиці 2.1

№	Параметр маршруту	Значення
8	Кількість перегонів маршрута у зворотному напрямку	21
9	Середня довжина перегону у прямому напрямку, км	0,47
10	Середня довжина перегону у зворотному напрямку, км	0,48

Автобусний рух здійснюється за наступними вулицями міста: Київська – Чорновола – Театральна – Соборна – Пирогова – Келецька. На шляху руху по маршруту «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мкр. Вишенька» розташовано багато пунктів тяжіння до яких можуть слідувати пасажери. Це великі торгівельні та розважальні центри, магазини, зоопарк. На шляху проходження розташований Вінницький міський суд. В зоні тяжіння маршруту є освітянські заклади, такі як Вінницький національний медичний університет та корпуси Вінницького національного технічного університету, також є школа №29. Вздовж маршруту розташовані міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги та лікарня ім. Пирогова.

Культурно-побутові поїздки можуть здійснюватися завдяки розташуванню впродовж маршруту Центрального міського парку та Європейської площі. Кінцевий пункт маршруту знаходиться в активно розвиненому мікрорайоні «Вишенька». Саме там, розташований проспект Юності та Космонавтів, де покращується зона відпочинку для мешканців, активно будуються різні житлові будинки та функціонує багато дошкільних та шкільних освітянських об'єктів. В свій час у напрямку «Київська – Вишенька» перевантаження пасажирського транспорту у часи-пік спостерігаються на зупинках «Грибосєдова», «2-а міська лікарня», «Меблевий комбінат» та «Чорновола».

Нижче проаналізована інформація про обстеження пасажиропотоків на досліджуваному маршруті. Виявлення пасажиропотоків і обстеження роботи автобусів на міських маршрутах є трудомісткими задачами і вимагають, як

правило, залучення великої кількості обліковців, якими можуть бути учні старших класів, студенти коледжів і вузів. Крім того, обробка даних, зібраних в результаті обстежень, вимагає значного часу, і в підсумку ці дані відображають характер зміни пасажиропотоків за минулий період [13].

Традиційно для обстеження пасажиропотоків на міських маршрутах використовуються наступні методи: анкетний; звітно-статистичний; натурний; автоматизований. Нижче проаналізовані натурні методи обстеження пасажиропотоків, які реалізуються талонними, табличними, візуальними, силуетними і опитувальними методами.

Талонний метод обстеження пасажиропотоків дозволяє мати інформацію про потужності пасажиропотоку по довжині маршруту і часу доби, про пасажирообмін зупиночних пунктів, кореспонденції пасажирів, наповненість рухомого складу. В процесі обстеження обліковці на кожній зупинці, починаючи з кінцевої, видають всім увійшов пасажирам талони, попередньо зазначивши номер зупинки, на якій увійшов пасажир. Для кожного напрямку руху застосовуються свої талони, як правило, різних кольорів. При виході пасажирів здають талони, а обліковці відзначають номер зупинки, на якій пасажир вийшов. При пересадці пасажирів надривають відповідний напис на талоні. На кінцевих зупинках обліковці здають контролеру використані талони за конкретний рейс і отримують нові.

Табличний метод обстеження проводиться обліковцями, які розташовуються усередині автобуса біля кожних дверей. Обліковці забезпечуються таблицями обстеження, в яких, крім даних по автобусу, його виходу і зміні, вказуються номери рейсів в прямому і зворотному напрямках, час їх відправлення та пункти зупинки. По кожному зупинному пункту рейсу обліковці заносять в відповідні графи число пасажирів, які ввійшли і вийшли, а потім підраховують наповнення на перегонах маршруту. Облік і реєстрація пасажирів ведуться роздільно кожним обліковцем, а обробка отриманих даних - спільно.

Візуальний, або окомірний метод обстеження служить для збору даних

з пунктів зупинок зі значним пасажирообміном. Обліковці візуально визначають наповнення автобусів по умовно прийнятій бальній системі, потім ці відомості заносять в спеціальні таблиці. Наприклад, 1 бал присвоюється, коли в салоні автобуса є вільні місця для проїзду сидячи; 2 бали - коли всі місця для проїзду сидячи зайняті; 3 бали - коли пасажирів стоять вільно в проходах і накопичувальних майданчиках; 4 бали - коли номінальна місткість використана повністю і 5 балів - коли автобус переповнений і частина пасажирів залишається на зупинці. Бали в таблицю заносять відповідно марці і моделі автобуса. Знаючи число місць для проїзду сидячи і місткість конкретної марки і моделі автобуса, можна від балів перейти до числа пасажирів, які переміщуються. Візуальним методом в бальній оцінці наповнення можуть користуватися водії чи кондуктори автобусів, яким видається облікова таблиця. Після закінчення зміни таблиці здають лінійним диспетчерам і в відділі експлуатації їх зводять в підсумкову. Цей метод частіше застосовується при вибіркового обстеженні.

Силуетний метод є різновидом візуального із такими ж сферами використання. Замість бальної оцінки наповнення автобусів застосовується набір силуетів за типами автобусів, які перебувають постійно у обліковців. Підбирають номер силуету, що співпадає з наповненням автобуса і заносять в таблицю. Кожному силуету відповідає певне число пасажирів, які переміщуються.

Опитувальний метод обстеження пасажиропотоків передбачає використання обліковців, які, перебуваючи в салоні автобуса, опитують вхідних пасажирів про пункт виходу, призначення, пересадки, мети поїздки і фіксують цю інформацію. Цей метод дозволяє отримувати дані про кореспонденції пасажирів, що допомагає коригувати маршрути і розробляти організаційні заходи щодо зменшення часу пересадки пасажирів.

На маршруті сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – Вишенька» місто Вінниця застосовувався табличний метод обстеження пасажирських потоків. Спостерігачі в салоні автобусу заповнювали

спеціально розроблені таблиці з зазначенням зупинних пунктів, кількості вхідних і вихідних пасажирів та часові періоди.

Значення пасажиропотоків за годинами доби в прямому та зворотному напрямках, які були отримані після проведення обстеження на маршруті представлені в таблицях 2.2 і 2.3 відповідно.

Таблиця 2.2 - Розподіл пасажиропотоку за часом доби (у прямому напрямку)

Час доби	Перевезено пасажирів	
	кількість пасажирів	відсоток за добу, %
06—07	0	0,00
07—08	210	13,83
08—09	128	8,43
09—10	170	11,20
10—11	157	10,34
11—12	43	2,83
12—13	76	5,01
13—14	122	8,04
14—15	87	5,73
15—16	167	11,00
16—17	95	6,26
17—18	109	7,18
18—19	154	10,14
Усього	1518	100

Результати спостережень оброблялися за допомогою спеціального програмного забезпечення, розробленого для розрахунку показників транспортного процесу на міській маршрутній мережі. Візуалізація зміни пасажиропотоків за часом доби та за напрямками руху наведена на

рисунку 2.2.

Таблиця 2.3 - Розподіл пасажиропотоку за часом доби (у зворотному напрямку)

Час доби	Перевезено пасажирів	
	кількість пасажирів	відсоток за добу, %
06—07	12	0,89
07—08	106	7,82
08—09	233	17,20
09—10	89	6,57
10—11	70	5,17
11—12	87	6,42
12—13	48	3,54
13—14	87	6,42
14—15	123	9,08
15—16	45	3,32
16—17	202	14,91
17—18	151	11,14
18—19	102	7,53
Усього	1355	100

Діаграма зміни годинного пасажиропотоку показує його максимальне значення в ранковий період з 7⁰⁰ до 9⁰⁰ та вечірній період з 15⁰⁰ до 19⁰⁰. Така тенденція характерна для прямого та зворотного напрямків руху. Коливання пасажирських потоків пов'язані з початком і закінчення роботи різних підприємств та учбових закладів, куди переміщуються потенційні пасажир.

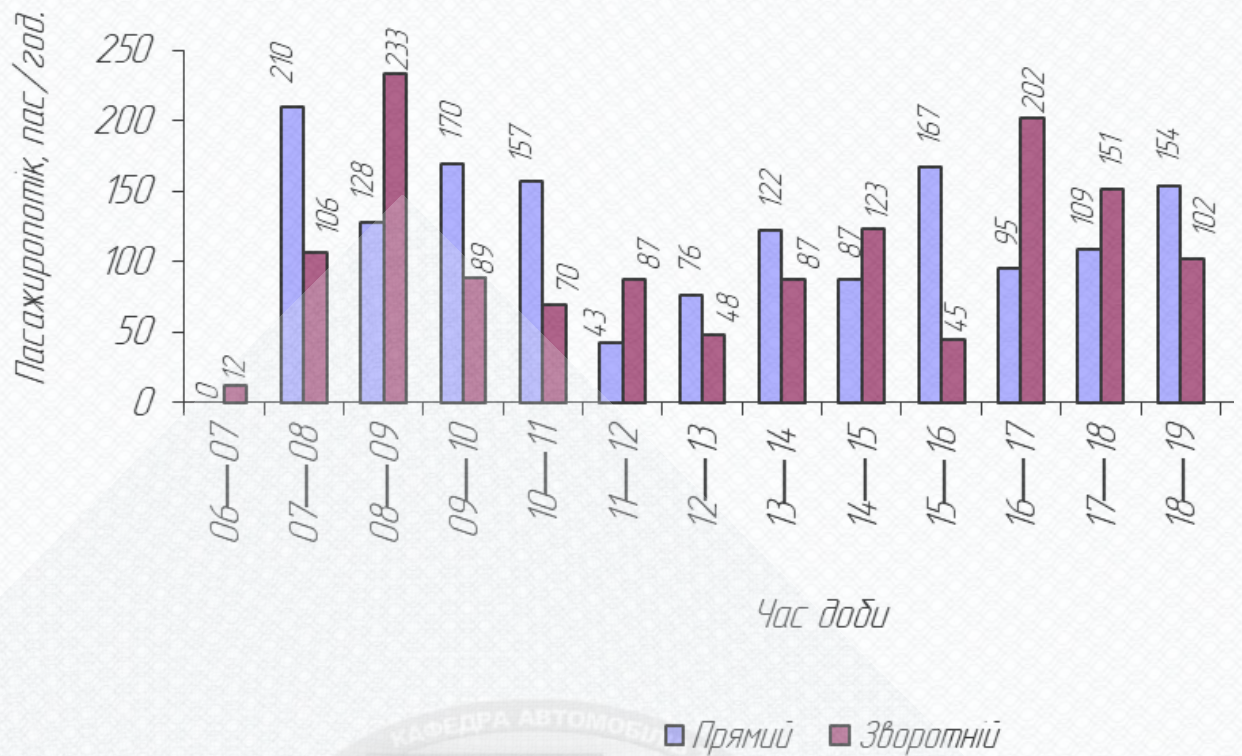


Рисунок 2.2 – Пасажиропотоки за годинами доби та напрямками на міському автобусному маршруті

Пасажиропотоки мають коливання за годинами доби, днями тижня, сезонами року, а також за напрямками руху та довжиною маршруту. Вони мають змінний характер, як на окремому автобусному маршруті так і по місту в цілому. Тому, необхідним є систематичне вивчення значень пасажиропотоків. Такі задачі повинна виконувати служба експлуатації на пасажирському автомобільному транспорті.

Нижче представлений розрахунок коефіцієнту нерівномірності перевезень:

$$\eta_n = \frac{Q_{год}}{Q_{max}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{год}$ –пасажирський потік за певний часовий період, пас.;

Q_{max} –максимальний пасажиропотік, пас.

Середньостатистичними є наступні значення коефіцієнту нерівномірності пасажиропотоків за сезонами року (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 - Коефіцієнти нерівномірності пасажиропотоків за сезонами року

Сезони року	Зима	Весна	Літо	Осінь
Коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоків	0,85	1,0	0,75	1,0

Також, характер розподілу пасажиропотоків на міській транспортній мережі залежить від рухливості населення, аналіз якої проведений у розділі 1.

2.2 Моніторинг пасажирообігу зупинних пунктів досліджуваного маршруту

Проаналізований пасажирообіг зупинних пунктів на маршруті сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мкр. Вишенька» місто Вінниця. В таблиці 2.5 наведений перелік зупиночних пунктів маршруту та відстані між ними.

Таблиця 2.5 – Зупиночні пункти маршруту

№	Зупинки (прямий напрямок)	Відстань, км	№	Зупинки (зворотній напрямок)	Відстань, км
1	Вінницяоблводоканал	0.49	1	вул. Миколи Ващука	0.32
2	вул. Сергія Зулінського	0.40	2	вул. Воїнів- Інтернаціоналістів	0.53
3	Меморіал визволення	0.40	3	пр. Юності	0.59
4	Школа-колеж №29	0.38	4	пр. Космонавтів	0.41
5	вул. Станіславського	0.56	5	вул. 600-річчя	0.54
6	вул. Гонти	0.34	6	вул. Лялі Ратушної	0.36
7	вул. Грибоедова	0.34	7	вул. Шевченка	0.73
8	МКЛ ШМД	0.61	8	ринок "Урожай"	0.47
9	вул. В'ячеслава Чорновола	0.31	9	Лікарня ім. Пирогова	0.30

Продовження таблиці 2.5

№	Зупинки (прямий напрямок)	Відстань, км	№	Зупинки (зворотній напрямок)	Відстань, км
10	вул. Жуковського	0.99	10	вул. Валентина Отамановського	0.73
11	вул. Грушевського	0.38	11	Майдан Небесної Сотні	0.20
12	Майдан Небесної Сотні	0.54	12	вул. Грушевського	1.15
13	вул. Валентина Отамановського	0.27	13	вул. В'ячеслава Чорновола	0.39
14	Лікарня ім. Пирогова	0.64	14	вул. Стрілецька	0.47
15	Медичний університет	0.48	15	МКЛ ШМД	0.29
16	вул. Шевченка	0.47	16	вул. Грибоєдова	0.33
17	вул. Лялі Ратушної	0.59	17	вул. Гонти	0.54
18	вул. 600-річчя	0.48	18	вул. Станіславського	0.34
19	пр. Космонавтів	0.56	19	Школа-колеж №29	0.38
20	пр. Юності	0.48	20	Меморіал визволення	0.50
21	вул. Воїнів- Інтернаціоналістів	0.24	21	вул. Сергія Зулінського	0.43
22	мкр. Вишенька		22	Вінницяоблводоканал	

На маршруті руху розташовані 22 зупиночних пункти. Відстань між ними в середньому складає 0,48 км. Нижче виконаний аналіз пасажиропотоку та пасажирообігу для зупиночних пунктів за різними напрямками руху (таблиці 2.6 та 2.7).

Дослідження пасажирообігу зупинних пунктів на автобусному маршруті необхідне для того, щоб визначити завантаження кожної зупинки, оптимізувати маршрут і графік руху, планувати інфраструктурні зміни, поліпшити комфорт і безпеку пасажирів, обґрунтувати фінансування та підтримку маршруту, забезпечити рівномірне транспортне обслуговування.

Таблиця 2.6 – Пасажиропотік і пасажирообіг за прямим напрямком

№	Зупинки (прямий напрямок)	Зайшли, пас.	Вийшли, пас.	Пас.- обіг зупинки, пас.	Пас.- потік сум., пас.	Пас.- потік макс., пас.
1	Вінницяоблводоканал	89	0	89	89	23
2	вул. Сергія Зулінського	20	0	20	109	23
3	Меморіал визволення	314	0	314	423	27
4	Школа-колеж №29	125	0	125	548	33
5	вул. Станіславського	137	4	141	681	38
6	вул. Гонти	67	4	71	744	41
7	вул. Грибоєдова	97	11	108	830	44
8	МКЛ ШМД	213	15	228	1028	47
9	вул. В'ячеслава Чорновола	156	17	173	1150	48
10	вул. Жуковського	31	30	61	1151	48
11	вул. Грушевського	73	185	258	1039	44
12	Майдан Небесної Сотні	32	66	98	1005	44
13	вул. Валентина Отамановського	25	103	128	927	44
14	Лікарня ім. Пирогова	37	136	173	828	43
15	Медичний університет	53	172	225	709	38
16	вул. Шевченка	19	42	61	662	35
17	вул. Лялі Ратушної	13	44	57	631	32
18	вул. 600-річчя	10	168	178	473	24
19	пр. Космонавтів	3	146	149	330	21
20	пр. Юності	4	139	143	195	10
21	вул. Воїнів- Інтернаціоналістів	0	89	89	106	9
22	мкр. Вишенька	0	106	106	0	0

Таблиця 2.7 - Пасажиропотік і пасажирообіг в зворотному напрямку

№	Зупинки (прямий напрямок)	Зайшли, пас.	Вийшли, пас.	Пас.- обіг зупинки, пас.	Пас.- потік сум., пас.	Пас.- потік макс., пас.
1	мкр. Вишенька	176	0	176	176	16
2	вул. Воїнів- Інтернаціоналістів	82	0	82	258	19
3	пр. Юності	179	0	179	437	25
4	пр. Космонавтів	115	6	121	546	32
5	вул. 600-річчя	139	11	150	658	41
6	вул. Лялі Ратушної	46	11	57	693	42
7	вул. Шевченка	39	5	44	727	43
8	ринок "Урожай"	179	75	254	831	40
9	Лікарня ім. Пирогова	68	29	97	870	40
10	вул. Валентина Отамановського	45	29	74	886	41
11	Майдан Небесної Сотні	140	80	220	946	46
12	вул. Грушевського	45	32	77	959	46
13	вул. В'ячеслава Чорновола	26	112	138	873	45
14	вул. Стрілецька	29	138	167	764	39
15	МКЛ ШМД	29	180	209	613	32
16	вул. Грибоєдова	3	73	76	543	27
17	вул. Гонти	7	74	81	476	23
18	вул. Станіславського	2	103	105	375	21
19	Школа-колеж №29	1	104	105	272	17
20	Меморіал визволення	5	209	214	68	8
21	вул. Сергія Зулінського	0	15	15	53	7
22	Вінницяоблводоканал	0	53	53	0	0

Слід відзначити, що найбільш завантаженим перегоним в прямому напрямку є Меморіал визволення. Також, значний пасажирообіг спостерігається на зупинках вул. вул. Грушевського, міська клінічна лікарня швидкої медичної допомоги, Медичний університет. Пасажирообіг зупинних пунктів в прямому напрямку представлений на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Пасажирообіг зупинних пунктів в прямому напрямку

Менш завантаженими зупинками є вул. Сергія Зулінського, вул. Жуковського, вул. Лялі Ратушної, вул. Шевченка.

Наявний пасажирообіг зупиночних пунктів в зворотному напрямку наведений на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Пасажирообіг зупиночних пунктів в зворотному напрямку

Найбільш завантаженими перегонами в зворотному напрямку є вул. Миколи Ващука, ринок «Урожай», лікарня ім. Пирогова, МКЛ ШМД та

Меморіал визволення. За зазначеними пунктами, автобус робить зупинки набагато частіше ніж на інших зупинках. Найменша кількість зупинок буде здійснена по вул. Шевченка, вул. Лялі Ратушної та вул. Сергія Зулінського.

Для зупинних пунктів маршруту на рисунках 2.5 та 2.6 наведені максимальний і середній пасажиропотоки.



1-Вінницяоблводоканал; 2-вул. Сергія Зулінського; 3-Меморіал визволення; 4-Школа-коледж №29; 5-вул. Станіславського; 6-вул. Гонти; 7-вул. Грибоедова; 8-МКЛ ШМД; 9-вул. В'ячеслава Чорновола; 10-вул. Жуковського; 11-вул. Грушевського; 12-Майдан Небесної Сотні; 13-вул. Валентина Отамановського; 14-Лікарня ім. Пирогова; 15-Медичний університет; 16-вул. Шевченка; 17-вул. Лялі Ратушної; 18-вул. 600-річчя; 19-пр. Космонавтів; 20-пр. Юності; 21-вул. Воїнів-Інтернаціоналістів; 22 - мкр. Вишенька

Рисунок 2.5 – Пасажиропотоки зупинних пунктів в прямому напрямку



1- мкр. Вишенька 2-вул. Воїнів-Інтернаціоналістів; 3-пр. Юності; 4-пр. Космонавтів; 5-вул. 600-річчя; 6-вул. Лялі Ратушної; 7-вул. Шевченка; 8-ринок "Урожай"; 9-Лікарня ім. Пирогова; 10-вул. Валентина Отамановського; 11-Майдан Небесної Сотні; 12-вул. Грушевського; 13-вул. В'ячеслава Чорновола; 14-вул. Стрілецька; 15-МКЛ ШМД; 16-вул. Грибоедова; 17-вул. Гонти; 18-вул. Станіславського; 19-Школа-коледж №29; 20-Меморіал визволення; 21-вул. Сергія Зулінського; 22-Вінницяоблводоканал;

Рисунок 2.6 – Пасажиропотоки зупинних пунктів в зворотному напрямку

Їх значення характеризують завантаження автобусів за різними перегонами маршруту. Слід відзначити, що більшість зупинних пунктів мають відносно високий рівень завантаження на маршруті. На графіках зображений максимально можливий та середній пасажиропотоки на зупинних пунктах. В прямому напрямку максимальний пасажиропотік складає 48, а у зворотному 45 пасажирів.

2.3 Автоматизовані системи моніторингу пасажиропотоків

Застосування традиційних методів вивчення пасажиропотоків по ряду причин не дозволяє отримати якісний результат. Основними недоліками є: неможливість залучення для обстежень великого числа обліковців; значні витрати на оплату праці обліковців і осіб, які здійснюють оцифровку отриманих даних. У зв'язку з цим розробляються і впроваджуються автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків, щоб забезпечити отримання інформації в обробленому вигляді без залучення великої кількості людей, а також здешевити процедуру обстеження пасажиропотоків.

В даний пропонується велика кількість різних систем обліку пасажирських потоків вітчизняного і зарубіжного виробництва. Для моніторингу пасажирських потоків найважливішу роль грає не стільки система управління збором, обробкою і передачею інформації, скільки тип датчиків, які застосовуються для реєстрації пасажирів. За принципом дії розрізняють контактні і безконтактні датчики (рисунок 2.7).

Застосовуються контактні датчики двох типів: поворотні (для обліковців) і типу «сходінка». Із стрімким розвитком інформаційних технологій найбільшого поширення набули безконтактні датчики. За технологічною ознакою вони бувають наступних видів: світлові, лазерні, інфрачервоні, фотореєстрації, відеореєстрації, теплові.

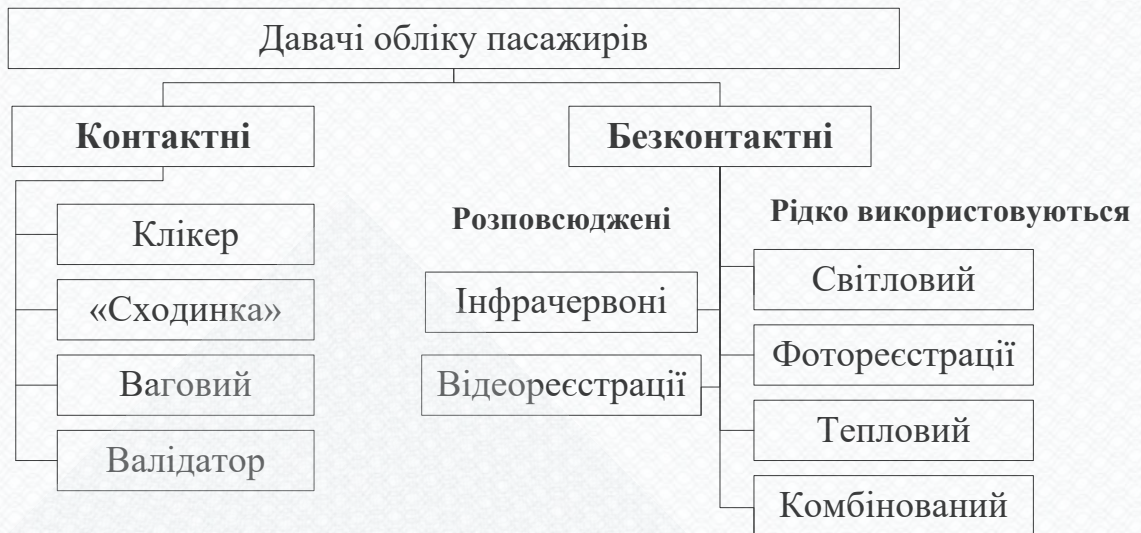


Рисунок 2.7 - Класифікація датчиків обліку числа пасажирів

Ручні лічильники (клікери) бувають з механічним приводом і електронні. Їх принцип дії заснований на фіксації чисел шляхом натискання пальцем на клавішу лічильника. Приклади пропонованих на ринку механічних і вироблених в Японії електронних клікерів представлені на рисунку 2.8.

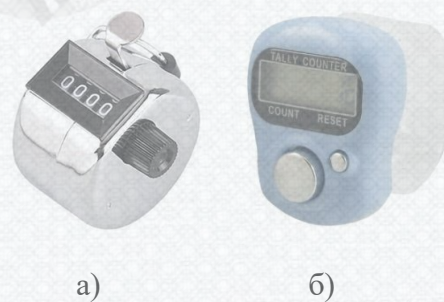


Рисунок 2.8 - Приклади клікерів: а) механічних, б) електронних

За кордоном клікери поширені при обліку числа перевезених пасажирів. При роботі обліковець має в кожній руці по одному приладу. Одним клікером він враховує вхідних пасажирів, а іншим тих, які виходять. Цей метод доцільно використовувати для обліку числа пасажирів, що проїхали за 1 рейс або цілий день роботи транспорту. Можливо також враховувати вхідних та вихідних пасажирів постанововчо, проте в цьому

випадку реєстрацію результатів слід здійснювати на заздалегідь підготовлених бланках обліку. В останньому випадку клікери використовуються як елемент табличного методу підрахунку числа пасажирів для зниження психологічного навантаження обліковця і зменшення впливу особливостей його пам'яті на результати обстежень.

Похибка результатів обстежень залежить, в основному, від людського фактора і може становити 3 ... 30%. Дана система обліку не дозволяє автоматично фіксувати пункти зупинки, координати і час, реєстрації пасажирів.

Контактний датчик типу «Сходінка» (рисунок 2.9) був розроблений за часів Радянського Союзу (близько 40 років тому). Переважне поширення ці датчики отримали на автобусах ПАЗ, «Богдан», «Газель».

Принцип обліку пасажирів заснований на замиканні контактів пластини, що розташовується під гумовим настилом на першому місці автобуса. Датчик може підключатися як до локальної бортової системи, так і використовуватися в комплекті з бортовим терміналом GPS / GLONASS моніторингу.

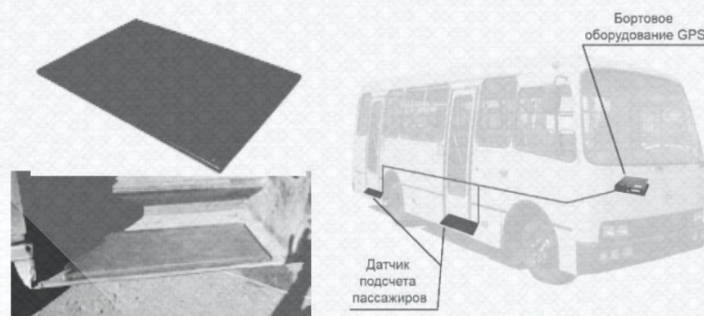


Рисунок 2.9 - Розташування обладнання комплексу «Сходінка» на транспортному засобі

Датчик «Сходінка» призначається для підрахунку тільки вхідних або вихідних в один ряд пасажирів. При цьому він повинен розташовуватися так, щоб пасажирів не мали можливості на ньому стояти. Тобто він застосовується

на автобусах з вузькими дверима і короткими ступенями, що характерно для автобусів приміського та міжміського сполучення, а також тролейбусів старого зразка. Облік вхідних і вихідних пасажирів можливий при розташуванні двох датчиків на щаблях при наявності програмного забезпечення, що дозволяє ідентифікувати послідовність замикання контактів на обох датчиках. Для виключення помилкових спрацьовувань аналіз натискань проводиться тільки при відкритих дверях. Похибка пристрою визначається виходячи з особливостей добового завантаження транспортного засобу і становить 5-7%.

Датчик для визначення загальної маси транспортного засобу (такі датчики називають ваговими) дозволяє визначати число пасажирів в салоні транспортного засобу розрахунковим способом. Принцип його роботи полягає у фіксуванні загальної ваги транспортного засобу. Перед початком роботи здійснюється тарировка приладу без наявності пасажирів в салоні автобуса (визначається маса порожнього транспортного засобу). Середня розрахункова маса тіла одного пасажирів приймається 70 кг. На основі цих даних і свідчень від датчиків розраховується число пасажирів в салоні. Датчиками постачають підвіску кожного з коліс транспортного засобу. Підключаються вони як до локальних, так і до мережевих рахункових пристроїв. Приклади датчиків представлені на рисунку 2.10.

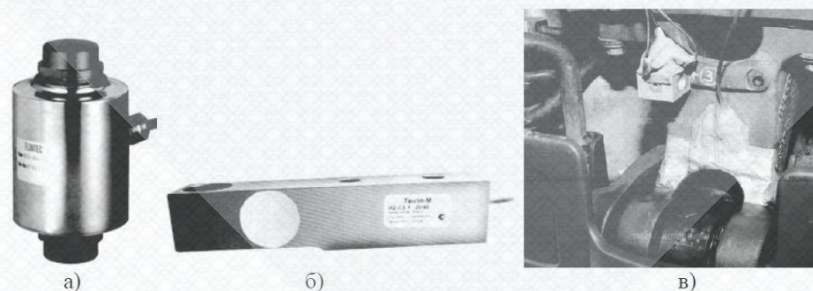


Рисунок 2.5 - Датчики, що вимірюють масу:

а) натискного типу, б) балочного типу, в) приклад розміщення тензометра на опорі кабіни транспортного засобу

Масового поширення на пасажирському автомобільному транспорті ці датчики не отримали. Оскільки пасажиропотік вони визначають за непрямыми показниками, похибка досягає від 20% до 50%, при цьому визначити величину вхідних і вихідних пасажирів вони не в змозі.

Валідатор - пристрій для контролю і обліку проїзних документів, виконаних на електронних носіях. На пасажирському транспорті в даний час поширені різні системи з використанням магнітних карт і RFID-технологій. Останні відносяться до безконтактним засобів оплати проїзду, але працюють на малих відстанях (до 50 мм), для зчитування і запису інформації на проїзному документі. Число пасажирів визначається шляхом підрахунку числа активацій їх проїзних документів. Контроль проїзного документа здійснюється з використанням стаціонарного або переносного пристрою, що зчитує - валідатора (рисунок 2.11).

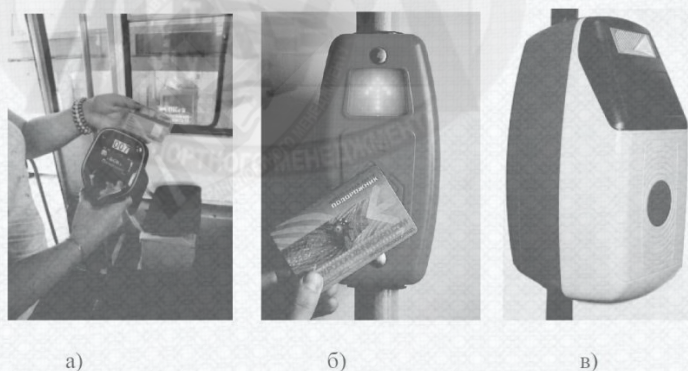


Рисунок 2.11 - Валідатори: а - ручний; б, в - стаціонарні

До недоліку використання валідаторів слід віднести реєстрацію тільки пасажирів, які увійшли. Така технологія прийнята з урахуванням відсутності тарифних зон на міських маршрутах, що не вимагає повторної перевірки проїзного документа при виході пасажирів з транспортного засобу. Крім того, такі термінали повинні використовуватися на всіх транспортних засобах міста при єдиній системі оплати проїзду.

Безконтактні датчики засновані на використанні методів визначення наявності пасажирів, які не потребують безпосереднього контакту з тілом

людини. Сигналом наявності пасажирів служить переривання або відображення різного роду променів, які направляються на місце передбачуваного наявності людини.

Інфрачервоні датчики зустрічаються трьох типів: променевий, пасивний, активний двопроменевий, активний багатопроменевий, 3D.

Найбільш поширені інфрачервоні датчики з випромінювачем і приймачем вітчизняного виробництва систем Автограф і СКП-0371. Принцип роботи заснований на підрахунку переривань потоку інфрачервоного випромінювання при перетині променю пасажирів, що входять в транспортний засіб або виходять з нього. Підрахунок пасажирів і запам'ятовування даних ведеться по інтервалах часу. При цьому в пам'ять лічильника записується сумарна кількість пасажирів за встановлений інтервал із зазначенням дати і часу. Приклади таких датчиків наведені на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12 - Зовнішній вигляд інфрачервоних датчиків

Такі системи не дозволяють визначати точне число вхідних і вихідних пасажирів на кожному зупиночному пункті. Ці датчики можуть давати похибку до 50%, оскільки не враховуються пасажирів, що входять щільним потоком в години пік. Також до уваги береться тимчасовий вихід і повернення пасажирів, які пропускають інших пасажирів при переповненому салоні.

До числа поширених пасивних інфрачервоних датчиків відноситься датчик підрахунку пасажиропотоку Ш2 і його аналоги (рисунки 2.13).

Принцип роботи пасивного датчика - виявлення входу або виходу пасажира за допомогою сукупності об'ємного аналізу об'єкта і його теплового випромінювання. Імпульс виявлення формується в інформаційну посилку і передається в пристрій.

Результат роботи цих датчиків аналогічний променевим інфрачервоним датчикам - вони реєструють число розпізнаваних об'єктів без урахування напрямку руху і можуть застосовуватися тільки для порейсового і добового обліку пасажирських потоків. Щоб дізнатися число перевезених пасажирів, необхідно розділити отримане число за рейс на два. Похибка порейсового обліку вхідних і вихідних пасажирів не більше 10%.

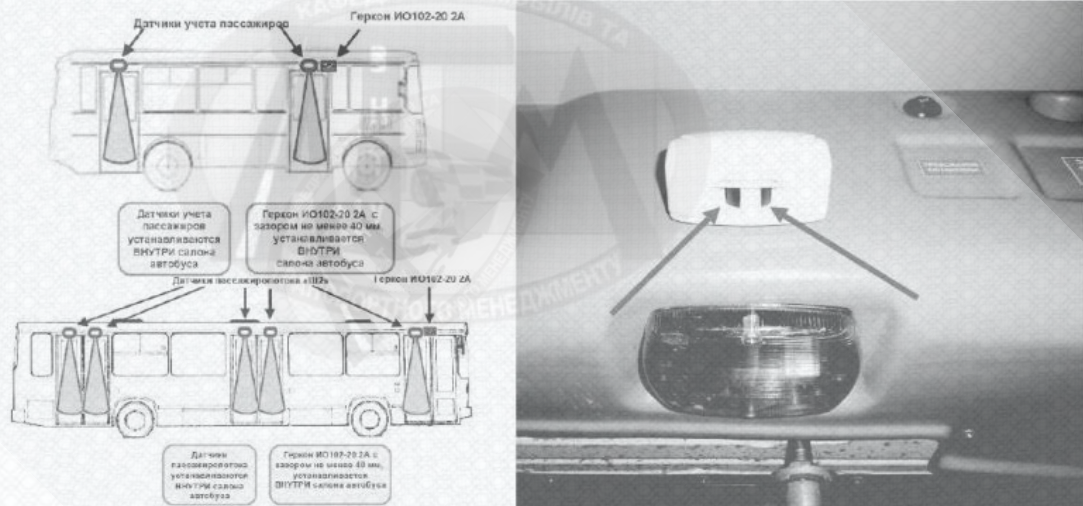
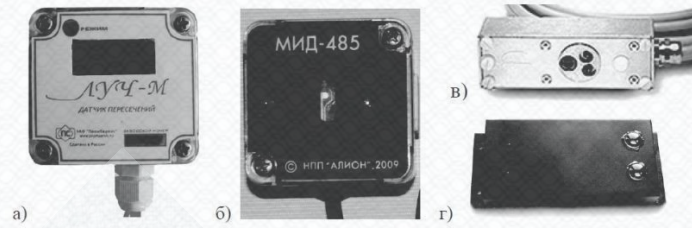


Рисунок 2.13 - Приклади установки пасивних інфрачервоних датчиків типу

III2

Активний двопроточний датчик встановлюється в дверному отворі транспортного засобу на стелі в зоні механізму відкривання дверей. Інфрачервоні датчики активного типу працюють за принципом реєстрації відбитого променя. Кожен датчик включає в себе дві пари випромінювачів-приймачів для забезпечення двонаправленого підрахунку. Два промені, спрямовані на першу і другу сходинку дверного тамбура, дозволяють визначати напрямок руху пасажира виходячи з послідовності перетину променів. Загальний вигляд датчиків наведений на рисунку 2.14.



а) «Потік» б) МБК, в) IRMA-basic, г) «Призма - 1»

Рисунок 2.14 - Приклади датчиків систем

Особливістю двопроменевих інфрачервоних датчиків є можливість обліку вхідних і вихідних пасажирів. Ці датчики встановлюються по одному на кожен одноколійний прохід і по два - на двоколійний.

Двопроменеві датчики вітчизняного виробництва використовують коротку довжину хвилі (близько 0,5 м), що обґрунтовує похибка до 20%, при цьому похибка обліку вихідних пасажирів в 1,5-2 рази більше, ніж для вхідних пасажирів. Зарубіжні аналоги, типу IRMA-basic мають похибку до 10%.

Активний багатопроменевий датчик за принципом дії аналогічний двопроменевому. Його відмінністю є наявність батареї двопроменевих датчиків, яка дозволяє максимально повно покривати необхідну зону контролю (на зразок «штори») і підвищити точність обліку числа пасажирів до 90-95%. З пропонованих на ринку систем присутні як повністю вітчизняні розробки (СПП), так і розроблені на основі зарубіжних датчиків (фірма Штрих-М) (рисунок 2.15).



Рисунок 2.15 - Активні багатопроменеві інфрачервоні датчики: а) СПП; б) «Штрих-М»

Як показує практика, при правильному налаштуванні, закордонні аналоги показують на 5-7% більш високу точність результатів.

3D (стерео) датчик заснований на технології активного інфрачервоного випромінювання в тривимірному форматі (тепловізор), що дозволяє найбільш точно ідентифікувати навіть разом слідуючих пасажирів з подальшим розпізнаванням інформації (рисунок 2.16).



Рисунок 2.16 - 3D-датчики обліку пасажирів

До переваг датчика слід віднести його високу точність роботи - похибка не більше 3-5%, а до недоліків - значну ціну.

Системи відеореєстрації відрізняються між собою параметрами відеокамер і наявністю або відсутністю системи розпізнавання образів. Більшість пропонованих на ринку систем відносяться до звичайних систем відеоспостереження з записом даних, отриманих з відеокамер через відеореєстратор на флеш-карту. Частота запису для 4 відеокамер (автобуси середньої та великої місткості) близько 6 кадрів в секунду. У складі деяких систем або на додаток до них використовують системи розпізнавання образів - це горизонтальні системи розпізнавання фігури людини (за формою і кольором одягу), системи розпізнавання особи людини і системи вертикального розпізнавання профілю людини. Деякі з пристроїв відеоспостереження та результати відео фіксації представлені на рисунку 2.17.

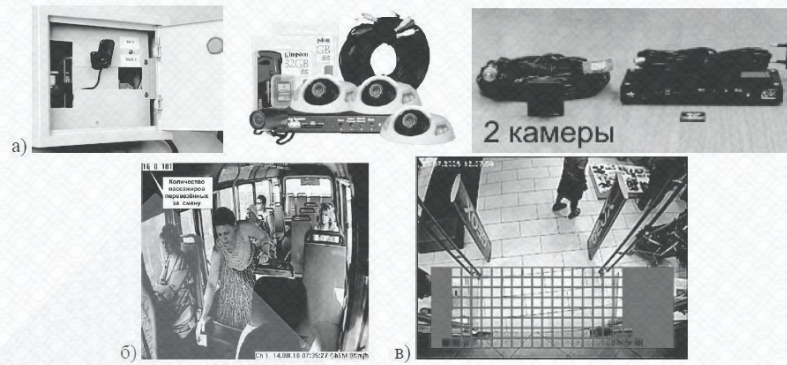


Рисунок 2.17 - Варіанти відео обладнання для моніторингу пасажирів
(а), топ-кадр зйомки пасажирів на відео (б), вертикальна система
розпізнавання образів по відеосигналу (в)

До переваг систем відеоспостереження слід віднести можливість збереження даних відеоряду та підтвердження результатів моніторингу в будь-який момент часу. Недоліком є відсутність автоматизації обробки даних і значна трудомісткість роботи. Похибка може становити 5 ... 20%.

При використанні систем розпізнавання образів (деякі вертикальні системи враховують напрямок руху людей), здійснюється автоматизована обробка даних, однак, в залежності від якості відеоматеріалу (засвітка екрану, нечіткість зображення та ін.), похибка результатів підрахунку пасажирів може складати 10-80%.

До числа рідко використовуваних датчиків можна віднести світлові, фотореєстратори і теплові датчики. Причини їх рідкісного використання - низька точність обліку (похибка 30 ... 60%). Причини є різними для кожної системи окремо.

Проведений аналіз показав, що в даний час пропонуються різні прилади для автоматизованого моніторингу пасажирських потоків. Практична доцільність застосування тих чи інших систем залежить від фінансових можливостей суб'єкта моніторингу, числа транспортних засобів і їх конструкції, потреби в деталізації результатів моніторингу (постановчо, порейсово, подобово тощо) і їх необхідної точності.

2.4 Висновки за розділом 2

1. Охарактеризований міський автобусний маршрут руху. Визначені його основні параметри, такі як довжина, кількість зупиночних пунктів, середня відстань між перегонами тощо. Для виявлення пасажиропотоків, розподілу їх за напрямками, збору даних про зміни пасажиропотоків у часі проводять обстеження. Такі обстеження трудомісткі і вимагають, як правило, залучення великої кількості обліковців. Крім того, обробка даних, зібраних в результаті обстежень, вимагає значного часу, і в підсумку ці дані відображають характер зміни пасажиропотоків за минулий період.

2. Досліджений пасажиропотік на автобусному маршруті «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – Вишенька» місто Вінниця табличним методом. Побудовані діаграми зміни кількості перевезених пасажирів за годинами доби та напрямками. Виявлені пікові пасажиропотоки.

3. Крім традиційних методів обстеження пасажиропотоків застосовуються автоматизовані системи моніторингу. В даний час на ринку пропонується велика різноманітність систем обліку пасажирів, які здатні здійснювати отримання інформації в обробленому вигляді без залучення великої кількості людей, а також здатні здешевити процедуру обстеження пасажиропотоків. Пропоновані виробниками системи моніторингу пасажиропотоків різні за точністю результатів моніторингу (похибка може досягати від 3 до 60%), а також за своєю вартістю. Нерідко дорожнеча таких систем обліку пасажирів, а, отже, неможливість встановити необхідну обладнання на необхідну кількість транспортних засобів, значно обмежує їх використання. Основний недолік автоматизованих система моніторингу пасажиропотоків полягає в тому, що вони не дозволяють визначити кількість пасажирів, які увійшли та вийшли на кожному зупинному пункті, а визначають лише загальну кількість перевезених пасажирів.

3 РОЗРАХУНОК РАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МІСЬКОМУ АВТОБУСНОМУ МАРШРУТІ

3.1 Визначення заходів для раціональної організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті

Організація перевезень пасажирів на міському маршруті «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мкр. Вишенька» місто Вінниця — це комплекс заходів, спрямованих на забезпечення ефективної, безпечної та зручної роботи міського транспорту. Вона включає в себе як планування маршрутної мережі, так і оптимізацію експлуатації автобусів, а також покращення якості обслуговування пасажирів. Основні заходи для організації перевезень пасажирів на міському маршруті представлені на рисунку 3.1.

Таким чином виділено 7 основних заходів для раціональної організації перевезень пасажирів.

1. Планування та проектування маршрутної мережі. Даний пункт включає аналіз та прогнозування пасажиропотоку для виявлення реальних потреб в перевезеннях. Необхідним є визначення найефективніших маршрутів з мінімальними витратами часу для пасажирів, враховуючи щільність населення, кількість транспортних вузлів та важливі транспортні точки міста.

2. Вибір типу та кількості транспортних засобів. Вибір автобусів залежить від типу та довжини маршруту, а також попиту на перевезення. Для міських маршрутів зазвичай використовуються мікроавтобуси (до 20 місць) та середні автобуси (до 40 місць). Визначення необхідної кількості автобусів необхідне для забезпечення регулярності перевезень.

3. Регулярність та інтервали руху. Раціональний інтервал руху між автобусами необхідний для уникнення перевантаження та тривалих черг на зупинках, а також для забезпечення комфорту пасажирів. Необхідним є збільшення частоти рейсів у години «пік» та зменшення у години спокою.



Рисунок 3.1 – Заходи з раціональної організації міських пасажирських перевезень

4. Управління рухом та моніторинг. Система управління рухом передбачає впровадження автоматичного моніторингу руху транспорту (наприклад, GPS-системи), що дозволяє відстежувати автобуси в реальному часі і коригувати рух у разі необхідності. Також даний пункт включає координацію з іншими видами транспорту для забезпечення зручних пересадок.

5. Забезпечення безпеки та комфорту пасажирів. Безпека для пасажирів є необхідною як на зупинках так і в автобусах. Для цього встановлюються камери спостереження. Також, слід забезпечити необхідне навчання водіїв і контроль за дотриманням ними стандартів безпеки. Показники комфорту включають модернізацію автобусів (встановлення в них кондиціонерів, безкоштовного Wi-Fi, інклюзивних послуг для людей з обмеженими можливостями) та забезпечення інформаційними системами (встановлення електронних табло на зупинках і в автобусах для інформування пасажирів про час прибуття наступного автобуса).

6. Фінансування та економічна ефективність. Слід оцінювати рентабельність шляхом аналізу витрат та доходів, визначення оптимальної ціни на проїзд для забезпечення стабільного функціонування транспорту.

Слід враховувати сучасні тренди на ринку пасажирських перевезень. Наприклад, впровадження електронних квитків та систем оплати через мобільні додатки для полегшення процесу покупки квитка та зменшення черг, використання аналітики для прогнозування попиту на перевезення в залежності від погодних умов, подій у місті, свят тощо.

Найбільш важливим є збереження екології та перехід на екологічно чисті автобуси, такі як електричні або гібридні для зниження забруднення навколишнього середовища.

Таким чином, організація міських перевезень на маршруті «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мкр. Вишенька» потребує системного підходу з урахуванням безпеки, зручності, економічної ефективності та екологічних стандартів. Ретельне планування та

інвестування в сучасні технології допомагають забезпечити високий рівень обслуговування пасажирів та ефективну роботу транспорту.

Для належної організації перевезень пасажирів на міському маршруті в роботі розглянуті наступні заходи:

- прогнозування пасажиропотоків для виявлення попиту на транспортні послуги;
- вибір типу та кількості транспортних засобів;
- визначення необхідної регулярності та інтервалів руху;
- управління рухом та моніторинг;
- забезпечення належних кількісних та якісних показників перевезень.

До якісних показників належить безпека та комфорт пасажирів, що може досягатися за рахунок встановлення камери спостереження в автобусах, забезпечення правильного навчання водіїв і контроль за дотриманням ними стандартів безпеки.

3.2 Прогнозування пасажиропотоків

Прогнозування пасажиропотоків на маршруті «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мкр. Вишенька» проводиться на основі їх динаміки за останні три роки (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Обсяги перевезень пасажирів на маршруті

Рік	Квартал	Обсяги перевезень, пас.
2022	1	333840
	2	332280
	3	336180
	4	333060
2023	5	333450
	6	332514
	7	333372
	8	332358

Продовження таблиці 3.1

Рік	Квартал	Обсяги перевезень, пас.
2024	9	333918
	10	333294
	11	334152
	12	333918
Разом	-	4002336

Прогнозування пасажиропотоків спрямовано на визначення обсягів перевезень на наступні періоди (три роки) за нижче наведеною послідовністю.

1. На першому етапі приймається гіпотеза про те, що даний динамічний ряд описується рівнянням прямої виду:

$$\hat{y} = a_1 + a_2 \cdot z_i, \quad (3.1)$$

де $\hat{y}$ - обсяг перевезень;

z - місяць динамічного ряду.

Коефіцієнти прямої a_1 й a_2 можуть бути знайдені з наступних виразів:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i \cdot \sum_{i=1}^N (Z_i)^2 - \sum_{i=1}^N Z_i \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i \cdot Z_i)}{N \cdot \sum_{i=1}^N (Z_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^N Z_i \right)^2}; \quad (3.2)$$

$$a_2 = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N (Y_i \cdot Z_i) - \sum_{i=1}^N Y_i \cdot \sum_{i=1}^N Z_i}{N \cdot \sum_{i=1}^N (Z_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^N Z_i \right)^2},$$

де N – кількість спостережень.

Підставляючи значення у формули, одержуємо рівняння виду:

$$\hat{y} = 33542,18 - 2,18 \cdot z.$$

2. На другому етапі приймається гіпотеза про те, що динамічний ряд описується параболою другого порядку:

$$\hat{y} = a_1 + a_2 \cdot t + a_3 \cdot t^2, \quad (3.3)$$

де t - місяць динамічного ряду.

Коефіцієнти a_1 , a_2 й a_3 – параболу другого порядку розраховуються за формулами:

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i - \sum_{i=1}^N (t_i)^2 - a_3}{N}; \quad (3.4)$$

$$a_2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i \cdot t_i)}{\sum_{i=1}^N (t_i)^2}; \quad (3.5)$$

$$a_3 = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N Y_i \cdot (t_i)^2 - \sum_{i=1}^N (t_i)^2 \cdot \sum_{i=1}^N Y_i}{N \cdot \sum_{i=1}^N (t_i)^4 - \left(\sum_{i=1}^N (t_i)^2 \right)^2}. \quad (3.6)$$

Підставляючи значення у формули одержуємо рівняння виду:

$$\hat{y} = 333510 - 2,57 \cdot t + 23 \cdot t^2.$$

3. На третьому етапі приймається гіпотеза про те, що вихідний динамічний ряд описується логарифмічною функцією:

$$\hat{y} = a_1 + a_2 \times \lg t. \quad (3.7)$$

Ця функція приводиться до лінійного шляхом заміни змінних, а саме:

$$\lg t = z. \quad (3.8)$$

Таким чином, одержуємо рівняння виду:

$$\hat{y} = 333465 - 181 \cdot z;$$

Розрахунок критеріїв апроксимації для кожного кроку (кожної гіпотези) здійснюється за наступними формулами:

а) середньоквадратична залишкова помилка σ_{Δ} :

$$\sigma_{\Delta} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (y - y_i)^2}}{N - q - 1}, \quad (3.9)$$

де q – кількість оцінюваних параметрів у рівнянні тренду (для кривої другого порядку $q = 2$, тому що a_1 виражається через a_3);

б) коефіцієнт варіацій:

$$\nu = \left(\frac{\sigma_{\Delta}}{Y} \right) \cdot 100, \quad (3.10)$$

або

$$\nu = \left(\frac{\sigma_{\Delta} \cdot N}{\sum_{i=1}^N Y_i} \right) \cdot 100; \quad (3.11)$$

в) середнє лінійне відхилення ε : похибка

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \cdot \left(\sum_{i=1}^N (Y - Y_i) \right). \quad (3.12)$$

Отримані результати зводимо, та аналізуємо (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 - Оцінка похибних обчислень

Критерії апроксимації	Апроксимуюча функція		
	$\hat{y}=a_1+a_2t$	$\hat{y}_t=a_1+a_2t+a_3t^2$	$\hat{y}=a_1+a_2lgt$
	347,5937754	392,2498887	573,1386925
	0,10421727	0,117606285	0,171841252

Найбільш точною вважається функція, що має найменше середньоквадратичне й лінійне відхилення. З таблиці видно, що найменша погрішність ($\sigma=347$, $v=0,1$) на першому етапі розрахунків, тобто оптимальною вважається гіпотеза, коли динамічний ряд описується прямою $\hat{y} = 33542,18 - 2,18 \cdot z$. Результати прогнозів на 3 часові періоди, виконаних за допомогою рівняння прямої, наведені у таблиці 3.3 та на рисунку 3.2.

Таблиця 3.3 - Прогноз об'єму перевезень пасажирів на перспективний період

Прогнозний рік	Квартал	Обсяги перевезень, пас.
1	13	333513,66
	14	333511,48
	15	333509,3
	16	333507,12
2	17	333504,94
	18	333502,76
	19	333500,58
	20	333498,4
3	21	333496,22
	22	333494,04
	23	333491,86
	24	333489,68
Разом	-	4002020,04

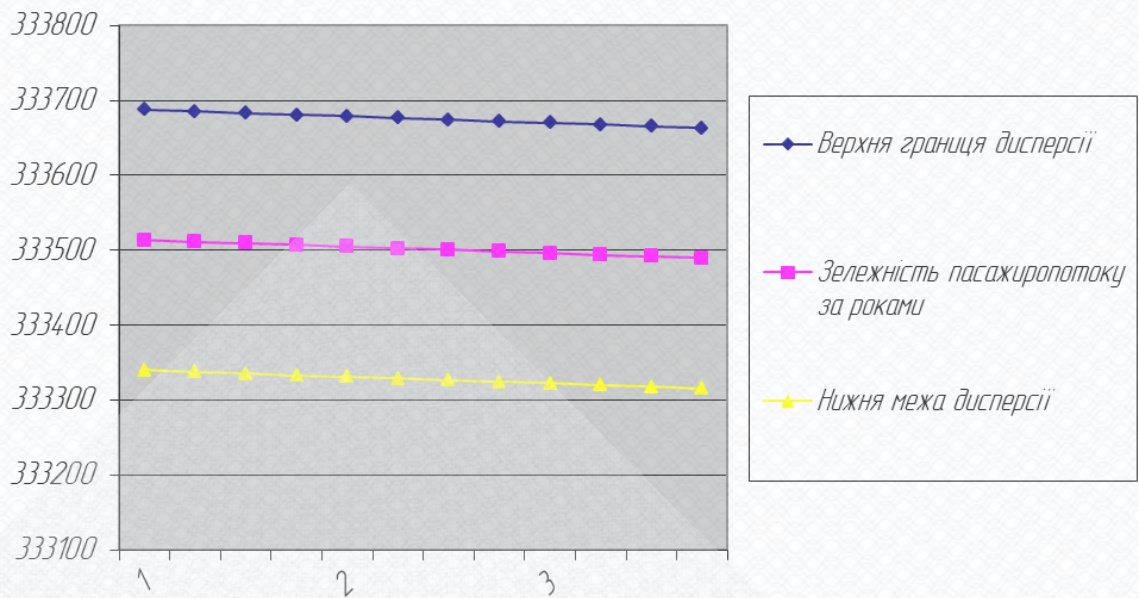


Рисунок 3.2 - Графік залежності для прогнозування пасажиропотоку

3.3 Вибір типу та кількості транспортних засобів

Рухомий склад, який виконує перевезення на міському маршруті суттєво впливає на якість обслуговування пасажирів. Необхідним є забезпечення балансу між пасажиропотоком та місткістю автобусу. При виборі рухомого складу необхідно враховувати режим роботи автобусів. Існує гіпотеза, що із збільшенням місткості автобуса, який працює в режимі маршрутного таксі, існує критична точка, коли його використання погіршує рівень обслуговування пасажирів (рисунок 3.3).

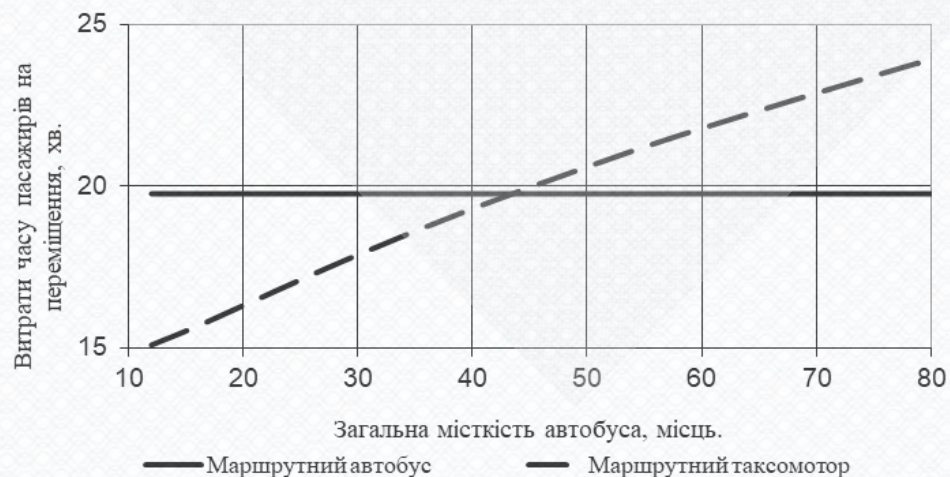


Рисунок 3.3 - Зміна витрат часу пасажирів на пересування при $l_c = 3$ км

Зі збільшенням місткості автобусів, які функціонують у режимі маршрутного таксі можуть відбуватися наступні зміни: збільшується час зупинки (більше пасажирів потребують більше часу для посадки та висадки) та можливі затримки на маршруті; менша маневреність великих автобусів — це впливає на швидкість руху в умовах щільного трафіку; порушення принципу «частоти та швидкості» маршрутного таксі. Графік, який характеризує вплив місткості автобусів, що працюють в режимі маршрутного таксі на якість транспортного обслуговування наведений на рисунку 3.4.

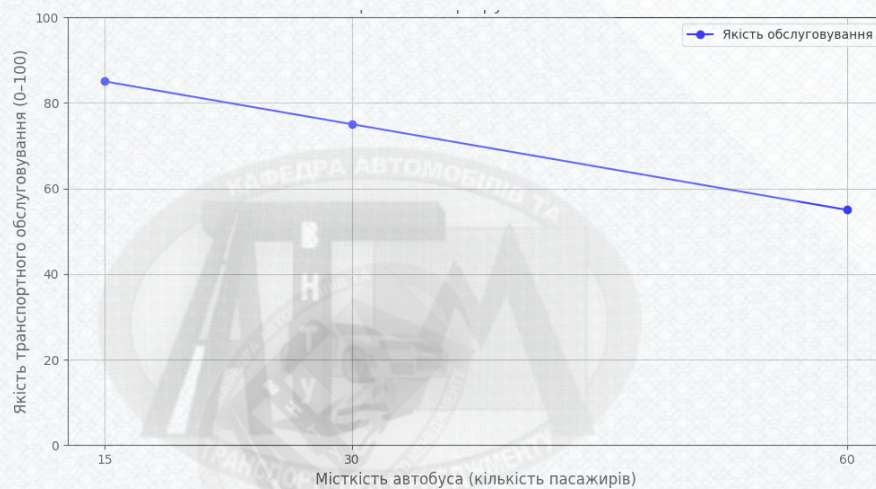


Рисунок 3.4 – Вплив місткості автобуса на якість транспортного обслуговування

Залежність витрат часу переміщення пасажирів від довжини маршруту та типу автобуса наведена на рисунку 3.5.

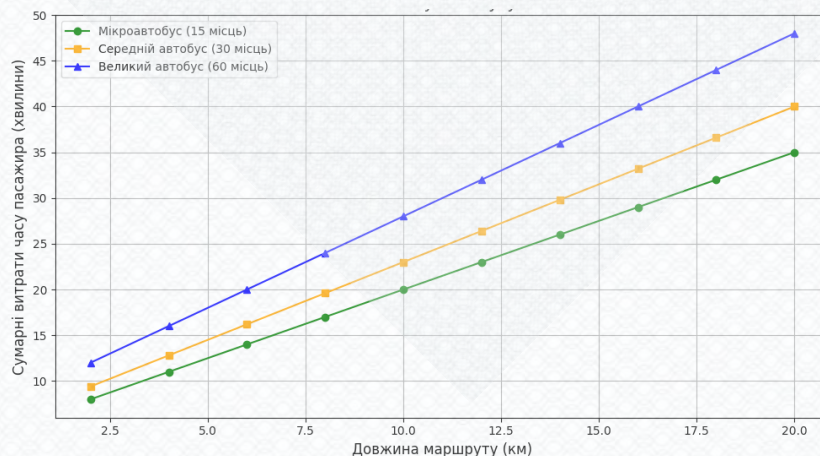


Рисунок 3.5 - Залежність витрат часу переміщення пасажирів від довжини маршруту та типу автобуса

Слід відзначити, що найменше значення витрат часу на пересування у випадку використання автобусу малої місткості.

З врахуванням даних пасажиропотоків зупинних пунктів та загального пасажиропотоку на маршруті в залежності від годин доби, слід проаналізувати рухомий склад, який краще використовувати для роботи на маршруті.

На маршруті «Вінницяоблводоканал – мкр. Вишенька» перевозять пасажирів 10 автобусів. Інтервал руху сягає 15 хвилин. Однак, в результаті опитування користувачів, цей інтервал інколи перевищує 30 хвилин, в результаті чого збільшується час очікування пасажирів. Після довготривалого очікування рух транспортних засобів здійснюється з інтервалом 3-5 хвилин. Такі чинники впливають на якість перевізного процесу, суттєво знижуючи його.

Пропонується розрахувати необхідну кількість транспортних засобів з урахуванням задоволеності користувачів, особливо в пікові години. Важливим є забезпечення контролю за роботою водія на маршруті руху.

В таблиці 3.5 представлений рухомий склад, який працює на маршруті.

Таблиця 3.5 – Перелік автобусів, які здійснюють перевезення на маршруті

Марка, модель	Клас автобусу	Пасажиромісткість	
		місць для сидіння	повна
Богдан - A092	Середній	21	38
Mercedes - Sprinter	Малий	19	19
Volkswagen - LT35	Малий	18	18
Iveco - Daily	Малий	19	19

Зовнішній вигляд автобусів різних класів представлений на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Автобуси малого та середнього класів

Вихідні дані для розрахунків наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для вибору автобусів

№ з\п	Найменування показника	Один вимір	Значення	
			Iveco - Daily	Богдан - A092
1.	Номінальна місткість салону, q_n	місць	19	21
2.	Число рейсів, z_p	—	20	20
3.	Експлуатаційна кількість, A_e	од.	5	4
4.	Інтервал руху, I	хв	15	19
5.	Припустимий коефіцієнт використання місткості, γ_c	—	0,7	0,7
6.	Витрати пального	л/100 км	22	13
7.	Вартість пального	грн./л	55	55
8.	Вартість технічного обслуговування та амортизації	грн/км	10	7

Нижче розраховані витрати на паливо для двох марок автомобілів за один рейс.

$$Q_p = \frac{L_m \cdot Q_{100\text{км}}}{100}, \text{ л}; \quad (3.13)$$

де L_m - довжина маршруту, км;

$Q_{100\text{км}}$ - витрати палива, л/100 км,

$$Q_{p.Б} = \frac{12 \cdot 22}{100} = 2,64 \text{ л};$$

$$Q_{p.ID} = \frac{12 \cdot 13}{100} = 1,56 \text{ л.}$$

Витрати на паливо за рейс для двох марок автомобілів в гривнях:

$$B_{\text{пал.Б}} = C_{\text{пал}} \cdot Q_p, \text{ грн.}; \quad (3.14)$$

$$B_{\text{пал.Б}} = 2,64 \cdot 55 = 145,2 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{пал.ID}} = 1,56 \cdot 55 = 85,8 \text{ грн.}$$

Витрати на технічне обслуговування та амортизацію за рейс

$$B_{\text{ТО.А}} = L_m \cdot H_{\text{ТО.А}}, \text{ грн.}, \quad (3.15)$$

де $H_{\text{ТО.А}}$ - норматив витрат на технічне обслуговування та амортизацію, грн.,

$$B_{\text{ТО.А.Б}} = 12 \cdot 10 = 120 \text{ грн.},$$

$$B_{\text{ТО.А.ID}} = 12 \cdot 7 = 84 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці залежать від тривалості зміни. Для середньої тривалості зміни (8–10 годин) оплата праці ($B_{\text{оп}}$) прийнята у розмірі 700 грн.

Витрати на перевезення за день знайдені за формулою:

$$B_{\text{пер.}} = B_{\text{зн}} + (B_{\text{пал.}} + B_{\text{ТО.А}}) \cdot z_p, \text{ грн.}, \quad (3.16)$$

де z_p – добова кількість рейсів, од. ($z_p = 20$),

$$B_{\text{пер.Б}} = 700 + (145 + 120) \cdot 20 = 6000 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{пер.ID}} = 700 + (85,8 + 84) \cdot 20 = 4096 \text{ грн.}$$

Графік річних витрат на експлуатацію в залежності від марки автобуса наведений на рисунку 3.7.

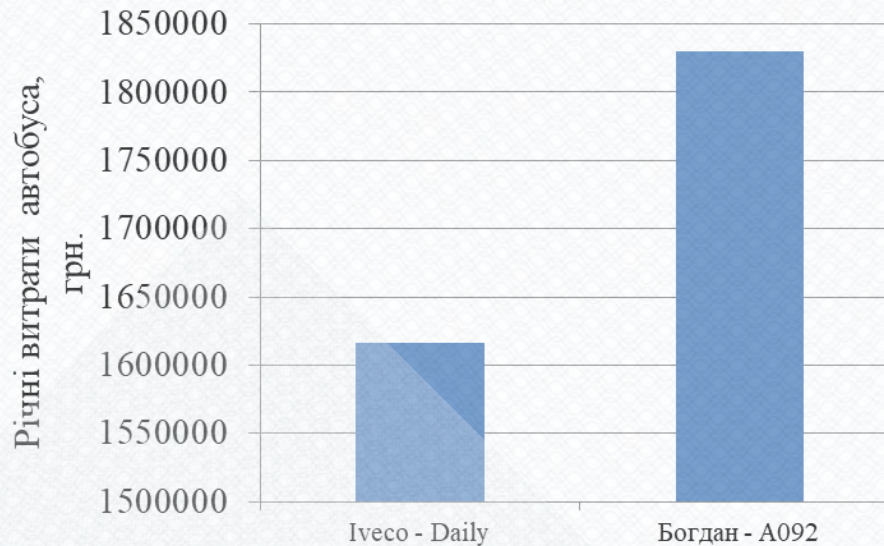


Рисунок 3.7 – Гістограма річних витрат на експлуатацію для автобуса

Виходячи з розрахунків, більш доцільним для роботи на маршруті є автобус Iveco - Daily. Він є більш економічним, комфортним та в процесі перевезень краще використовується пасажиромісткість транспортного засобу.

Щоб визначити необхідну кількість автобусів для перевезення пасажирів на маршруті, необхідно знати пасажиропотік, потужність пасажиропотоку, час виконання рейсу автобусом, місткість автобуса, обраного для використання на даному маршруті, і оцінити зміну пасажирообороту за робочий день автобуса, за календарну добу з урахуванням нерівномірності пасажиропотоку як у період внутрішньо годинної роботи автобуса, так і по днях тижня.

Кількість автобусів, необхідних для освоєння пасажиропотоку у відповідний час доби (по кожній годині роботи) визначається за формулою:

$$A_m^{i-(i+1)} = \frac{Q^{i-(i+1)}}{W_Q}, \quad (3.17)$$

де $Q^{i-(i+1)}$ – пасажиропотік між i і $(i+1)$ годинами доби, пас;

W_Q – годинна продуктивність рухомого складу, пас/год.

Годинна продуктивність рухомого складу визначається за наступною формулою:

$$W_Q = \frac{q_n \cdot \gamma_c \cdot \eta_{зм}}{\frac{l_m}{V_t \cdot \beta_o} + t_{оп} \cdot n_{оп} + t_{ок}}, \text{ пас/год}, \quad (3.18)$$

де q_n – номінальна місткість автобуса, місць;

$\eta_{зм}$ – коефіцієнт змінності пасажирів.

Виходячи з продуктивності роботи обраного рухомого складу, знайдена необхідна кількість автобусів для роботи на маршруті за напрямками руху (рисунок 3.8).

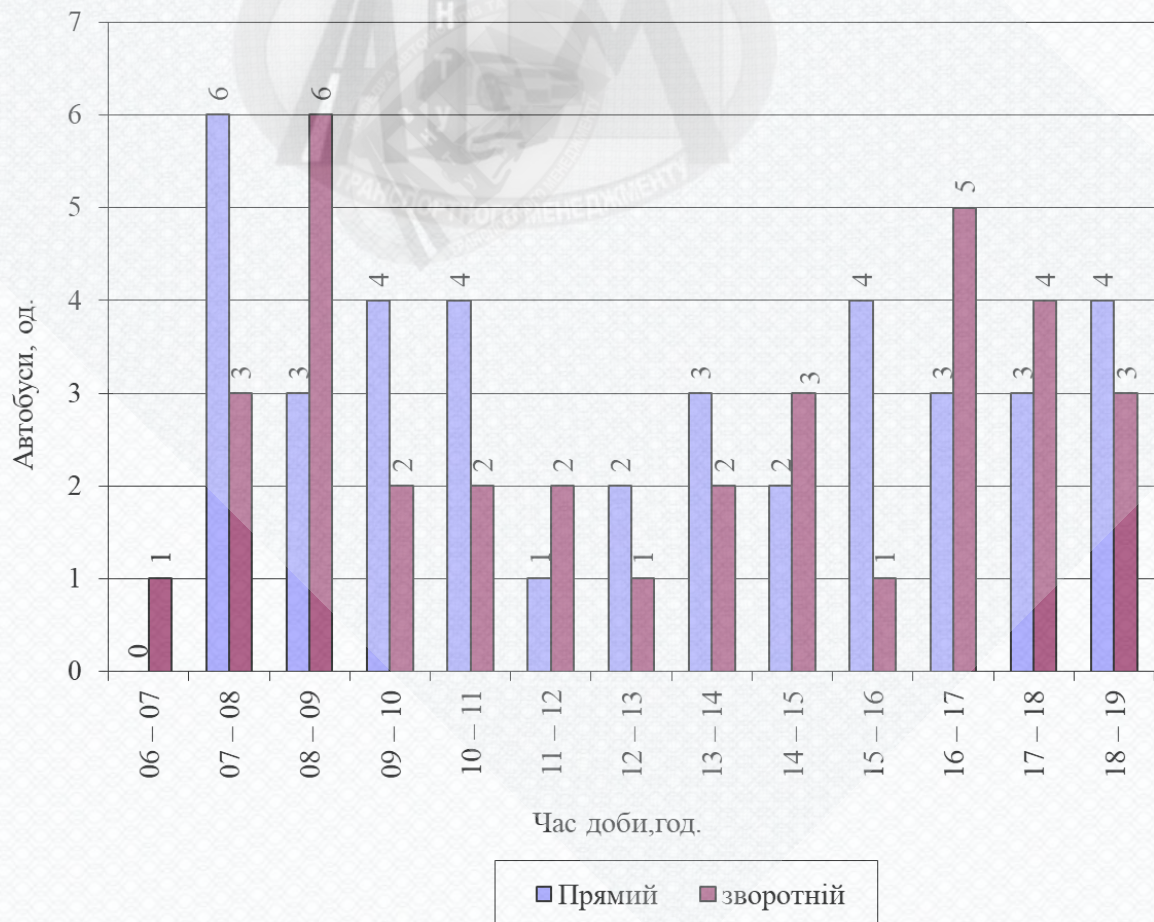


Рисунок 3.8 – Діаграма кількості автобусів на маршруті в прямому та зворотному напрямках руху

Слід відзначити, що в результаті нерівномірності пасажиропотоків за напрямками, кількість автобусів дещо різниться. Тому, було прийнято однакову кількість транспортних засобів, які будуть працювати за напрямками з урахуванням якості обслуговування пасажирів. Загальна кількість автобусів для роботи на маршруті представлена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Прийнята кількість автобусів для роботи на маршруті

Години доби	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Кількість автобусів	1	6	6	4	4	2	2	3	3	4	5	4	4

3.4 Визначення необхідної регулярності та інтервалів руху

Після вибору раціональної кількості автобусів розраховано інтервал руху автобусів за наступною формулою:

$$i^{i-(i+1)} = \frac{t_p}{A_m^{i-(i+1)}}, \text{ хв}, \quad (3.19)$$

де t_p – час рейсу на маршруті, хв.

Наприклад, з 7 до 8 години інтервал руху буде дорівнювати:

$$i^{7-8} = \frac{38,4}{6} = 7 \text{ хв.}$$

Аналогічно розраховуємо інтервали руху для інших проміжків часу. Результати розрахунку приводимо в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Інтервали руху автобусів на маршруті по годинам доби

Години доби	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
Інтервал руху, хв	7	7	9	9	18	18	12	12	9	7	12	9

Графік рекомендованих інтервалів руху представлений на рисунку 3.9.

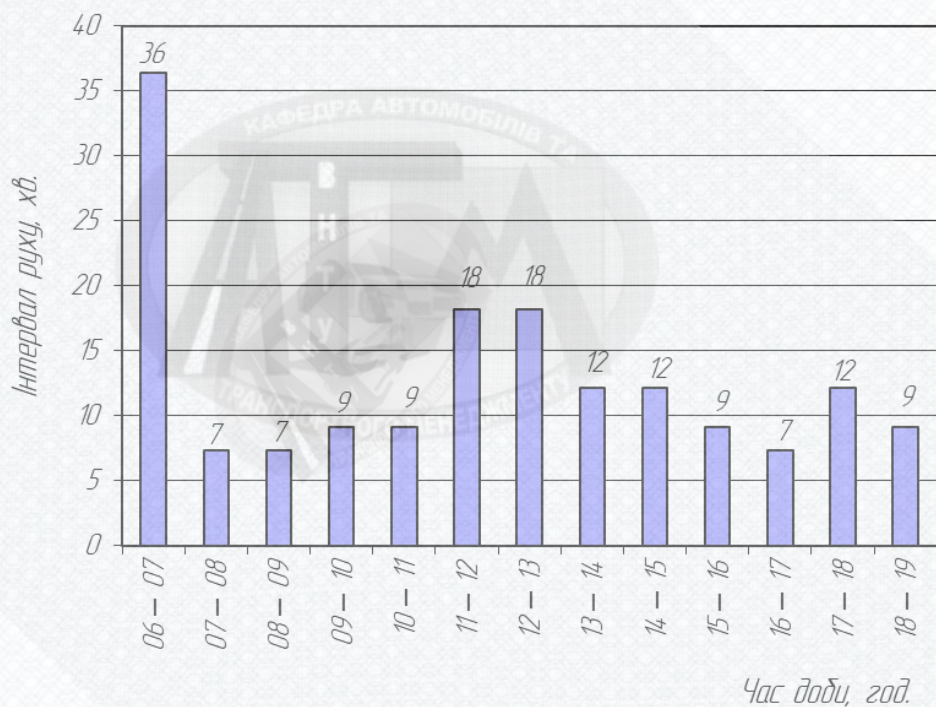


Рисунок 3.9 – Рекомендовані інтервали руху автобусів

Нижче представлений розклад руху автобусів з рекомендованими діапазонами інтервалів (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 – Розклад руху на маршруті

Напрямок руху маршруту	Час відправлен-ня перших рейсів			Інтервал руху, хв. (по годинах)			Час відправлення останніх рейсів
	1-ий	2-ий	3-ій	7-11	13-18	11-13	
Прямий	7:00	7:15	7:30	10-15	10-15	15-20	21:30
Зворотній	7:00	7:15	7:30	10-15	10-15	15-20	21:30

3.5 Управління рухом та моніторинг транспорту

Запропоновано розрахувати системи для управління рухом, компоненти якої наведені у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Компоненти системи управління рухом

Компонент	Опис	Орієнтовна ціна (євро/грн)
GPS-трекер	Пристрій для відстеження місцезнаходження	50–150 € (2000–6000 грн)
SIM-карта з мобільним інтернетом	Для передавання даних	2–10 €/міс.
Обладнання CAN-шини (за потреби)	Зчитування даних з електроніки авто	100–300 €
Програмне забезпечення (SaaS)	Інтерфейс для моніторингу, аналітики	5–20 €/міс. за авто
Установка	Монтаж пристроїв	500–1500 грн одноразово

Витрати на 1 автомобіль Ivesco Daily наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Витрати на систему управління рухом

Стаття витрат	Сума
Обладнання (GPS + CAN)	250 €
Установка	50 €
Підписка на ПЗ (12 міс.)	120–240 €
Інтернет	60–120 €
Разом за перший рік	480–660 € (20,000–27,000 грн)

Переваги впровадження систем для моніторингу та управління рухом наведені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Переваги та ефекти від впровадження системи

Перевага	Економічний ефект
Оптимізація маршрутів	10–15% витрат на паливе
Контроль пального	Запобігання крадіжкам

Продовження таблиці 3.10

Перевага	Економічний ефект
Аналіз стилю водіння	Зменшення зносу техніки
Підвищення дисципліни	Менше простоїв
Швидке реагування	Збільшення рівня сервісу

За умови економії витрат на паливе для Iveco Daily 10–15% дані системи окупляться до 1 року.

3.6 Оцінка кількісних та якісних показників перевезень на маршруті

Для того щоб оцінити роботу парку рухомого складу пасажирського автомобільного транспорту застосовується ряд показників, які можна класифікувати по групах: перша група – кількісні показники; друга – якісні.

Для розрахунку кількісних техніко–експлуатаційних показників роботи автобусів на маршруті використовуються вихідні показники маршруту, приведені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Показники маршруту

Довжина маршруту, км	Нульовий пробіг, км	Час в наряді, ч	Технічна швидкість, км/год	Кількість проміжних зупинок	Час зупинки на проміжних пунктах, с	Час стоянки на кінцевих пунктах, хв.
10,0	3,0	16,5	20,26	10	20	5

Слід відзначити, що автобус працює в режимі маршрутного таксі. Отже, він не може здійснювати зупинки на кожному зупинному пункті маршруту. Тому, прийнято, що кількість зупинок при визначенні часу рейсу дорівнює в середньому 10.

Час стоянки на кінцевих пунктах також є відносною величиною.

1. Час рейса автобуса на маршруті визначається по формулі:

$$t_p = \frac{l_m}{v_m} + n_{оп} \cdot t_{оп} + t_{ок}, \text{ год}, \quad (3.20)$$

де l_m – довжина маршруту, км;

v_m – технічна швидкість, км/год;

$n_{оп}$ – кількість проміжних зупинок;

$t_{оп}$ – час зупинки на проміжних пунктах, год;

$t_{ок}$ – час стоянки на кінцевому пункті, год.

$$t_p = \frac{10,5}{20,26} + 10 \cdot 0,006 + 0,08 = 0,63 \text{ год.}$$

2. Час обороту на маршруті визначається по формулі:

$$t_{об} = 2 \cdot t_p \quad (3.21)$$

$$t_{об} = 2 \cdot 0,63 = 1,26 \text{ год}$$

3. Час, затрачуваний на нульовий пробіг, визначається по формулі:

$$T_0 = \frac{l_0}{V_m} \quad (3.22)$$

де l_0 – відстань нульового пробігу, км.

$$T_0 = \frac{3}{20,26} = 0,14 \text{ год.}$$

4. Час роботи на маршруті визначається по формулі:

$$T_{\text{м}} = T_{\text{н}} - T_0 \quad (3.23)$$

де $T_{\text{н}}$ – час роботи в наряді, год;

T_0 – час, затрачуваний на нульовий пробіг, год.

$$T_{\text{м}} = 16,5 - 0,14 = 16,36 \text{ год}$$

5. Кількість рейсів визначається по формулі:

$$z_p = \frac{T_{\text{м}}}{t_p} \quad (3.24)$$

де $T_{\text{м}}$ – час роботи на маршруті, год.

$$z_p = \frac{16,36}{1,26} = 13.$$

6. Робимо уточнення часу в наряді.

Час в наряді визначається по наступній формулі:

$$T_{\text{н}} = T_0 + t_p \cdot z_p \quad (3.25)$$

$$T_{\text{н}} = 0,14 + 1,26 \cdot 13 = 16,52 \text{ год.}$$

7. Продуктивний пробіг на маршруті визначається по формулі:

$$l_{\text{пр}} = z_p \cdot l_{\text{м}} \quad (3.26)$$

$$l_{\text{пр}} = 13 \cdot 10 = 130 \text{ км.}$$

8. Загальний пробіг визначається по формулі:

$$l_{\text{заг}} = l_{\text{пр}} + l_0 \quad (3.27)$$

$$l_{\text{заг}} = 130 + 3 = 133 \text{ км}$$

9. Коефіцієнт використання пробігу визначається по формулі:

$$\beta = \frac{l_{\text{пр}}}{l_{\text{заг}}} \quad (3.28)$$

$$\beta = \frac{130}{133} = 0,97$$

Значення розрахованих техніко – експлуатаційних показників роботи автобусів на маршруті заносимо в зведену таблицю показників (таблиця 3.12).

Таблиця 3.12 – Показники використання автобусів на маршруті

№ з/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Позначення	Значення
1	2	3	4	5
1.	Довжина маршруту	км	l_m	10,0
2.	Час рейсу	год	t_p	0,63
3.	Час обороту	год	$t_{об}$	1,26
4.	Технічна швидкість	км/год	V_T	20,26

Продовження таблиці 3.12

1	2	3	4	5
5.	Експлуатаційна швидкість		V_e	19
6.	Час в наряді (уточнений)	км/год	T_n	16,52
7.	Час роботи на маршруті	год	T_m	16,36
8.	Час, затрачуваний на нульовий пробіг	год	T_o	0,14
9.	Загальний пробіг одного автобуса:	год		
	– нульовий	км	l_o	3
	– продуктивний		$l_{пр}$	130
	– на маршруті		$l_{заг}$	133
10.	Коефіцієнт використання пробігу	–	β	0,97
11.	Кількість рейсів	–	z_p	13
12.	Середня дальність поїздки пасажира	км	$l_{пп}$	4,5
13.	Коефіцієнт наповнення салону автобуса	–	γ_n	0,7
14.	Модель автобуса			Iveco - Daily
15.	Місткість автобуса		q_n	19
16.	Максимальна кількість автобусів	місць од.	A_{max}	12

Оцінимо проведені заходи щодо інтегрального коефіцієнта якості транспортного обслуговування пасажирів.

Інтегральний коефіцієнт оцінки якості транспортного обслуговування пасажирів визначається по наступній формулі:

$$K_{к.о} = K_{\gamma} \cdot K_t \cdot K_p \cdot K_{б.р} \quad (3.29)$$

де K_{γ} – коефіцієнт відносного наповнення автобуса;
 K_t – коефіцієнт відносних витрат часу на пересування;
 K_p – коефіцієнт регулярності руху;

$K_{\delta.p}$ – коефіцієнт динамічної зміни рівня ДТП.

Коефіцієнт відносного наповнення автобуса:

$$K_{\gamma} = \frac{0,8}{0,8} = 1,0.$$

Коефіцієнт відносних витрат часу на пересування:

$$K_t = \frac{0,9}{0,9} = 1,0$$

Час, затрачуваний пасажиром на поїздку в результаті проведених заходів дорівнює:

$$t_n = \frac{\frac{1}{3 \cdot 1,3} + \frac{1}{4} \cdot 0,5}{5} + \frac{0,16}{2} + \frac{5,4 \cdot 2,8}{20} = 0,9 \text{ год.}$$

Коефіцієнт регулярності руху, оцінити на перспективу важко, тому що врахувати на майбутнє фактори які викликають невиконання запланованої кількості рейсів на маршруті не представляється можливим. Тому, вважаємо, що всі рейси, що ми плануємо будуть виконані і відповідно $K_p = 1,0$.

Інтегральний коефіцієнт оцінки якості транспортного обслуговування пасажирів на маршруті після впровадження заходів дорівнює:

$$K_{\kappa.o} = 0,95 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,86$$

Порівнюючи отриманий результат з нормативами коефіцієнтів якості перевезення пасажирів робимо висновок, що якість обслуговування пасажирів на маршруті стало відповідати «гарному» рівневі обслуговування.

3.7 Висновки за розділом

1. Визначені наступні заходи для раціональної організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті: прогнозування пасажиропотоків для виявлення попиту на транспортні послуги; вибір типу та кількості транспортних засобів; визначення необхідної регулярності та інтервалів руху; управління рухом та моніторинг; забезпечення належних кількісних та якісних показників перевезень.

2. Виконане прогнозування пасажиропотоків з використанням трьох гіпотез його розвитку. Слід зазначити, що пасажиропотік на перспективу буде мати стабільні значення.

3. Проведений вибір раціонального автобусу для роботи на маршруті відповідно до існуючого пасажиропотоку. Досліджено вплив пасажиромісткості автобусів, які працюють в режимі маршрутного таксі на час пересування пасажирів. Виявлено, що зі збільшенням пасажиромісткості транспортного засобу, час пересування пасажирів також збільшується.

4. Розраховані економічні вигоди від впровадження систем по моніторингу та управлінню транспортом. Їх впровадження дозволить досягти економії витрат на паливо 10-15%.

4. Розраховано кількість автобусів, необхідних для задоволення попиту на перевезення та інші техніко-експлуатаційні та економічні показники. За рахунок запропонованих заходів вдалося покращити перевізний процес на маршруті та досягти значення коефіцієнта якості транспортного обслуговування 0,86.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз умов праці

Аналізуються умови праці в кабіні під час перевезень пасажирів на маршруті сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мікрорайон Вишенька» місто Вінниця автобусами приватного підприємства. Шкідливі виробничі фактори, що можуть виникнути на робочому місці:

- підвищена загазованість та запиленість;
- недостатнє освітлення;
- мікроклімат в кабіні водія, який не відповідає вимогам;
- випаровування бензину, мастил, гальмівної рідини та ін.;
- підвищений рівень шуму та вібрації.

Небезпечні виробничі фактори, що можуть виникнути на робочому місці: ураження електричним струмом; травмування під час аварій.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Оптимальні (допустимі) параметри мікроклімату для умов, що розглядаються (II категорія робіт – середньої важкості, зв'язане безпосередньо з закріпленням вантажу на платформі і загалом супроводжується помірною фізичною напругою та період року) відповідно до нормованих параметрів мікроклімату в робочій зоні наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Параметри мікроклімату відповідно до нормованих параметрів мікроклімату в робочій зоні

Період року	Оптимальні			Допустимі		
	t, °C	W, %	V, м/с	t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	21-23	40-60	0,3	18-27	65 при 26°C	не більш 0,3
Холодний	18-20	40-60	0,2	17-23	75	не більш 0,3

При температурах нижче $+10^{\circ}\text{C}$ починається переохолодження тіла, а при температурі вище $+25^{\circ}\text{C}$ – фізична втома, знижується увага та зростає час реакції водія. При подальшому зростанні температури до $+35^{\circ}\text{C}$ розумова діяльність погіршується з'являються помилки в управлінні транспортним засобом. Зниження температури повітря також негативно впливає на роботу м'язів, швидкості і точності.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично-допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м^3 таблиця 4.3.

Таблиця 4.3 - Повітря робочої зони регламентується гранично-допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м^3

Назва речовини	ГДК, мг/м^3		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Азоту двоокис NO_2	0,085	0,085	2
Ангідрид сірчаний SO_2	0,5	0,05	3

В умовах, що розглядаються в проекті, головним джерелом, що забруднює повітря кабіни, є відпрацьовані гази, склад яких залежить від виду палива і концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони водія не повинна перевищувати при роботі двигуна акролеїну - $0,2 \text{ мг/м}^3$ для дизельного палива. Цетанове число (головний параметр дизельного палива) характеризує займистість палива.

Для забезпечення складу повітря в кабіні водія передбачені такі рішення, а саме випускна система сучасного дизельного двигуна орієнтована на зниження у відпрацьованих газах сажі, неспалених вуглеводнів і оксидів азоту. Для цього в системі встановлюється спеціальний сажний фільтр. Також попереджається приладом гумових прокладок, що закривають отвори у підлозі кабіни, підвищенням ефективності системи опалення та вентиляції

кабіни. Крім того, щоб виключити отруєння водія вихлопними газами, слід систематично перевіряти справність системи живлення двигуна.

4.2.3 Освітлення

Освітлення кабіни та салону відбувається як природнім, так і штучним методами. Природне освітлення є двосторонім боковим.

Відповідно до [16] природне освітлення нормується коефіцієнтом природного освітлення - (КПО) або e , за формулою 4.1.

$$e = \frac{E_{\text{вн}}}{E_{\text{зов}}} * 100\%, \quad (4.1)$$

де $E_{\text{вн}}$ – внутрішня природна освітленість у кабіні водія, $E_{\text{вн}} = 2$ лк;

$E_{\text{зов}}$ – зовнішня природна освітленість дифузним світлом всього небосхилу, замірена одночасно з $E_{\text{вн}}$, $E_{\text{зов}} = 1,2$ лк.

Для умов, що розглядаються в проекті (розряд робіт (II), система природнього освітлення для III-го поясу світлового клімату дорівнює 1,6.

Для забезпечення нормативного значення передбачено: кабіна повинна бути обладнана захисними козирками, жалюзі та іншими засобами захисту від сонячної радіації, а також засобами теплозахисту від працюючого двигуна, що забезпечують залишкове теплове опромінення водія від обшивки кабіни – не більше 35 Вт/м^2 , від вікон – не більше 100 Вт/м^2 .

Штучне освітлення

Штучне комбіноване - загальне освітлення здійснюється лампами.

Для забезпечення наведеного значення E передбачено: розміщення штучного освітлення у зоні панелі приладів та над нею, а також при відкритті дверей для комфортної посадки та висадки.

4.2.4 Шум

Основним джерелом шуму: - привід автомобіля; - робота двигуна. Відповідно до нормуються допустимі рівні звукового тиску $L=20\lg(P_1/P_0)$, дБ

(P_1 – середньоквадратичне значення звукового тиску, Па за період часу, що розглядається, і P_0 – значення звукового тиску на нижньому порозі чутливості в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц) залежно від частоти, характеру робіт і характеру шуму (нормування за граничними спектрами – ГС), або допустимі рівні звуку $L_A = 20 \lg(P_A/P_0)$, (P_A – середньоквадратичне значення звукового тиску з урахуванням корекції А шумоміра) залежно від характеру робіт і характеру шуму.

Для умов, що розглядаються в проекті, допустимі рівні звуку L_A не повинні перевищувати 70 дБА - дивись таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкополосного (тонального) шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частинами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Робочі місця за кермом в кабінах	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
На постійних робочих місцях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються є двигун з вентилятором, система охолодження і випускні трубопроводи, ходова частина. Потрібно також враховувати наявність шумового фону середовища руху. Відзначається збільшення рівня шуму та вібрації із збільшенням швидкості

руху зносу автомобіля та при наявності причепа. Мають значення конструктивні особливості сидіння та ходової частини.

Для забезпечення допустимих параметрів поліпшення шумового клімату в кабіні передбачено шумоізоляцію, котра покриває значну частину кузова тягача, що попереджає його проникненню.

4.2.5 Вібрації

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються, є вібрація рами, що супроводжується неякісним покриттям доріг та неправильним розміщенням вантажу у напівпричепі, також вібрації двигуна та вантаж, котрий незафіксований належним чином на платформі згідно.

Можливі параметри вібрацій, виходячи з вібраційних характеристик (ВХ) відповідного наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Можливі параметри вібрації, виходячи з вібраційних характеристик обладнання

Обладнання	Середньо-геометричні частоти полос	По віброприскоренню				По віброшвидкості			
		м/с ²		дБ		м/с ² ·10 ²		дБ	
		1/3ок т	1/1ок т	1/3ок т	1/1ок т	1/3ок т	1/1ок т	1/3ок т	1/1ок т
Рама	24-53	0.2	0.4	45	52	0.2	0.22	90	94
Двигун	68	0.32	0.8	82	95	0.20	0.28	95	96

Для зменшення дії вібрацій передбачено удосконалення ходової частини автобуса, розміщення двигуна на подушках.

4.3 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Робота з управління автомобілем може бути віднесена до розряду найбільш напружених і утомливих форм трудової діяльності. Ця робота протікає в умовах постійного і значного нервово-емоційного напруження,

поглиблюється усвідомленням величезної відповідальності за життя людей і матеріальні цінності.

Швидкість реакції і точність робочих русі водія сучасного автомобіля є найважливішими факторами забезпечення безпеки руху. Ці якості у великій мірі залежать від зручності робочого місця водія, яке має створювати сприятливі умови праці та виключати можливість виникнення аварій, що викликаються перенапруженням при роботі водія.

Великий вплив на роботу водія надає правильна його посадка, яка визначається як «спокійне положення в стані готовності». Площина сидіння повинна бути не горизонтальна, а злегка нахиленої назад ($3-7^\circ$ до горизонтальної площини). Спинка сидіння не повинна бути фіксована, сидіння має регулюватися по висоті і в горизонтальному напрямку. Оббивка сидіння повинна бути досить жорсткою і шорсткою.

Конструкція і внутрішні розміри кабіни повинні забезпечувати водієві вільний вхід в зимовому одязі, зручне положення на сидінні, зручне дію важелями і педалями. З робочого місця водія повинна бути забезпечена максимальна оглядовість.

Під оглядовістю автомобіля мається на увазі одне з його конструктивних властивостей, що визначає об'єктивну можливість для водія бачити робочу зону, шлях руху і об'єкти, які можуть заважати його руху.

Оглядовість робочої зони характеризується величиною добре видимого водієм простору у вертикальній і горизонтальній площинах.

Водієві повинні бути створені такі умови, за яких він міг би спостерігати шлях руху і об'єкти, не роблячи при цьому надмірно складних рухів. В іншому випадку робота водія супроводжується додатковим м'язовим і нервовою напругою, що викликає підвищену стомлюваність.

Робоче місце повинно відповідати таким вимогам:

- двері повинні бути вогнетривкими і відкриватися на зовні;
- поверхні також мають бути з вогнестійких матеріалів;
- опалення повинно бути електричне;

- вентиляція застосовується припливно-витяжна та місцева;
- дроти освітлювальної та силової ліній повинні бути в трубах з герметичною арматурою.

Для виключення травматизму від ураження електричним струмом електричні дроти обладнання повинні бути у захисній ізоляції. Усе електрообладнання занулюється (передбачений блок запобіжників) До роботи допускаються персонал, що пройшов необхідну підготовку. Недопускається виконувати роботу на несправному автомобілі. Опір ізоляції дротів первинних ланцюгів живлення відносно ненапружуваних частин повинен бути не менш 1 МОм.

4.4 Технічні рішення з пожежної безпеки

Пожежа найчастіше трапляється через несправність автомобіля (замкнення електромережі, витік і займання бензину (мастила)), а в результаті аварії або і через необережне поводження з вогнем водія.

Для запобігання виникнення пожежі на вантажному автомобілі забороняється:

- подавати при несправній паливній системі бензин в карбюратор із ємності самопливом за допомогою шлангу або іншим способом;
- проводити ремонт паливної системи при працюючому або гарячому двигуні, включеному запалюванні;
- залишати в кабінах і на двигуні забруднені маслом або паливом використані обтиральні матеріали;
- Підігрівати двигун та інші агрегати відкритим вогнем, а також користуватися ним у безпосередній близькості від приладів системи живлення двигуна.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломної роботи вирішені наведені нижче задачі.

1. Охарактеризовані етапи розвитку та сучасний стан транспортного забезпечення міста Вінниці. Визначена поступова зміна міської транспортної мережі починаючи з 2012 року. Зосереджена увага на поточному стані розвитку міських пасажирських перевезень та зазначено, що місто повинно розвиватися за європейськими принципами і розкрити весь наявний потенціал, в тому числі транспортний. Адже ефективне функціонування транспортної системи є важливим компонентом, який впливає на якість життя, оскільки вона підвищує доступність та розширює можливості взаємодії людей. Саме до такої моделі прагне Вінниця в рамках основних принципів Концепції інтегрованого розвитку до 2030 року.

Розглянута модель, яка показує основні просторові трансформації міста. Відповідно до неї, місто складається з сітки полі- та монофункціональних центрів, які впливають на рухливість населення та формування пасажиропотоків. Забезпечення високого рівня мобільності повинно виконуватися з урахуванням збереження екологічної обстановки.

2. Проаналізована робота приватного підприємства «Демченко» в системі міських пасажирських перевезень. Визначена важлива роль в системі пасажирських перевезень приватних перевізників. На 2024 рік у місті налічується 223 маршрутки приватних перевізників, з яких 209 регулярно виходять на маршрути. Одним з таких підприємств є ПП «Демченко». Підприємство здійснює пасажирські перевезення міського та приміського сполучення, має понад 20 різних за пасажиромісткістю автобусів. Чисельність персоналу – 32 робітника.

3. Наведені закономірності рухливості населення в міській транспортній системі. Рухливість населення служить найбільш загальною характеристикою потреби в пересуваннях. Транспортна рухливість

реалізується за допомогою транспортних засобів або конкретного пасажирів носить випадковий характер. Однак транспортні пересування як прояв масової поведінки великого числа пасажирів можна вважати статистичними явищем, тобто вони можуть бути описані лише з певною ймовірністю. Тому характеристики потреби в пересуваннях є випадковими величинами.

4. Досліджений міський автобусний маршрут сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – Вишенька» та автоматизовані системи моніторингу транспорту. Визначені його основні параметри, такі як довжина, кількість зупиночних пунктів, середня відстань між перегонами тощо. Для виявлення пасажиропотоків, розподілу їх за напрямками, збору даних про зміни пасажиропотоків у часі проводять обстеження. Такі обстеження трудомісткі і вимагають, як правило, залучення великої кількості обліковців. Крім того, обробка даних, зібраних в результаті обстежень, вимагає значного часу, і в підсумку ці дані відображають характер зміни пасажиропотоків за минулий період.

Крім традиційних методів обстеження пасажиропотоків застосовуються автоматизовані системи моніторингу. В даний час на ринку пропонується велика різноманітність систем обліку пасажирів, які здатні здійснювати отримання інформації в обробленому вигляді без залучення великої кількості людей, а також здатні здешевити процедуру обстеження пасажиропотоків. Пропоновані виробниками системи моніторингу пасажиропотоків різні за точністю результатів моніторингу (похибка може досягати від 3 до 60%), а також за своєю вартістю.

5. Систематизовані основні показники, які характеризують транспортний процес, їх розвиток та закономірності. Це прогнозування пасажиропотоків для виявлення попиту на транспортні послуги; вибір типу та кількості транспортних засобів; визначення необхідної регулярності та інтервалів руху; управління рухом та моніторинг; забезпечення належних кількісних та якісних показників перевезень.

6. Запропоновані та розраховані заходи для організації раціональних

перевезень пасажирів на маршруті. Проведений вибір раціонального автобусу для роботи на маршруті відповідно до існуючого пасажиропотоку. Досліджено вплив пасажиромісткості автобусів, які працюють в режимі маршрутного таксі на час пересування пасажирів. Виявлено, що зі збільшенням пасажиромісткості транспортного засобу, час пересування пасажирів також збільшується.

Розраховані економічні вигоди від впровадження систем по моніторингу та управлінню транспортом. Їх впровадження дозволить досягти економії витрат на паливо 10-15%.

Визначена кількість автобусів, необхідних для задоволення попиту на перевезення та інші техніко-експлуатаційні та економічні показники. За рахунок запропонованих заходів вдалося покращити перевізний процес на маршруті та досягти значення коефіцієнта якості транспортного обслуговування 0,86.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Доля, В. К. Пасажирські перевезення : підручник. Харків: Видавництво «Форт», 2011. 504 с.
2. Закономірності розподілу маршрутних кореспонденцій у малих містах . Вісник СХУ ім. В. Даля: наук. журнал. 2011. №5 (159). С.89-94.
3. Чисельність населення Вінниці: веб сайт. URL: https://population-hub.com/ua/ua/population-of-vinnitsia-6157.html?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.05.2025).
4. Якою буде Вінниця у 2041 році? Населення зросте до понад 400 тисяч людей, що ще зміниться? URL: https://vn.20minut.ua/Podii/yakoyu-bude-vinnitsya-u-2041-rotsi-naselennya-zroste-do-ponad-400-tisy-11934422.html?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.05.2025).
5. Концепція інтегрованого розвитку м. Вінниці 2030. URL: <https://2021.vmr.gov.ua/SiteAssets/Lists/IntegratedUrbanDevelopment/Default/Концепція%20інтегрованого%20розвитку%20Вінниці%202030.pdf/> (дата звернення: 15.05.2025).
6. Яновський, П.О. Пасажирські перевезення: навчальний посібник. Київ : НАУ, 2008. 469 с
7. Демченко ІП: веб сайт. URL : <https://www.ua-region.com.ua/37261979> (дата звернення: 15.05.2025).
8. Редзюк А.М. Проблеми міського автобусного транспорту. Автошляховик України. 2017. №4. С.7-9.
9. Підвищення ефективності міського автобусного транспорту / Є.Ю. Білокобила, М.Г. Босняк, К.М. Ціцельський, Е.А. Крейсман. Автошляховик України. 2014. №4. С.9-10.
10. Крейсман Е.А. Удосконалення методики організації автобусних перевезень в транспортній системі міст: Автореф. дис. канд. техн. наук. 05.22.01 - "Транспортні системи" Київ, 2012. 14 с.

11. Коцюк О.Я., Григорчук О.Д. Мотивація пасажирів при виборі виду сполучення/ // Вісник: Зб. праць Національного транспортного університету та Транспортної академії України. К., РВВ НТУ, 2014. Вип. 4. С. 162-163.
12. Ігнатенко О.С., Маруніч В.С. Організація автобусних перевезень в містах. К.: УТУ, 2016. 196с.
13. Ігнатенко О.С., Маруніч В.С. Основи методології побудови пасажирської транспортної системи. Автошляховик України. 2016. №3. С.5-7.
14. Про затвердження Порядку організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом: Наказ Міністерства інфраструктури України від 15.07.2013 ;№480. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1282-13#Text> (дата звернення: 15.05.2025).
15. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14._nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html
16. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
17. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885
18. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
19. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

20. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек
URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

21. Наказ міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників» [URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>]



Додаток А
«Ілюстративна частина»



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

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА
до бакалаврської кваліфікаційної роботи

**ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ НА МАРШРУТІ
СПОЛУЧЕННЯМ «ВІННИЦЯ ОБЛВОДОКАНАЛ (АДМІНБУДІВЛЯ) –
МІКРОРАЙОН ВИШЕНЬКА» МІСТО ВІННИЦЯ АВТОБУСАМИ
ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ДЕМЧЕНКО»**

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Форма навчання денна

Виконав: студент гр. 1ТТ-23мс

Вербіцький В.В.

Керівник: Макарова Т.В.

МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

Мета роботи – розробка заходів з раціональної організації перевезень пасажирів на міському автобусному маршруті сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – Вишенька».

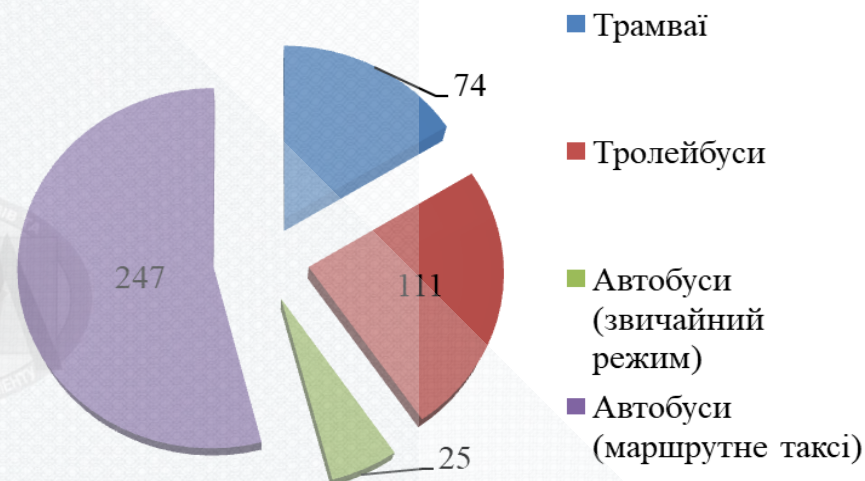
Для досягнення мети поставлені наступні задачі:

- охарактеризувати етапи розвитку та сучасний стан транспортного забезпечення міста Вінниці;
- проаналізувати роботу приватного підприємства «Демченко» в системі міських пасажирських перевезень;
- навести закономірності рухливості населення в міській транспортній системі;
- дослідити міський автобусний маршрут сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – Вишенька» та автоматизовані системи моніторингу транспорту;
- систематизувати основні показники, які характеризують транспортний процес, їх розвиток та закономірності;
- розрахувати кількісні та якісні показники пасажирських перевезень на досліджуваному маршруті;
- вирішити питання охорони праці.

ОСНОВНІ СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ МІСТА



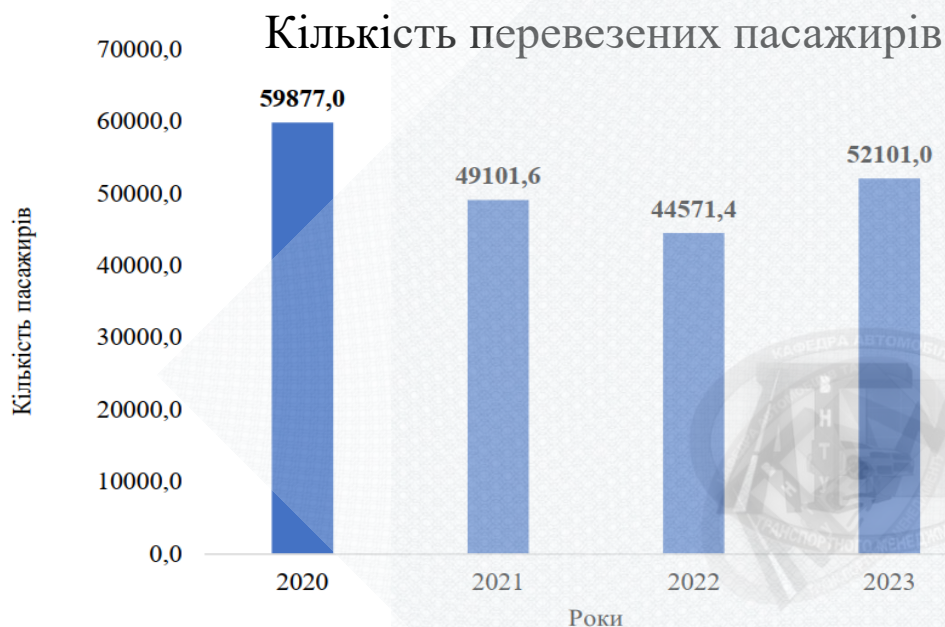
Кількість рухомого складу для міських пасажирських перевезень



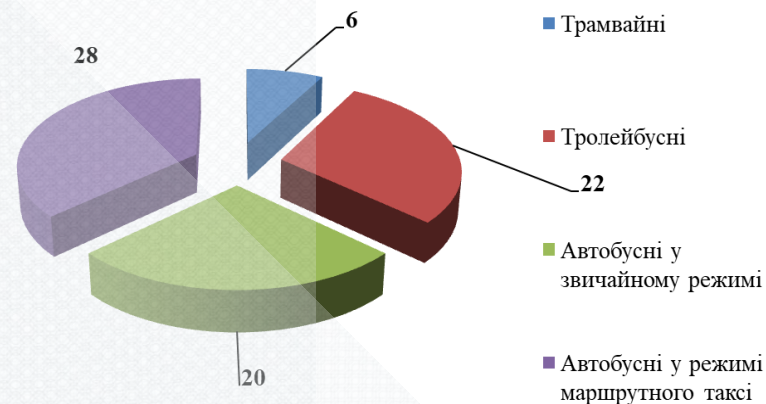
Транспорт і мобільність



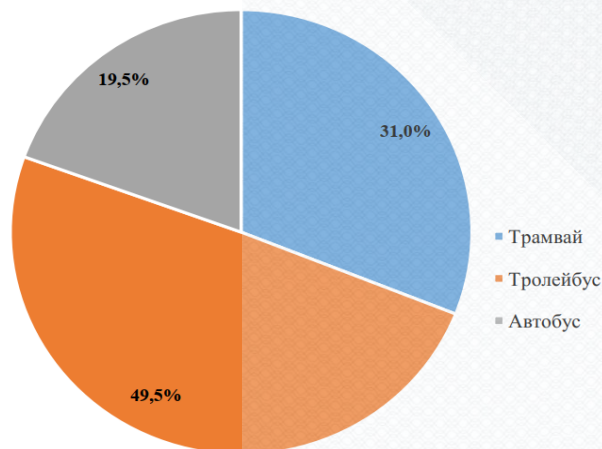
АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА ВІННИЦІ



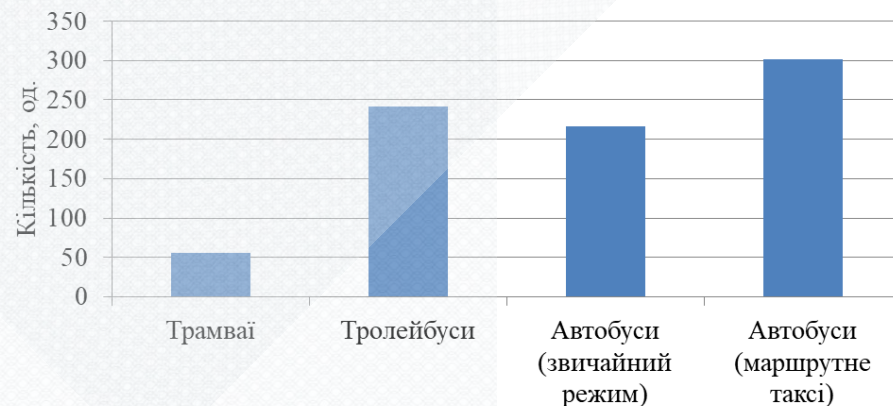
Кількість маршрутів руху



Питома вага пасажирських перевезень за видами транспорту

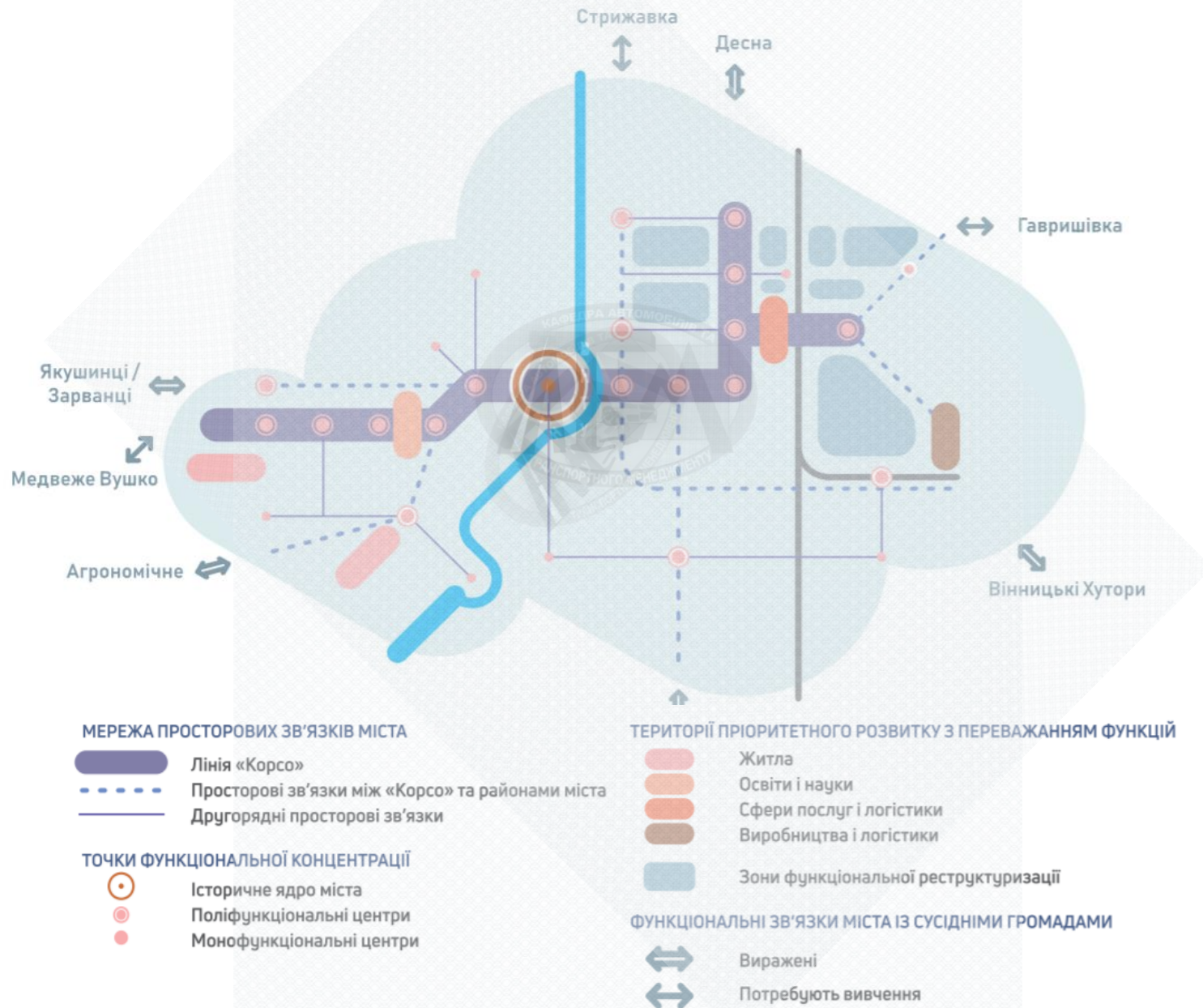


Протяжність маршрутів пасажирського транспорту

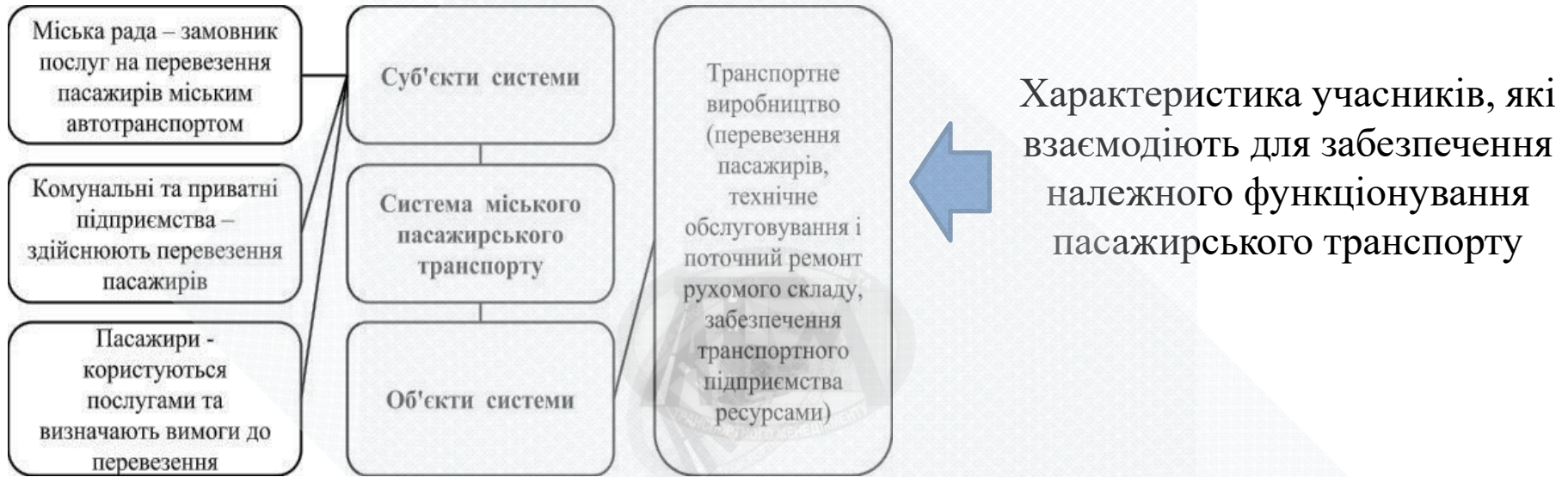


МОДЕЛЬ ПРОСТОРОВОГО РОЗВИТКУ М. ВІННИЦІ

5



АНАЛІЗ ПП «ДЕМЧЕНКО» В СИСТЕМІ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ



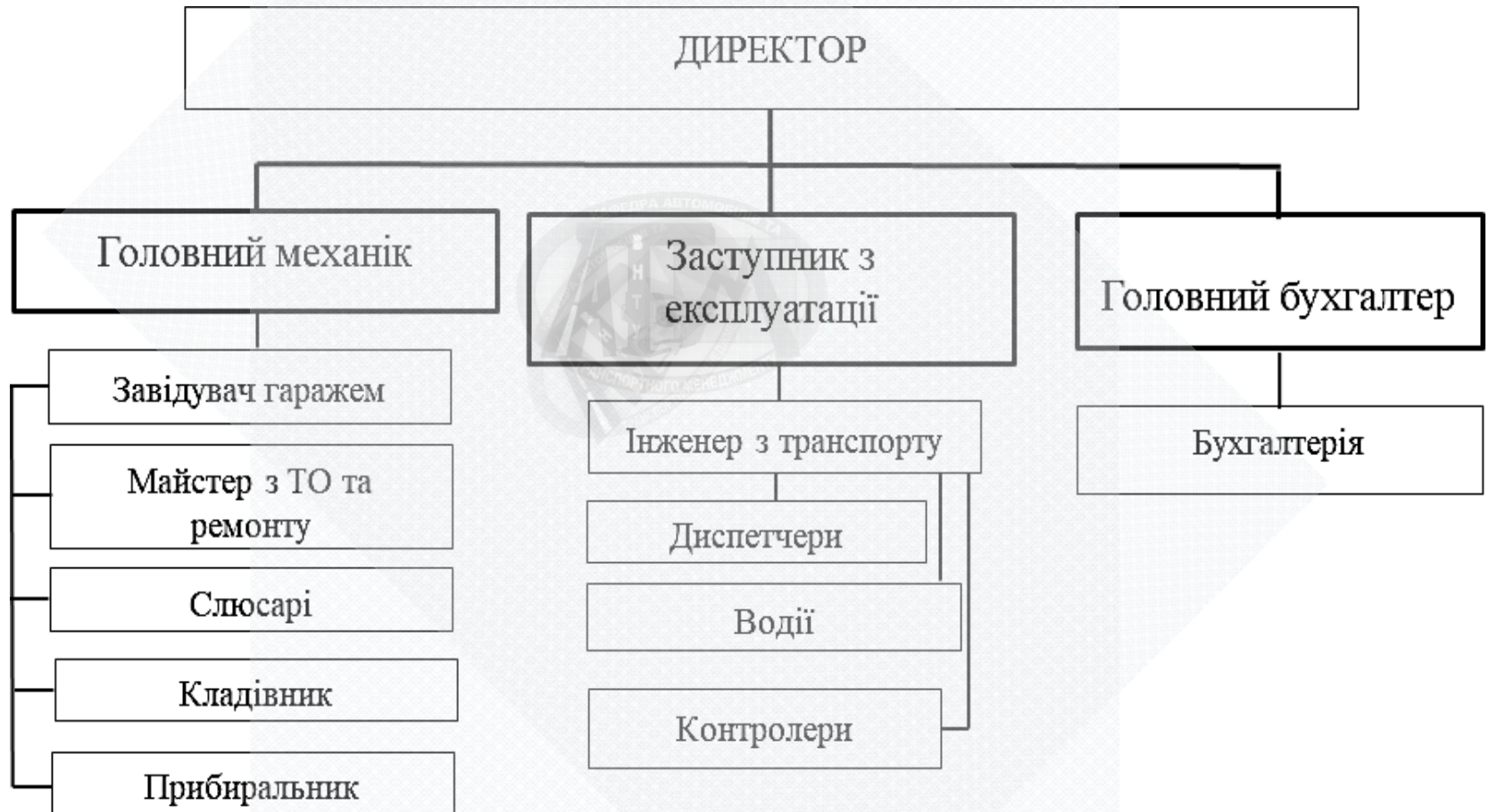
ПП «ДЕМЧЕНКО» здійснює наступні види діяльності

1. Пасажирські перевезення міського та приміського сполучення.
2. Надання послуг таксі.
3. Інші пасажирські перевезення.
4. Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів.

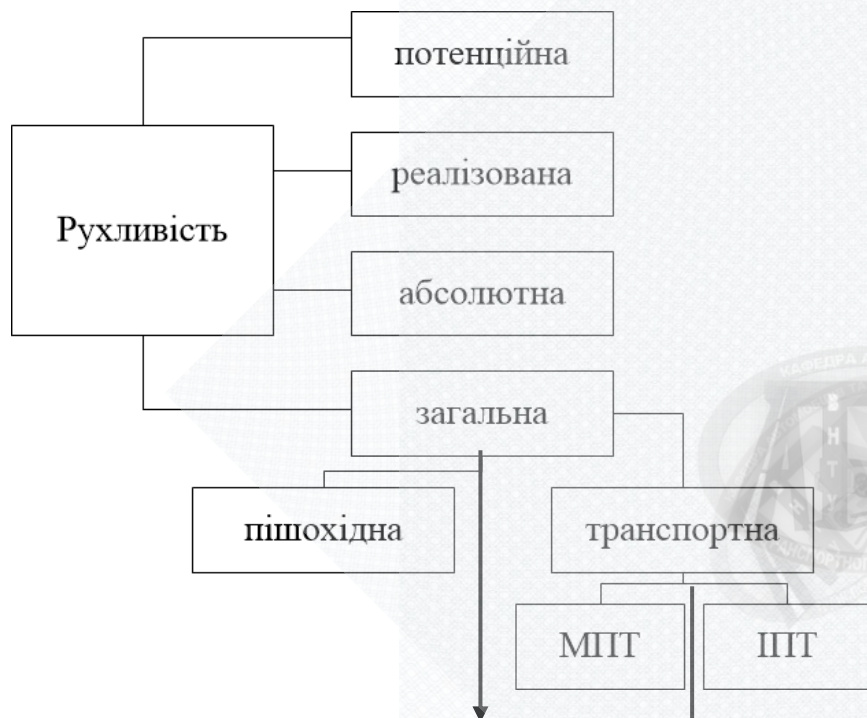
Автобуси підприємства

- Богдан - А092;
- Mercedes – Sprinter;
- Volkswagen - LT35;
- Iveco – Daily.

ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА



ХАРАКТЕРИСТИКА РУХЛИВОСТІ НАСЕЛЕННЯ



$$p_0 = \frac{A_0}{H} = \frac{(A_{\text{пеш}} + A_{\text{тр}})}{H} = p_{\text{пеш}} + p_{\text{тр}},$$

$$p_{\text{тр}} = \frac{A_{\text{тр}}}{H} = \frac{(A_{\text{МПТ}} + A_{\text{ІПТ}})}{H} = p_{\text{МПТ}} + p_{\text{ІПТ}},$$

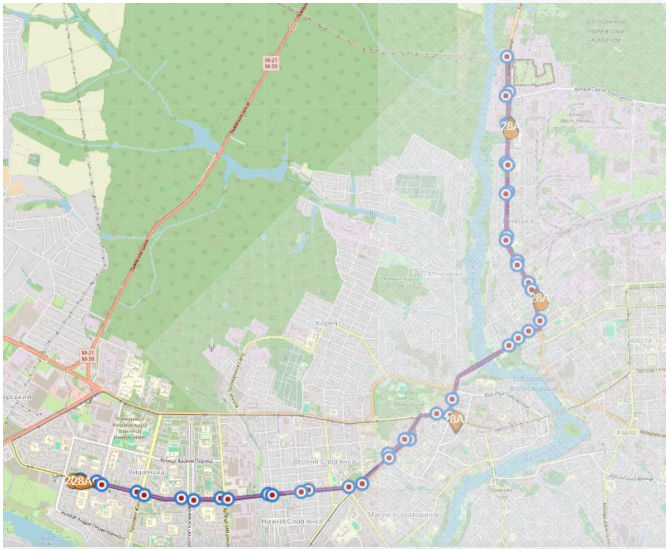


Основні фактори, що впливають на підвищення рухливості у містах:

- збільшення матеріального добробуту населення;
- підвищення культурних потреб;
- поліпшення кількості та якості засобів сполучення;
- введення нових видів транспорту;
- розвиток вулично-дорожньої мережі тощо.

ХАРАКТЕРИСТИКА МАРШРУТУ

Схема на карті



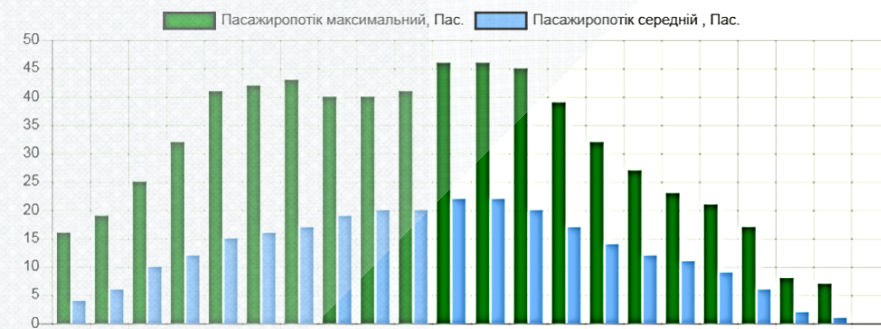
Основні параметри маршруту

№	Параметр маршруту	Значення
1	Початкова зупинка	Вінницяоблводоканал
2	Кінцева зупинка	мкр. Вишенька
3	Вид маршруту	Маятниковий
4	Довжина маршруту по дорозі, км	10,01
5	Довжина маршруту по повітряній лінії, км	7,26
6	Коефіцієнт непрямолінійності маршруту	1,38
7	Кількість перегонів маршруту у прямому напрямку	21
8	Кількість перегонів маршруту у зворотному напрямку	21
9	Середня довжина перегону у прямому напрямку, км	0,47
10	Середня довжина перегону у зворотному напрямку, км	0,48

Пасажиropотоки зупинних пунктів



1-Вінницяоблводоканал; 2-вул. Сергія Зулінського; 3-Меморіал визволення; 4-Школа-колег №29; 5-вул. Станіславського; 6-вул. Гонти; 7-вул. Грибодєдова; 8-МКЛ ШМД; 9-вул. В'ячеслава Чорновола; 10-вул. Жуковського; 11-вул. Грушевського; 12-Майдан Небесної Сотні; 13-вул. Валентина Отамановського; 14-Лікарня ім. Пирогова; 15-Медичний університет; 16-вул. Шевченка; 17-вул. Лялі Ратушної; 18-вул. 600-річчя; 19-пр. Космонавтів; 20-пр. Юності; 21-вул. Воїнів-Інтернаціоналістів; 22 - мкр. Вишенька



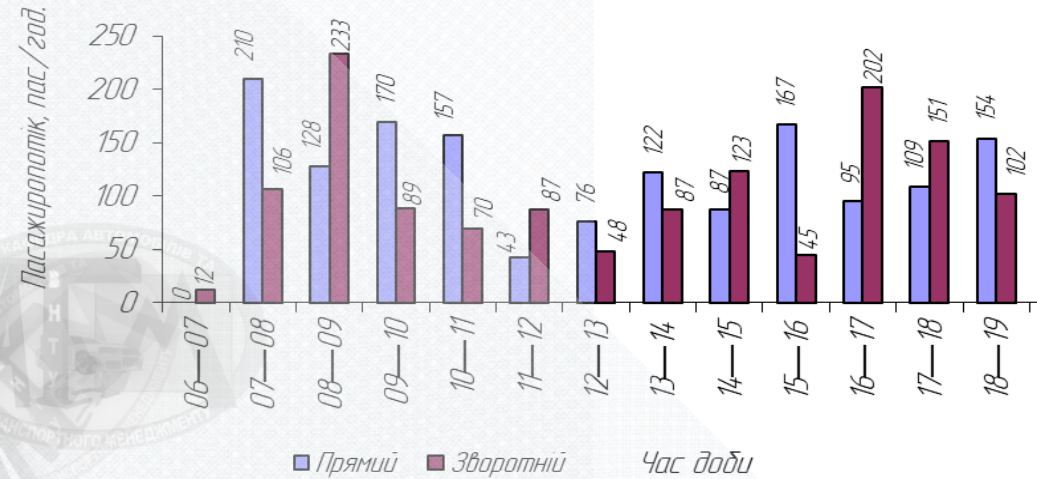
1- мкр. Вишенька 2-вул. Воїнів-Інтернаціоналістів; 3-пр. Юності; 4-пр. Космонавтів; 5-вул. 600-річчя; 6-вул. Лялі Ратушної; 7-вул. Шевченка; 8-ринок "Урожай"; 9-Лікарня ім. Пирогова; 10-вул. Валентина Отамановського; 11-Майдан Небесної Сотні; 12-вул. Грушевського; 13-вул. В'ячеслава Чорновола; 14-вул. Стрілецька; 15-МКЛ ШМД; 16-вул. Грибодєдова; 17-вул. Гонти; 18-вул. Станіславського; 19-Школа-колег №29; 20-Меморіал визволення; 21-вул. Сергія Зулінського; 22-Вінницяоблводоканал;

АНАЛІЗ ПАСАЖИРОПОТОКІВ

Методи вивчення пасажиропотоків

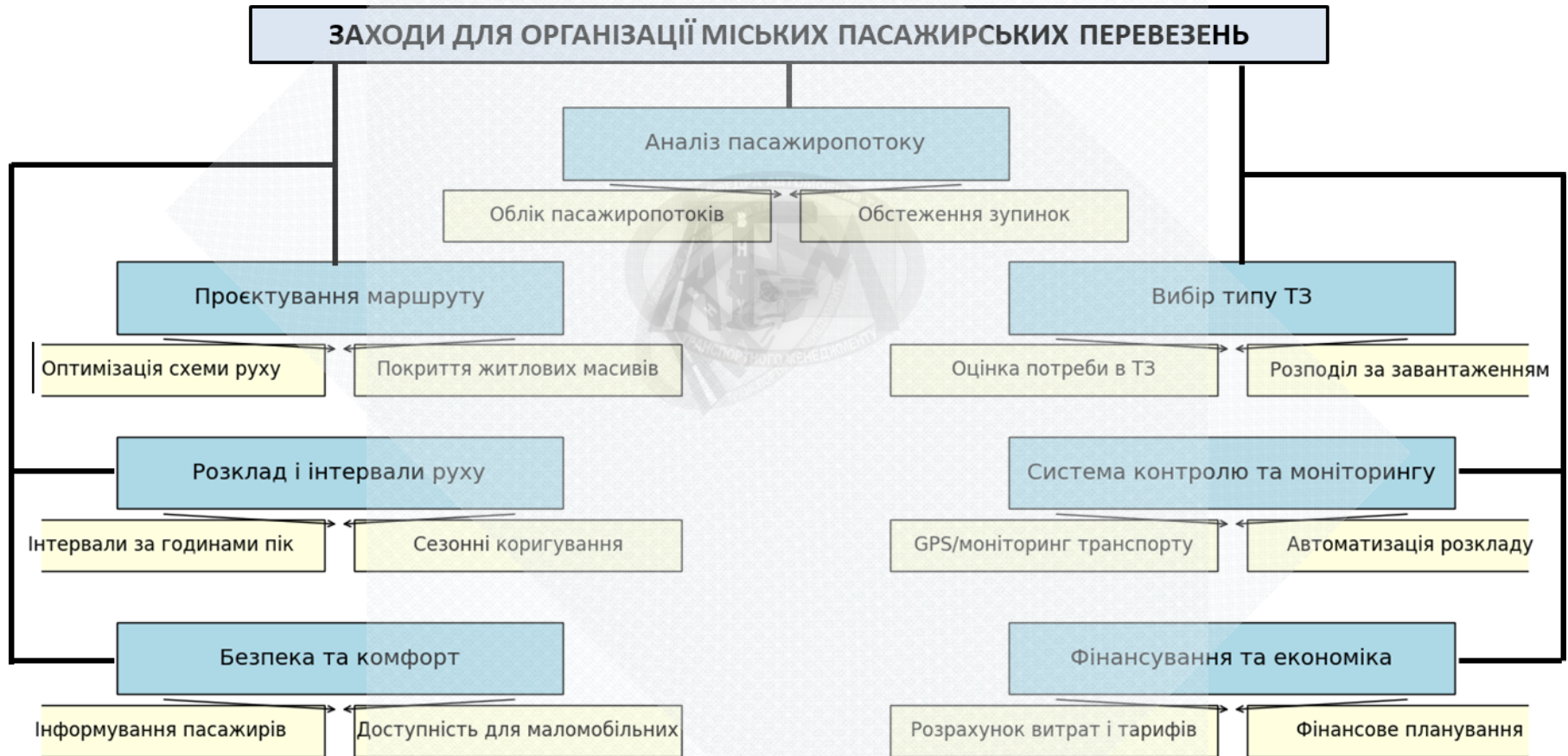
1. Анкетний.
2. Звітно-статистичний.
3. Натурний.
4. Автоматизований.

Пасажиропотоки за годинами доби та напрямками



Класифікація датчиків обліку числа пасажирів

ЗАХОДИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

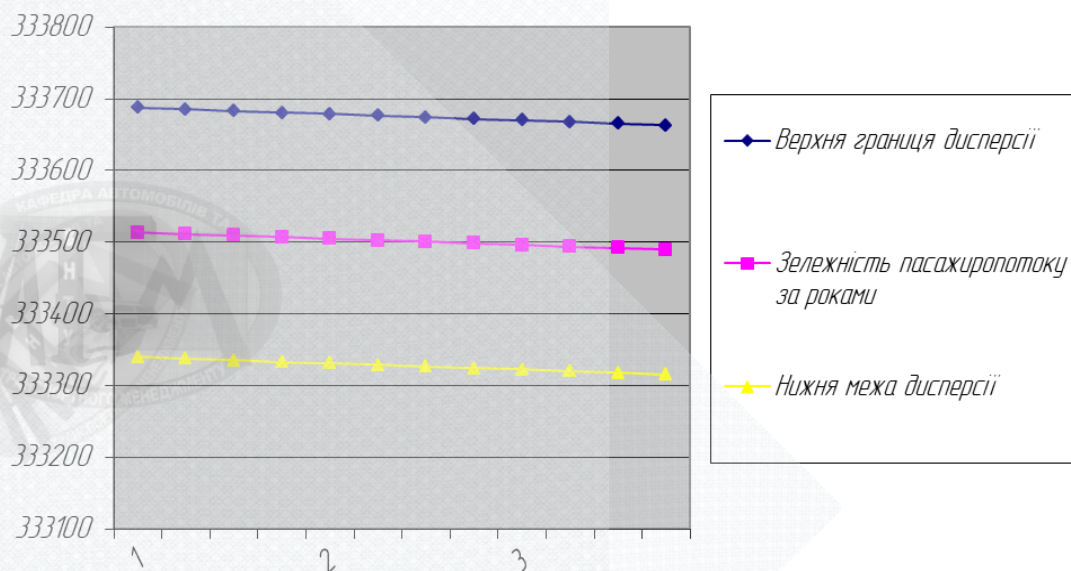


ПРОГНОЗУВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ

Обсяги перевезень

Прогнозний рік	Квартал	Обсяги перевезень, пас.
1	13	333513,66
	14	333511,48
	15	333509,3
	16	333507,12
2	17	333504,94
	18	333502,76
	19	333500,58
	20	333498,4
3	21	333496,22
	22	333494,04
	23	333491,86
	24	333489,68
Разом	-	4002020,04

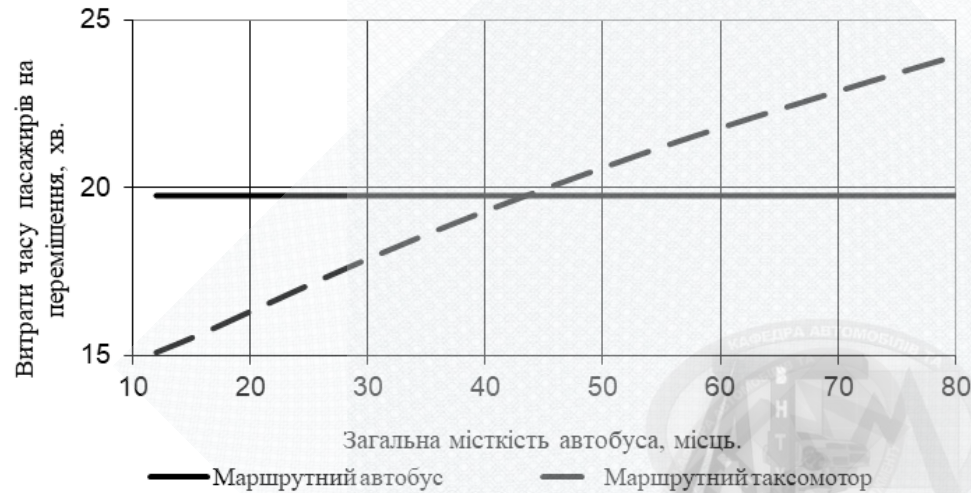
Обраний графік залежності для прогнозування пасажиропотоку



Оцінка похибних обчислень

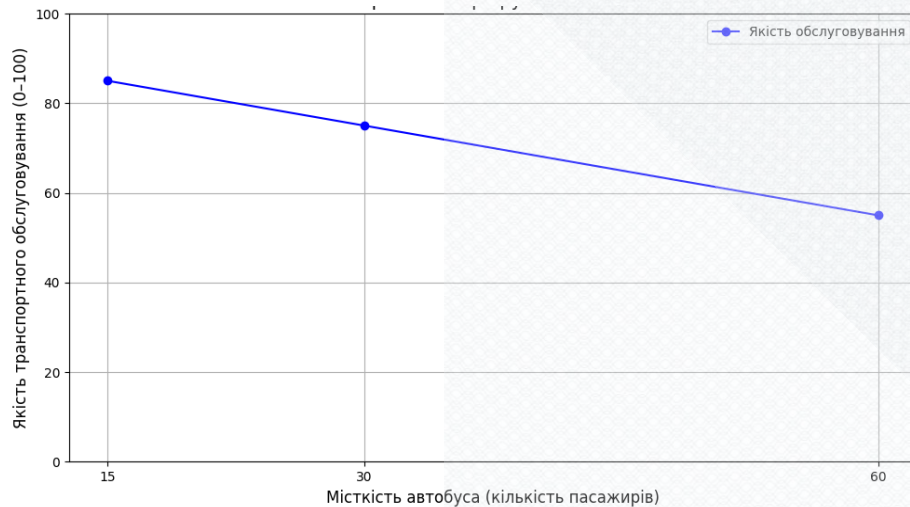
Критерії апроксимації	Апроксимуюча функція		
	$\hat{y}=a_1+a_2t$	$\hat{y}_t=a_1+a_2t+a_3t^2$	$\hat{y}=a_1+a_2lgt$
σ_A	347,5937754	392,2498887	573,1386925
ν	0,10421727	0,117606285	0,171841252

ВИБІР РУХОМОГО СКЛАДУ

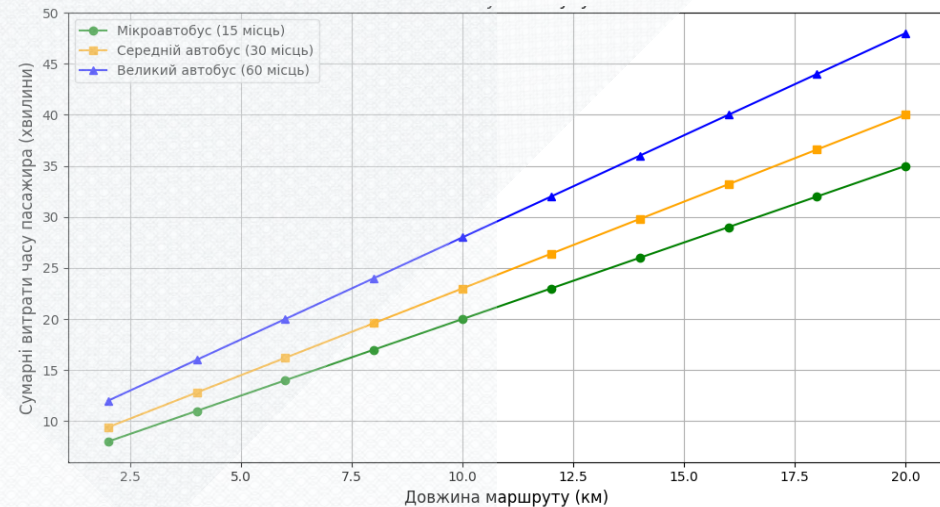


Зміна витрат часу пасажирів на пересування при $l_c = 3$ км

Вплив місткості автобуса на якість транспортного обслуговування

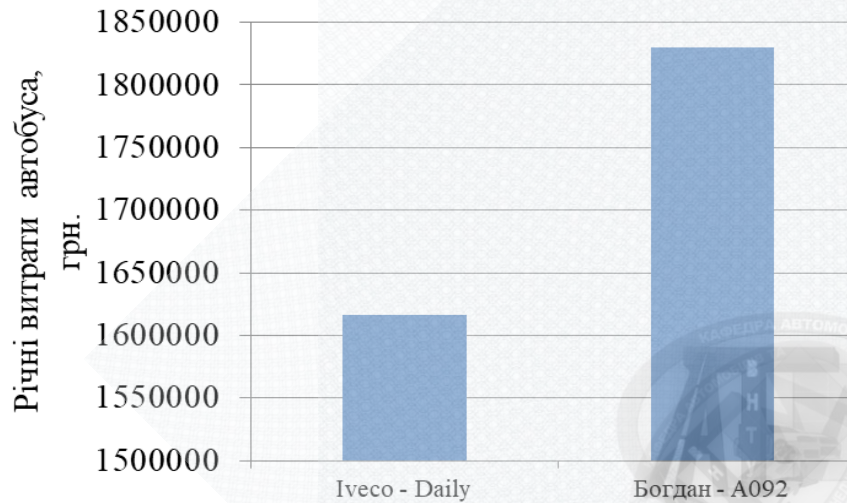


Залежність витрат часу переміщення пасажирів від довжини маршруту та типу автобуса



ВИБІР РУХОМОГО СКЛАДУ

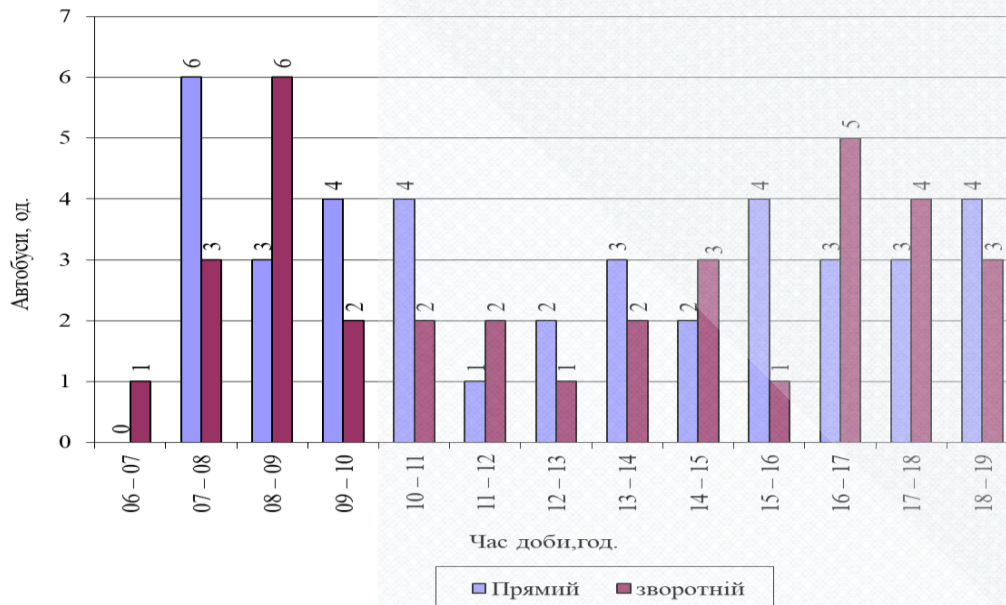
Гістограма витрат на експлуатацію



Автобус середнього класу Богдан



Діаграма потрібної кількості автобусів на маршруті



Автобус малого класу Iveco - Daily



ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ

№ з/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Позначення	Значення
1.	Довжина маршруту	км	l_m	10,0
2.	Час рейсу	год	t_p	0,63
3.	Час обороту	год	$t_{об}$	1,26
4.	Технічна швидкість	км/год	V_T	20,26
5.	Експлуатаційна швидкість	км/год	V_e	19
6.	Час в наряді (уточнений)	год	T_H	16,52
7.	Час роботи на маршруті	год	T_M	16,36
8.	Час, затрачуваний на нульовий пробіг	год	T_o	0,14
9.	Загальний пробіг одного автобуса:	км		
	– нульовий		l_o	3
	– продуктивний		$l_{пр}$	130
	– на маршруті	–	$l_{заг}$	133
10.	Коефіцієнт використання пробігу	–	β	0,97

№ з/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Позначення	Значення
11.	Кількість рейсів	–	Z_p	13
12.	Середня дальність поїздки пасажирів	км	$l_{пп}$	4,5
13.	Коефіцієнт наповнення салону автобуса	–	γ_H	0,7
14.	Модель автобуса			Iveco - Daily
15.	Місткість автобуса		q_H	19
16.	Максимальна кількість автобусів	місць од.	A_{max}	12

Якість транспортного обслуговування

$$K_{к.о} = K_{\gamma} \cdot K_t \cdot K_p \cdot K_{б.р}$$

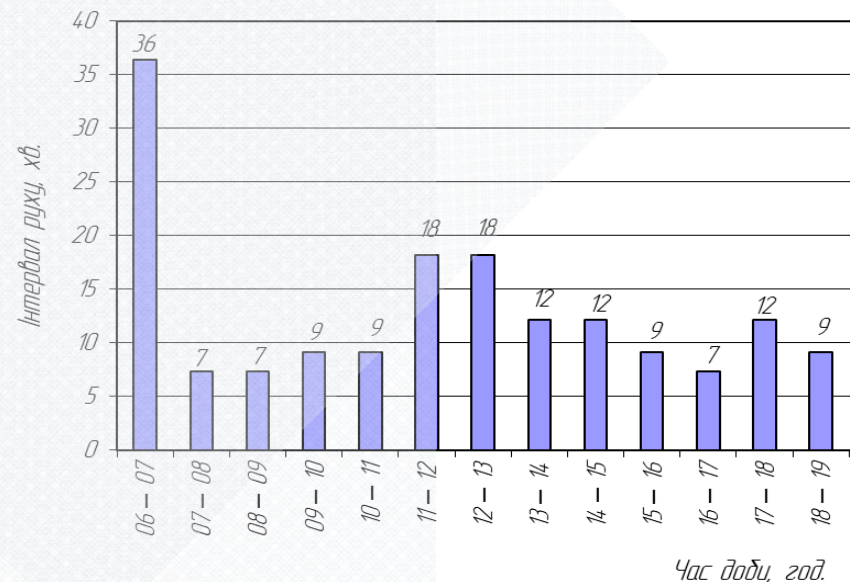
K_{γ} – коефіцієнт відносного наповнення автобуса;

K_t – коефіцієнт відносних витрат часу на пересування;

K_p – коефіцієнт регулярності руху;

$K_{б.р}$ – коефіцієнт динамічної зміни рівня ДТП.

$K_{ко}$



УПРАВЛІННЯ РУХОМ ТА МОНІТОРИНГ ТРАНСПОРТУ

Компоненти системи управління рухом

Компонент	Опис	Орієнтовна ціна (євро/грн)
GPS-трекер	Пристрій для відстеження місцезнаходження	50–150 € (2000–6000 грн)
SIM-карта з мобільним інтернетом	Для передавання даних	2–10 €/міс.
Обладнання CAN-шини (за потреби)	Зчитування даних з електроніки авто	100–300 €
Програмне забезпечення (SaaS)	Інтерфейс для моніторингу, аналітики	5–20 €/міс. за авто
Установка	Монтаж пристроїв	500–1500 грн одноразово

Переваги та ефекти від впровадження системи

Перевага	Економічний ефект
Оптимізація маршрутів	10–15% витрат на паливе
Контроль пального	Запобігання крадіжкам
Аналіз стилю водіння	Зменшення зносу техніки
Підвищення дисципліни	Менше простоїв
Швидке реагування	Збільшення рівня сервісу

Витрати на систему управління рухом

Стаття витрат	Сума
Обладнання (GPS + CAN)	250 €
Установка	50 €
Підписка на ПЗ (12 міс.)	120–240 €
Інтернет	60–120 €
Разом за перший рік	480–660 € (20,000–27,000 грн)



ВИСНОВКИ

1. Охарактеризовані етапи розвитку та сучасний стан транспортного забезпечення міста Вінниці. Визначена поступова зміна міської транспортної мережі починаючи з 2012 року. Зосереджена увага на поточному стані розвитку міських пасажирських перевезень та зазначено, що місто повинно розвиватися за європейськими принципами і розкрити весь наявний потенціал, в тому числі транспортний. Розглянута модель, яка показує основні просторові трансформації міста.
2. Проаналізована робота приватного підприємства «Демченко» в системі міських пасажирських перевезень. Визначена важлива роль в системі пасажирських перевезень приватних перевізників. На 2024 рік у місті налічується 223 маршрутки приватних перевізників, з яких 209 регулярно виходять на маршрути. Одним з таких підприємств є ПП «Демченко». Підприємство здійснює пасажирські перевезення міського та приміського сполучення, має понад 20 різних за пасажиромісткістю автобусів. Чисельність персоналу – 32 робітника.
3. Наведені закономірності рухливості населення в міській транспортній системі. Рухливість населення служить найбільш загальною характеристикою потреби в пересуваннях.
4. Досліджений міський автобусний маршрут сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – Вишенька» та автоматизовані системи моніторингу транспорту. Визначені його основні параметри, такі як довжина, кількість зупиночних пунктів, середня відстань між перегонами тощо. Для виявлення пасажиропотоків, розподілу їх за напрямками, збору даних про зміни пасажиропотоків у часі проводять обстеження.
5. Систематизовані основні показники, які характеризують транспортний процес, їх розвиток та закономірності.
6. Запропоновані та розраховані заходи для організації раціональних перевезень пасажирів на маршруті. Проведений вибір раціонального автобусу для роботи на маршруті відповідно до існуючого пасажиропотоку. Досліджено вплив пасажиромісткості автобусів, які працюють в режимі маршрутного таксі на час пересування пасажирів. Виявлено, що зі збільшенням пасажиромісткості транспортного засобу, час пересування пасажирів також збільшується. Розраховані економічні вигоди від впровадження систем по моніторингу та управлінню транспортом. Їх впровадження дозволить досягти економії витрат на паливо 10-15%. Визначена кількість автобусів, необхідних для задоволення попиту на перевезення та інші техніко-експлуатаційні та економічні показники. За рахунок запропонованих заходів вдалося покращити перевізний процес на маршруті та досягти значення коефіцієнта якості транспортного обслуговування 0,86.

Додаток Б

«Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень»



ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Організація перевезень пасажирів на маршруті сполученням «Вінницяоблводоканал (адмінбудівля) – мікрорайон Вишенька» місто Вінниця автобусами приватного підприємства «Демченко»

Тип роботи: Бакалаврська дипломна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

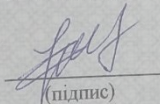
Показники звіту подібності Strikeplagiarism

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.

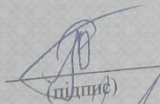
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

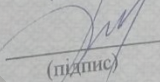
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Strikeplagiarism щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Вербіцький В.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Макарова Т.В.
(прізвище, ініціали)